

Wytycznych wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego.

Część 1: Wytyczne badań podłoża budowlanego w drogownictwie

ZESPÓŁ AUTORSKI:

PIG-PIB

dr Edyta Majer, dr Marta Sokołowska, dr Zbigniew Frankowski, dr Marek Barański, mgr inż. Grzegorz Pacanowski, dr Szymon Ostrowski, mgr Paweł Czarniak, mgr inż. Grzegorz Ryżyński, mgr Krzysztof Majer, dr Jacek Kocyla, dr inż. Maria Przyłucka, mgr inż. Arkadiusz Piechota, mgr inż. Zbigniew Kowalski

AGH

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska w zakresie geodezji: metody klasyczne, satelitarne GNSS, naziemne skanowanie laserowe, metody fotogrametryczne oraz mobilne skanowanie laserowe z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych

dr inż. Łukasz Ortyl (dodatkowo w zakresie geofizyki – metoda georadarowa GPR), dr hab. inż. Tomasz Owerko, dr inż. Rafał Kocierz, dr inż. Przemysław Kuras

w zakresie geodezji: metody fotogrametryczne i skanerowe oraz teledetekcja z poziomu lotniczego i satelitarnego

prof. dr hab. inż. Beata Hejmanowska, dr hab. inż. Sławomir Mikrut, dr inż. Wojciech Drzewiecki, dr inż. Tomasz Pirowski

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska w zakresie geofizyki: metody elektrooporowe ERT i VES oraz metoda georadarowa GPR

dr hab. inż. Jerzy Mościcki, dr inż. Grzegorz Bania, dr inż. Jerzy Karczewski, mgr inż. Ewelina Mazurkiewicz, dr inż. Aleksandra Borecka

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii (w zakresie masywu skalnego i tuneli)

prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś, prof. dr hab. inż. Marek Cała, mgr inż. Malwina Kolano, mgr inż. Agnieszka Stopkowicz

PW

prof. dr hab. inż. Anna Siemińska-Lewandowska, dr hab. inż. Artur Zbiciak, prof. PW, dr Maciej Maślakowski, dr inż. Karol Brzeziński

WSPÓŁPRACA:

PIG-PIB

mgr Tomasz Bąk, mgr Oktawia Błachnio, mgr Marta Chada, mgr Michał Jaros, mgr Malwina Judkowiak, mgr Monika Kozicka, mgr Marcin Lasocki, mgr Alicja Lewandowska, mgr Aleksandra Łukawska, mgr Adam Roguski, mgr Izabela Samel, mgr Przemysław Sobótka, mgr Anna Stawicka, mgr Monika Szablowska, mgr Marta Szlasa, mgr Krzysztof Truchan, tech. Włodzimierz Wolski, tech. Jarosław Zawłocki, mgr Mateusz Żeruń, mgr Jakub Sokołowski

AGH

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska

mgr inż. Marta Gabryś, mgr Krzysztof Kozak, mgr inż. Wojciech Pęczek, mgr Paweł Złotkowski, inż. Justyna Gronek, inż. Julita Pękla, inż. Katarzyna Więch, inż. Michał Czernecki, inż. Wojciech Sukta, inż. Szymon Walasik, inż. Konrad Majko, inż. Robert Rudnicki, inż. Szymon Stelmach, inż. Iga Stankiewicz, inż. Ilona Szymańska, inż. Witold Niewiem, Kamil Tomiak, Jarosław Gryboś, Joachim Pawliński, Adam Wala, Leszek Zieliński, mgr inż. Wojciech Adamczyk, mgr inż. Janusz Dziedzic

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

mgr inż. Ewa Kosowicz, inż. Michał Czernecki

PW

dr Małgorzata Superczyńska, mgr inż. Kazimierz Józefiak

KONSULTACJE:

..... w zakresie

ZESPÓŁ OPINIUJĄCY GENERALNEJ DYREKCJI DRUK KRAJOWYCH I AUTOSTRAD:

mgr Artur Ładoń, mgr Tomasz Skowera, mgr Paweł Zysk

ZESPÓŁ KONSULTACYJNY GENERALNEJ DYREKCJI DRÓG KRAJOWYCH I AUTOSTRAD:

.....

SPIS TREŚCI:

1	<i>Przedmiot i zakres stosowania Wytycznych.....</i>	10
2	<i>Wymagania formalno-prawne i krajowe w zakresie dokumentowania badań podłoża budowlanego w drogownictwie (stan na 30.06.2018 r.)</i>	19
2.1	Wymagania prawne	20
2.2	Zasady stosowania norm	21
2.3	Zasady przygotowania i realizacji inwestycji drogowych oraz eksploatacji dróg publicznych	22
3	<i>Wytyczne zbierania i analizowania informacji o terenie, danych archiwalnych o podłożu budowlanym oraz prowadzenia wizji terenowej</i>	25
4	<i>Wytyczne projektowania badań podłoża na potrzeby budownictwa drogowego</i>	27
4.1	Ustalenie celu badań podłoża na potrzeby budownictwa drogowego.....	28
4.2	Sposób postępowania przy projektowaniu badań podłoża budowlanego.....	30
4.3	Wymagania w zakresie dokumentów przedstawiających projektowane badania podłoża budowlanego.....	33
4.3.1	Projekt robót geologicznych (PRG)	33
4.3.2	Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)	34
4.3.3	Program badań geotechnicznych (PBG)	35
5	<i>Wytyczne wykonywania badań terenowych</i>	36
5.1	Kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie.....	36
5.2	Pomiary i opracowania geodezyjno-kartograficzne i teledetekcyjne.....	37
5.3	Badania geofizyczne	41
5.4	Techniki wiercenia i metody pobierania próbek gruntów, skał i wód podziemnych	43
5.5	Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał.....	46
5.6	Sondowania	48
5.7	Pomiary i badania hydrogeologiczne	49
5.8	Badania środowiskowe	51
5.9	Dozór geologiczny/geotechniczny nad pracami terenowymi	51
6	<i>Wytyczne wykonywania badań laboratoryjnych</i>	53
6.1	Badania klasyfikacyjne próbek gruntów	53
6.1.1	Klasyfikacja gruntów.....	53
6.1.2	Chemiczne, fizyczne i wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów	54
6.1.3	Wskaźnikowe badania wytrzymałościowe próbek gruntów	55
6.2	Badania w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych próbek gruntów.....	56
6.2.1	Badania wytrzymałościowe próbek gruntów	56
6.2.2	Badania odkształceniowe próbek gruntów	57
6.2.3	Badania pęcznienia próbek gruntów	58
6.2.4	Badania zagęszczalności i nośności próbek gruntów	58
6.2.5	Badania przepuszczalności próbek gruntów	59

6.3	Badania próbek skał.....	60
6.3.1	Systemy klasyfikacyjne skał.....	60
6.3.2	Badania fizyczne i geomechaniczne próbek skał.....	61
6.4	Badania składu chemicznego próbek gruntów, skał i wody podziemnej	62
7	<i>Wytyczne przeprowadzenia oceny masywu skalnego.....</i>	64
7.1	Badania polowe masywu skalnego	66
7.2	Badania laboratoryjne.....	66
7.3	Klasyfikacje masywu skalnego	66
8	<i>Wytyczne sporządzania dokumentacji z badań</i>	68
8.1	Dobór modelu geologicznego	68
8.2	Zasady wydzielenia warstw gruntów i skał oraz ich charakterystyka.....	72
8.3	Właściwości fizyczno-mechaniczne wydzielonych warstw. Wartości parametrów geotechnicznych.....	73
8.4	Warunki w podłożu inwestycji	76
8.4.1	Warunki hydrogeologiczne	76
8.4.2	Warunki geologiczno-inżynierskie	77
8.4.3	Warunki geotechniczne.....	77
8.5	Wymagania dotyczące dokumentów podstawowych przedstawiających wyniki badań podłoża.....	78
8.5.1	Dokumentacja hydrogeologiczna (DH).....	79
8.5.2	Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH).....	79
8.5.3	Studium geologiczno-inżynierskie (SGI)	80
8.5.4	Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI)	80
8.5.5	Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)	81
8.5.6	Dokumentacja badań podłoża (DBP, GIR).....	82
8.6	Dokumentacja badań w formie dokumentu elektronicznego	82
9	<i>Wytyczne gromadzenia, przetwarzania, aktualizowania i archiwizowania danych o podłożu budowlanym.....</i>	83
9.1	Zalecenia do prowadzenia dokumentacji projektowej w technologii GIS i BIM	83
9.2	Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym.....	88
10	<i>Wytyczne kontroli i odbioru prac dokumentacyjnych</i>	93
10.1	Kontrola potencjału technicznego Wykonawcy	93
10.2	Kontrola realizacji badań terenowych.....	93
10.3	Kontrola realizacji badań laboratoryjnych	94
10.4	Kontrola opracowań	95
10.5	Odbiór opracowań.....	96
Załączniki.....		97
	Załącznik 1 Terminologia.....	98
	Załącznik 1.1 Terminologia ogólna	98

Załącznik 1. 2	Terminologia dotycząca normalizacji.....	98
Załącznik 1. 3	Terminologia dotycząca obszaru badań	98
Załącznik 1. 4	Terminologia dotycząca dokumentowania i badań podłoża	99
Załącznik 1. 5	Terminologia dotycząca warunków geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych.....	102
Załącznik 1. 6	Terminologia dotycząca modelu geologicznego	104
Załącznik 1. 7	Terminologia dotycząca właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał	105
Załącznik 1. 8	Terminologia dotycząca geodezji, kartografii i teledetekcji	105
Załącznik 1. 9	Terminologia dotycząca budownictwa	108
Załącznik 1. 10	Terminologia dotycząca badań terenowych i laboratoryjnych.....	111
Załącznik 1. 11	Terminologia dotycząca graficznego przedstawiania wyników badań podłoża	113
Załącznik 1. 12	Terminologia dotycząca dokumentów odnoszących się do badań podłoża	117
Załącznik 1. 13	Terminologia dotycząca systemów informacji przestrzennej (GIS) i baz danych o podłożu budowlanym	122
Załącznik 2	Katalog metod badawczych.....	124
Załącznik 3	Przepisy prawne i procedury administracyjne dotyczące badań podłoża budowlanego	127
Załącznik 3. 1	Prawo geologiczne i górnicze	127
Załącznik 3. 2	Prawo budowlane.....	129
Załącznik 3. 3	Prawo geodezyjne i kartograficzne	131
Załącznik 4	Eurokod i normy geodezyjne stosowane w budownictwie	134
Załącznik 4. 1	Eurokody	134
Załącznik 4. 2	Normy geodezyjne	135
Załącznik 5	Etapy procesu inwestycyjnego dla dróg krajowych.....	137
Załącznik 5. 1	Etap przygotowania nowych inwestycji drogowych.....	137
Załącznik 5. 1. 1	Studium Korytarzowe (SK).....	137
Załącznik 5. 1. 2	Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe (STES).....	137
Załącznik 5. 1. 3	Koncepcja Programowa (KP).....	138
Załącznik 5. 1. 4	Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe z elementami Koncepcji Programowej (Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe rozszerzone) (STES-R I Etap II Etap).....	138
Załącznik 5. 1. 5	Projekt budowlany (PB)	139
Załącznik 5. 2	Etap realizacji inwestycji drogowych (R).....	140
Załącznik 5. 2. 1	Budowa (B), odbudowa (OB), rozbudowa (RB), nadbudowa (NB)....	140
Załącznik 5. 3	Etap eksploatacji istniejących dróg (E).....	140
Załącznik 5. 3. 1	Remont (R).....	140
Załącznik 5. 3. 2	Przebudowa (P).....	141
Załącznik 6	Zakres prac dotyczących zbierania i analizy informacji o terenie i danych o podłożu budowlanym	143
Załącznik 6. 1	Zebranie informacji o terenie i podłożu budowlanym	143
Załącznik 6. 2	Analiza zebranych informacji o terenie i podłożu budowlanym.....	151
Załącznik 6. 3	Analiza dostępnych danych geodezyjnych i kartograficznych.....	152
Załącznik 6. 4	Wizja terenowa	153
Załącznik 7	Projektowanie badań podłoża budowlanego.....	155
Załącznik 7. 1	Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego (STES) lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego z elementami Koncepcji Programowej (STES-R I Etap)	155
Załącznik 7. 1. 1	Kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie	155
Załącznik 7. 1. 2	Pomiary geodezyjne.....	155
Załącznik 7. 1. 3	Badania geofizyczne.....	157

Załącznik 7. 1. 4	Wiercenia i sondowania	157
Załącznik 7. 1. 5	Badania laboratoryjne	160
Załącznik 7. 1. 6	Liczba przekrojów	161
Załącznik 7. 2	Projektowanie badań na etapie Koncepcji Programowej (KP) lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego z elementami Koncepcji Programowej (STEŚ-R II Etap)	161
Załącznik 7. 2. 1	Kartowanie geologiczno-inżynierskie	161
Załącznik 7. 2. 2	Pomiary geodezyjne	161
Załącznik 7. 2. 3	Badania geofizyczne	163
Załącznik 7. 2. 4	Wiercenia i sondowania	171
Załącznik 7. 2. 5	Badania laboratoryjne	177
Załącznik 7. 2. 6	Liczba przekrojów	182
Załącznik 7. 3	Projektowanie badań na etapie Projektu budowlanego (PB)	182
Załącznik 7. 4	Projektowanie badań na etapie budowy (B)	183
Załącznik 7. 5	Projektowanie badań na etapie eksploatacji (E)	184
Załącznik 7. 5. 1	Projektowanie badań na etapie remontu (R)	184
Załącznik 7. 5. 2	Projektowanie badań na etapie przebudowy (P)	184
Załącznik 7. 6	Listy kontrolne dotyczące dokumentów przedstawiających zaprojektowane badania podłoża budowlanego	186
Załącznik 7. 6. 1	Lista kontrolna – projekt robót geologicznych (PRG) i dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)	186
Załącznik 7. 6. 2	Lista kontrolna – program badań geotechnicznych (PBG)	189
Załącznik 7. 7	Wzory kosztorysów na badania podłoża budowlanego	192
Załącznik 7. 7. 1	Wzór kosztorysu - Etap STEŚ, STEŚ-R I Etap	192
Załącznik 7. 7. 2	Wzór kosztorysu - Etap STEŚ-R II Etap, KP	193
Załącznik 8	Zakres kartowania geologiczno-inżynierskiego	197
Załącznik 9	Pomiary geodezyjne – metodyka pomiarów i opracowania geodezyjno-kartograficzne	199
Załącznik 9. 1	Metody pomiarów geodezyjnych	199
Załącznik 9. 2	Geodezyjne pomiary punktów dokumentacyjnych w tym profili geofizycznych	199
Załącznik 9. 3	Aktualizacja wielkoskalowych podkładów mapowych	200
Załącznik 9. 4	Pomiary fotogrametryczne i skaning laserowy z pułapu lotniczego	200
Załącznik 9. 5	Pomiary fotogrametryczne oraz pomiary wykonywane technologią skaningu laserowego z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych	205
Załącznik 9. 6	Pomiary wykonywane technologią naziemnego skaningu laserowego	211
Załącznik 9. 7	Forma przedstawienia zaktualizowanych danych geodezyjno-kartograficznych oraz pomiarów geodezyjnych	214
Załącznik 10	Pomiary teledetekcyjne – metodyka tworzenia map	216
Załącznik 10. 1	Metody pomiarów teledetekcyjnych	216
Załącznik 10. 2	Metodyka tworzenia map pionowych przemieszczeń powierzchni terenu na podstawie technologii InSAR	218
Załącznik 10. 3	Metodyka tworzenia mapy użytkowania i pokrycia terenu	223
Załącznik 10. 4	Metodyka tworzenia mapy rozkładu wilgotności podłoża budowlanego	225
Załącznik 10. 5	Metodyka tworzenia numerycznego modelu terenu - NMT	229
Załącznik 10. 6	Metodyka tworzenia mapy geomorfologicznej	230
Załącznik 11	Metodyka badań geofizycznych	233
Załącznik 11. 1	Możliwość wyznaczenia parametrów geotechnicznych za pomocą badań geofizycznych	233
Załącznik 11. 2	Metody elektrooporowe	233
Załącznik 11. 2. 1	Sondowania elektrooporowe (VES)	233
Załącznik 11. 2. 2	Tomografia elektrooporowa (ERT)	237
Załącznik 11. 3	Metody sejsmiczne	240

Załącznik 11. 4	Metoda georadarowa	242
Załącznik 11. 5	Metoda konduktometryczna.....	243
Załącznik 11. 6	Metoda grawimetryczna	244
Załącznik 11. 7	Forma przedstawienia wyników badań geofizycznych.....	245
Załącznik 12	Wiercenia i pobór prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych	250
Załącznik 12. 1	Techniki wiertnicze	250
Załącznik 12. 2	Ustalanie kategorii pobierania prób gruntów i skał oraz klasy jakości prób gruntów	257
Załącznik 12. 3	Zalecenia do dobierania próbników do pobierania prób gruntów	261
Załącznik 13	Makroskopowe oznaczenia gruntów, skał i zwietrzelin.....	262
Załącznik 13. 1	Makroskopowe oznaczanie gruntów	262
Załącznik 13. 2	Makroskopowe oznaczanie skał i zwietrzelin.....	266
Załącznik 14	Sondowania.....	273
Załącznik 14. 1	Zasady dobierania sondowań do warunków gruntowych	273
Załącznik 14. 2	Wykaz parametrów geotechnicznych wyznaczanych na podstawie sondowań	274
Załącznik 15	Badania hydrogeologiczne w otworach wiertniczych.....	276
Załącznik 16	Badania laboratoryjne.....	277
Załącznik 16. 1	Zasady klasyfikowania gruntów	277
Załącznik 16. 2	Zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek gruntów	277
Załącznik 16. 3	Zasady klasyfikowania skał.....	281
Załącznik 16. 4	Zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek skał.....	281
Załącznik 17	Masyw skalny	285
Załącznik 17. 1	Kartowanie geologiczno-inżynierskie.....	285
Załącznik 17. 2	Wiercenia badawcze	285
Załącznik 17. 3	Badania geofizyczne	286
Załącznik 17. 4	Badania własności hydraulicznych masywu skalnego, pomiary i obserwacje poziomu zwierciadła wody podziemnej	287
Załącznik 17. 5	Pomiar pierwotnego stanu naprężenia.....	287
Załącznik 17. 6	Badania polowe parametrów wytrzymałościowych.....	288
Załącznik 17. 6. 1	Wytrzymałość na ściskanie	288
Załącznik 17. 6. 2	Wytrzymałość na ścinanie.....	288
Załącznik 17. 7	Badania polowe parametrów odkształceniowych.....	288
Załącznik 17. 8	Metody polowe oparte na pomiarach w otworach wiertniczych lub pomiarach punktowych na konturze obiektu podziemnego	289
Załącznik 17. 9	Klasyfikacje masywu skalnego.....	289
Załącznik 17. 9. 1	Klasyfikacja Bieniawskiego (RMR)	289
Załącznik 17. 9. 2	Klasyfikacja Bartona, Liena i Lunde (Q)	291
Załącznik 17. 9. 3	Klasyfikacja Hoeka - Browna (GSI).....	294
Załącznik 18	Wytyczne wydzielenia warstw gruntów i skał	297
Załącznik 18. 1	Wytyczne wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich.....	297
Załącznik 18. 2	Zasady wydzielenia warstw geotechnicznych.....	299
Załącznik 18. 3	Słowniki na potrzeby wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych 300	
Załącznik 18. 3. 1	Słownik stratygrafii.....	300
Załącznik 18. 3. 2	Słownik genezy	301
Załącznik 18. 3. 3	Słownik genezy i litologii skał.....	302
Załącznik 18. 3. 4	Słownik litologii gruntów na podstawie normy PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2	303
Załącznik 18. 3. 5	Słownik litologii gruntów i skał na podstawie normy PN-B-02480	303
Załącznik 18. 3. 6	Paleta barw dla warstw litologicznych	306
Załącznik 19	Wyniki badań i wartości wyprowadzone.....	309
Załącznik 19. 1	Wyniki badań i wartości wyprowadzone dla gruntów	309

Załącznik 19.2	Wyniki badań i wartości wyprowadzone dla skał	311
Załącznik 20	Warunki geologiczno-inżynierskie	313
Załącznik 20.1	Ustalanie warunków geologiczno-inżynierskich	313
Załącznik 20.2	Ocena warunków geologiczno-inżynierskich	316
Załącznik 20.3	Ocena ryzyka geologicznego	317
Załącznik 20.3.1	Identyfikacja ryzyka geologicznego	317
Załącznik 20.3.2	Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich	319
Załącznik 20.3.3	Ocena wpływu inwestycji na środowisko geologiczne	320
Załącznik 21	Część tekstowa i graficzna dokumentów przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego	321
Załącznik 21.1	Treść i sposób opracowania części tekstowej	321
Załącznik 21.2	Treść i forma części graficznej	323
Załącznik 21.3	Zawartość załączników graficznych	326
Załącznik 21.3.1	Schemat konstrukcji otworu wiertniczego	326
Załącznik 21.3.2	Karta obserwacji terenowych	326
Załącznik 21.3.3	Karta badania geofizycznego	327
Załącznik 21.3.4	Karta wiercenia	327
Załącznik 21.3.5	Karta sondowania	328
Załącznik 21.3.6	Karta badania laboratoryjnego	329
Załącznik 21.3.7	Przekrój hydrogeologiczny	329
Załącznik 21.3.8	Przekrój geofizyczny	330
Załącznik 21.3.9	Przekrój geofizyczno-geologiczny	330
Załącznik 21.3.10	Przekrój geologiczno-inżynierski	331
Załącznik 21.3.11	Przekrój geotechniczny	332
Załącznik 21.3.12	Mapa	332
Załącznik 21.4	Listy kontrolne dotyczące dokumentów przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego	334
Załącznik 21.4.1	Lista kontrolna – dokumentacja hydrogeologiczna (DH) i dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)	334
Załącznik 21.4.2	Lista kontrolna – studium geologiczno-inżynierskie (SGI)	337
Załącznik 21.4.3	Lista kontrolna – dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI) i dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)	339
Załącznik 21.4.4	Lista kontrolna – dokumentacja badań podłoża (DBP)	343
Załącznik 21.5	Wymagania do dokumentacji w zakresie dokumentu elektronicznego ..	346
Załącznik 22	Wymagania do przygotowania danych cyfrowych	348
Załącznik 22.1	Wymagania ogólne do przygotowania danych cyfrowych	348
Załącznik 22.2	Wymagania dla przygotowania dokumentacji tekstowej	351
Załącznik 22.3	Wymagania dla przygotowania danych otworowych	351
Załącznik 22.4	Wymagania dla przygotowania przekrojów	353
Załącznik 22.5	Wymagania dla przygotowania badań laboratoryjnych	354
Załącznik 22.6	Dane geofizyczne - wymagania do przygotowania	355
Załącznik 22.7	Dane geodezyjne - wymagania dla przygotowania	356
Załącznik 22.8	Dane teledetekcyjne - wymagania dla przygotowania	357
Załącznik 22.9	Mapy tematyczne - wymagania dla przygotowania	357
Załącznik 22.10	Organizacja plików w strukturach katalogowych	358
Załącznik 23	Wzory protokołów kontroli	363
Załącznik 23.1	Protokół kontroli potencjału wykonawcy	363
Załącznik 23.2	Protokół kontroli prac terenowych	363
Załącznik 23.3	Protokół kontroli prac laboratoryjnych	364
Załącznik 24	Spis wykorzystanych materiałów	366
Załącznik 24.1	Przepisy prawne	366
Załącznik 24.2	Normy	369
Załącznik 24.3	Wytyczne i instrukcje	373

Załącznik 24. 4	Literatura	375
-----------------	------------------	-----

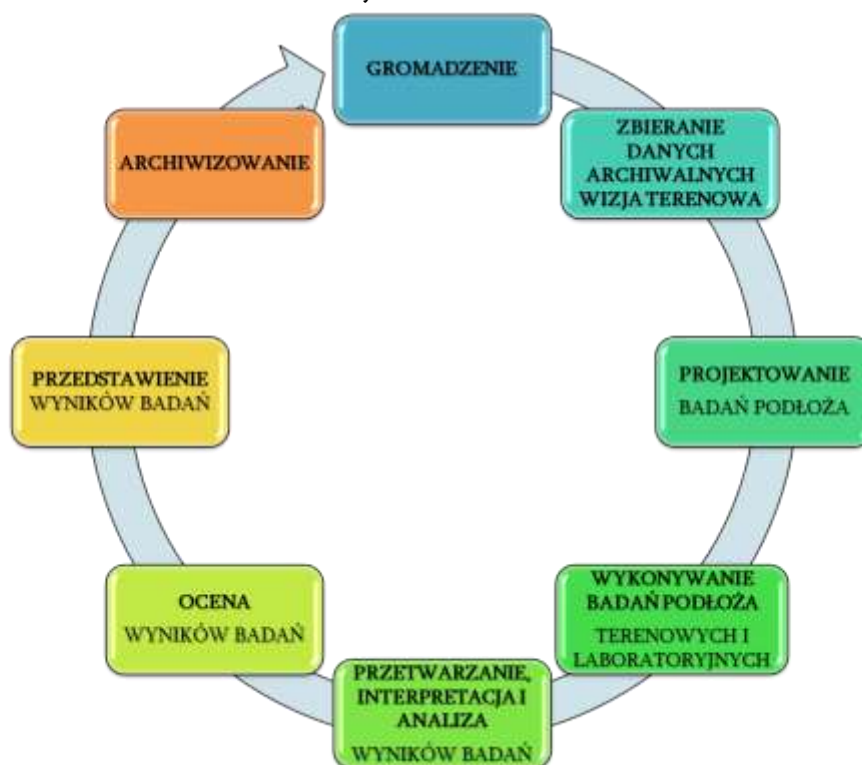
1 Przedmiot i zakres stosowania Wytycznych

Przedmiotem opracowania są wytyczne dokumentowania badań podłoża budowlanego na potrzeby budownictwa drogowego.

Wytyczne stanowią zbiór wymagań, zasad i zaleceń określających sposób postępowania podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego w zależności od etapu procesu inwestycyjnego na potrzeby budownictwa drogowego¹.

Dokumentowanie badań podłoża budowlanego polega na wykonaniu, w określonym celu, na podstawie wymagań inwestora, przepisów prawa, norm, literatury branżowej oraz doświadczenia, prac dokumentacyjnych obejmujących (Rysunek 1):

- zbieranie dostępnych informacji o terenie i danych archiwalnych o podłożu budowlanym,
- projektowanie i wykonywanie badań podłoża budowlanego w tym badań terenowych i laboratoryjnych,
- przetwarzanie, interpretację, analizę i ocenę wyników badań,
- przedstawianie wyników badań w określonej formie,
- gromadzenie i archiwizowanie danych.



Rysunek 1 Zakres prac dokumentacyjnych

¹ Wymagania (W) należy rozumieć, jako czynności obowiązkowe i niezbędne do stosowania, od których nie ma odstępstw. W wytycznych stosuje się pojęcie niewymagany (NW), czyli nieobowiązkowy do stosowania, wykonywany opcjonalnie lub w uzgodnieniu z Inwestorem.

Zalecenia (Z) zdefiniowano, jako rekomendacje do stosowania wynikające z dobrych praktyk, norm i doświadczenia, nieobowiązkowe. Zalecenia mogą mieć ograniczoną przydatność do stosowania (zalecane z ograniczeniami - Z/O) lub mogą być nieprzydatne z uwagi na np.: cel badań, koszt, czasochłonność, warunki stosowania metody (niezalecane - NZ).

Zasady (S) to standardowy sposób postępowania, ustalony na mocy przepisów prawa, norm lub literatury branżowej, od których są odstępstwa w uzasadnionych przypadkach.

Badania podłoża budowlanego (gruntowego) to zespół czynności terenowych i laboratoryjnych wykonywanych w określonym celu na podstawie projektu robót geologicznych/programu badań geotechnicznych na wyznaczonym granicami obszarze badań (Rysunek 4) w różnych etapach procesu inwestycyjnego.

Z uwagi na krajowe przepisy prawa w wytycznych stosuje się następujący podział dokumentowania i badań podłoża budowlanego (Rysunek 2):

- dokumentowanie hydrogeologiczne i badania hydrogeologiczne prowadzone zgodnie z zapisami ustawy prawo geologiczne i górnicze, które obejmują strefę przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich),
- dokumentowanie i badania geologiczno-inżynierskie prowadzone zgodnie z zapisami ustawy prawo geologiczne i górnicze, które dotyczą strefy stwierdzonego lub przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich) oraz strefy stwierdzonego lub przewidywanego wpływu środowiska geologicznego na obiekty i procesy wywołane przez budownictwo (strefa oddziaływań geologicznych),
- dokumentowanie i badania geotechniczne prowadzone zgodnie z zapisami ustawy prawo budowlane, które odnoszą się do strefy stwierdzonego lub przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich).

Podczas dokumentowania hydrogeologicznego, geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego należy korzystać z tych samych narzędzi, norm oraz dobrych praktyk w celu ich wzajemnego uzupełniania i porównywania.

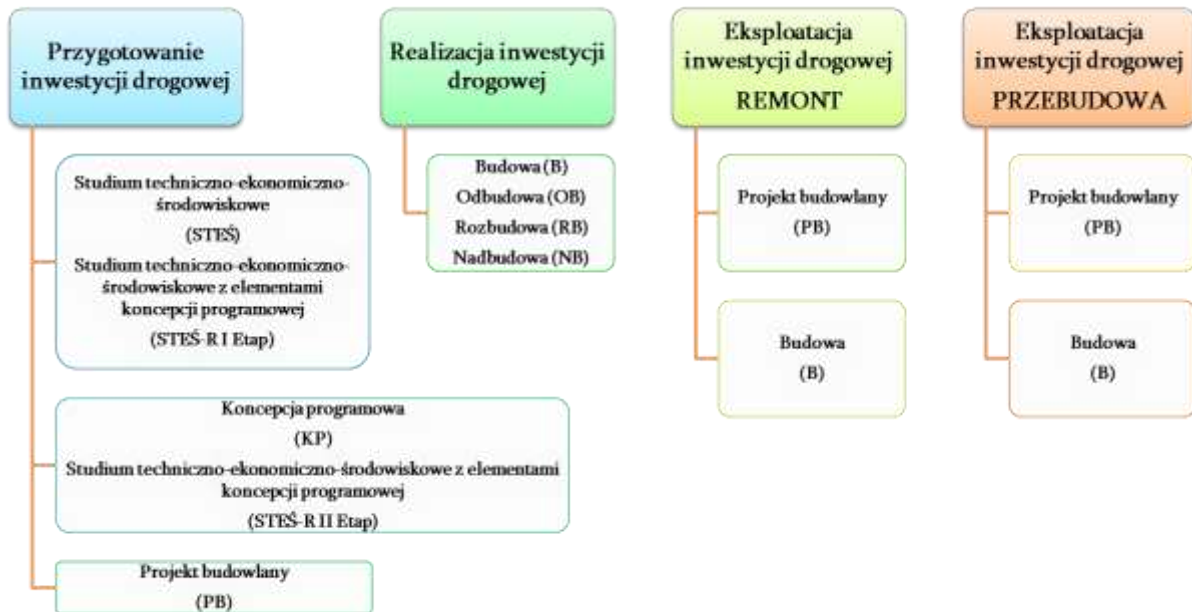


Rysunek 2 Dokumentowanie badań podłoża budowlanego

Niniejsze wytyczne mają zastosowanie do następujących etapów przygotowania i realizacji inwestycji oraz ich eksploatacji wskazanych w zarządzeniach Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad (Rysunek 3):

- Studium Korytarzowe (SK),
- Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe (STeŚ),

- Koncepcji Programowej (KP),
- Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe z elementami Koncepcji Programowej (STEŚ-R I Etap, II Etap),
- Projektu budowlanego (PB) na etapie przygotowania inwestycji drogowej,
- Projektu budowlanego (PB) na etapie eksploatacji drogi w zakresie remontu (R) i przebudowy (P),
- Budowy (B), odbudowy (OB), rozbudowy (RB), nadbudowy (NB).



Rysunek 3 Etapy procesu inwestycyjnego

Wytyczne dotyczą rozpoznania podłoża budowlanego dla następujących klas dróg zarządzanych przez Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad:

- A - autostrady,
- S - drogi ekspresowe,
- GP - drogi główne ruchu przyspieszonego,
- G - drogi główne,
- Z - drogi zbiorcze,
- L - drogi lokalne,
- D - drogi dojazdowe.

Prace dokumentacyjne prowadzi się na obszarze badań, który obejmuje (Rysunek 4):

- wariant (STEŚ, STEŚ-R I Etap),
- pas drogowy (STEŚ-R II Etap, KP, PB, B),
- drogowe obiekty inżynierskie (DOI),
- wyposażenie techniczne dróg (WTD),
- infrastrukturę techniczną niezwiązaną z drogą (ITND),
- inne obiekty (IO)

oraz

- strefę buforową (SB), czyli obszar poza pasem drogowym/wariantem, wyznaczony w wymaganej odległości od osi drogi/osi wariantu ustalonej indywidualnie dla każdego etapu badań (rozdział 4),

- strefę zagrożeń (SZ), czyli obszar poza pasem drogowym/wariantem i strefą buforową, który wyznaczają granice zagrożeń mających wpływ na obiekty budowlane zidentyfikowane poza pasem drogowym/wariantem i strefą buforową,
- rejon i region (RiR), w którym jest planowana lokalizacja lub jest zlokalizowana inwestycja drogowa (w zależności od etapu inwestycji).



Rysunek 4 Obszar badań

Wytyczne określają minimalny zakres prac dokumentacyjnych potrzebny do rozpoznania podłoża budowlanego na potrzeby budownictwa drogowego (Tabela 1, rozdział 4, Załącznik 7).

Tabela 1 Wymagania dotyczące zakresu prac dokumentacyjnych na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego

Etapy procesu inwestycyjnego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ STEŚ-R I Etap	KP STEŚ-R II Etap	PB	B OB, RB, NB	R/P	
						PB	B
Zakres prac dokumentacyjnych							
Zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym w tym wizja terenowa	W	W	W	W	W	W	W
Projektowanie badań podłoża	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Wykonywanie badań podłoża budowlanego (badania terenowe i laboratoryjne)	NW	W	W	Z	Z	Z/W	Z/W
Przetwarzanie, interpretacja i analiza wyników badań	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Ocena wyników badań	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Przedstawienie wyników badań	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Gromadzenie wyników badań	W	W	W	W	W	W	W
Archiwizowanie wyników badań	W	W	W	W	W	W	W

W - wymagane; NW - niewymagane; Z- zalecane;

Wytyczne wskazują rodzaj badań podłoża budowlanego konieczny do zaprojektowania i wykonania na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego (Tabela 2).

Tabela 2 Wymagania dotyczące stosowania badań na poszczególnych etapach procesu inwestycyjnego

Etapy procesu inwestycyjnego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	B OB, RB, NB	R/P	
						PB	B
Rodzaj badań podłoża budowlanego							
Kartowanie hydrogeologiczne	NW	W	Z	Z	Z	Z	Z
Kartowanie geologiczno-inżynierskie	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Pomiary geodezyjne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z

Rodzaj badań podłoża budowlanego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ STEŚ-R Etap I	KP STEŚ-R Etap II	PB	B OB, RB, NB	R/P	
						PB	B
Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Badania geofizyczne	NW	W	W	Z	Z	Z/W	Z/W
Wiercenia w tym makroskopowe oznaczenie gruntów i skał oraz pobór prób gruntów, skał i wód podziemnych do badań laboratoryjnych	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Sondowania	NW	Z	W	Z	Z	Z/W	Z/W
Badania laboratoryjne	NW	Z/W	W	Z	Z	Z	Z
Badania hydrogeologiczne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Badania środowiskowe	NW	W	W	W	W	W	W

W - wymagane; NW - niewymagane; Z - zalecane;

Wytyczne zakładają, że badania podłoża budowlanego wykonane na wcześniejszych etapach inwestycji (badania archiwalne), stanowią podstawę do zaprojektowania badań podłoża na kolejnym etapie (badania projektowane). Wymaga się, aby zsumowany zakres badań: archiwalnych i projektowanych spełniał minimalny zakres badań wymaganych dla danego etapu inwestycji (rozdział 4, Załącznik 7).

Gdy zakres badań archiwalnych spełnia wymagania jak dla danego etapu inwestycji, wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- Wykonawca uzna za konieczne rozpoznanie podłoża na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- zaprojektowane rozwiązania techniczne nie są zgodne z rozwiązaniami przyjętymi w STEŚ-R II Etap lub w Koncepcji Programowej, (pod które zrealizowano badania) lub wykraczają poza zakres rozpoznania zrealizowanego na potrzeby zatwierdzonej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- w każdym innym przypadku, gdy wymóg ich wykonania wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Podczas dokumentowania badań podłoża wymaga się stosowania terminów i definicji podanych w załączniku (Załącznik 1). Wymaga się, aby pozostałe określenia podstawowe były zgodne z obowiązującymi przepisami prawa krajowego, aktualnymi Polskimi Normami (w szczególności PN-EN 1997-1, PN-EN 1997-2) oraz określeniami podanymi w umowach lub opisach przedmiotu zamówienia.

Wytyczne są przeznaczone do stosowania łącznie z wymaganiami inwestora, obowiązującymi przepisami prawa oraz normami (Załącznik 24), których status należy sprawdzać przed każdym etapem projektowania i wykonywania badań podłoża. W badaniach podłoża można stosować normy wycofane z katalogu Norm Polskich, normy zagraniczne lub zwalidowane procedury badawcze po podaniu uzasadnienia.

W pracach dokumentacyjnych należy wykorzystywać zapisy Eurokodu 7, który podaje zasady oraz reguły stosowane w rozpoznaniu i badaniu podłoża budowlanego oraz katalog metod badawczych podany w załączniku (Załącznik 2).

Podstawą rozpoznania podłoża budowlanego są punkty dokumentacyjne, czyli miejscach, w których wykonywane są bezpośrednie obserwacje, pomiary i badania charakteryzujące podłoże

budowlane.

Podstawowymi punktami dokumentacyjnymi są wiercenia (rozdział 5.4).

Wiercenia uzupełnia się innymi badaniami z katalogu metod badawczych m.in: sondowaniami, badaniami geofizycznymi, pomiarami geodezyjnymi, badaniami laboratoryjnymi.

W celu uzyskania w profilu pionowym jakościowej i ilościowej charakterystyki właściwości fizyczno-mechanicznych podłoża budowlanego stosuje się węzły badawcze składające się z minimum jednego sondowania i jednego wiercenia, z którego pobiera się próby gruntów i skał do badań laboratoryjnych.

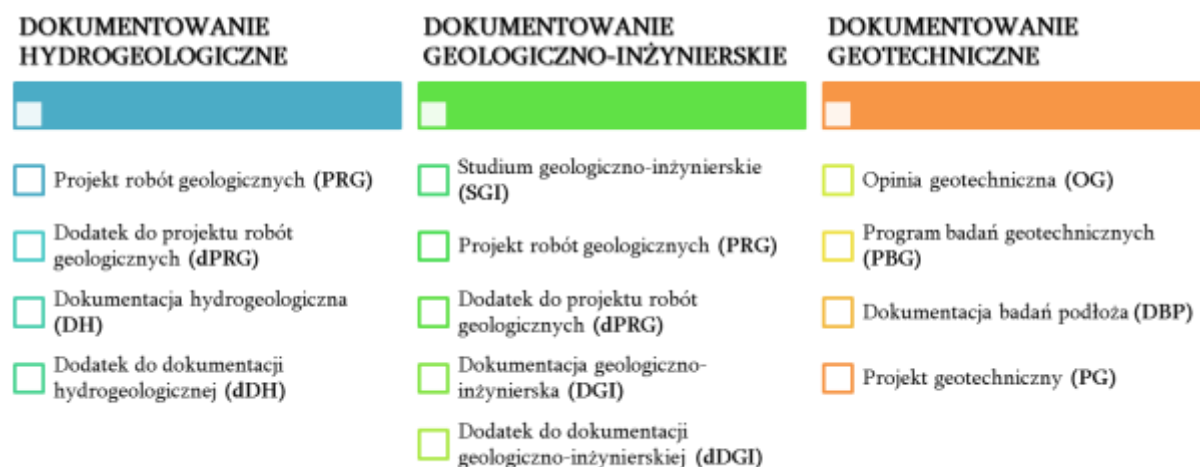
W wytycznych dodatkowo określono minimalny zakres prac, który należy wykonać podczas dokumentowania geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego w zakresie:

- pomiarów i badań hydrogeologicznych (poza zakresem dokumentacji hydrogeologicznej),
- badań środowiskowych (w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń podczas wierceń i kartowania geologiczno-inżynierskiego).

Wytyczne odnoszą się do następujących podstawowych dokumentów dotyczących badań podłoża budowlanego (Rysunek 5, Tabela 3, rozdział 8.5):

- Projekt robót geologicznych (PRG),
- Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG),
- Program badań geotechnicznych (PBG),
- Studium geologiczno-inżynierskie (SGI),
- Dokumentacja hydrogeologiczna (DH),
- Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH),
- Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI),
- Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI),
- Dokumentacja badań podłoża (DBP (GIR)).

Wytyczne nie dotyczą opinii geotechnicznej i projektu geotechnicznego.



Rysunek 5 Dokumenty podstawowe

Dokumenty uzupełniające do wyżej wymienionych opracowań to (Rysunek 6):

- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych (SPG) lub rozdział w dokumentach podstawowych,
- Dokumentacja badań geofizycznych (DBG), która może być zastąpiona rozdziałem w dokumencie podstawowym,
- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych (SPT) lub rozdział w

- dokumentach podstawowych,
- Sprawozdanie z wizji lokalnej (SWL) lub rozdział w dokumentach podstawowych,
 - Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego (DKGI) lub rozdział w dokumentach podstawowych,
 - Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego (DKH) lub rozdział w dokumentach podstawowych,
 - Raport z wierceń (RW) lub rozdział w dokumentach podstawowych,
 - Raport z sondowań (RS) lub rozdział w dokumentach podstawowych,
 - Raport z badań laboratoryjnych (RBL) lub rozdział w dokumentach podstawowych.

**DOKUMENTY
UZUPEŁNIAJĄCE**

- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych (SPG)
- Dokumentacja badań geofizycznych (DBG)
- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych (SPT)
- Sprawozdanie z wizji lokalnej (SWL)
- Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego (DKGI)
- Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego (DKH)
- Raport z wierceń (RW)
- Raport z sondowań (RS)
- Raport z badań laboratoryjnych (RBL)
- lub rozdział w dokumencie podstawowym

Rysunek 6 Dokumenty uzupełniające

W zależności od podstawy prawnej zaprojektowane badania oraz wyniki badań podłoża przedstawia się w podstawowych dokumentach, które osoba sporządzająca dokument dobiera zgodnie z tabelą (Tabela 3). Dokumenty uzupełniające mogą stanowić załącznik do dokumentu podstawowego lub na ich podstawie opracowuje się rozdziały w dokumencie podstawowym.

Tabela 3 Podstawowe dokumenty dotyczące badań podłoża budowlanego

Etap procesu inwestycyjnego		Podstawa prawna	Rodzaj dokumentowania	Rodzaj dokumentu	Osoba sporządzająca dokument
Etap przygotowania	STEŚ STEŚ-R I Etap	Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie hydrogeologiczne	PRG ¹⁾ DH ³⁾	Dokumentator hydrogeologiczny
		-	Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie	SGI ⁴⁾	Dokumentator geologiczno-inżynierski
	KP STEŚ-R II Etap	Prawo budowlane	Dokumentowanie geotechniczne	OG ⁵⁾	Projektant we współpracy z Dokumentatorem geotechnicznym
		Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie hydrogeologiczne	dPRG ¹⁾ dDH ³⁾	Dokumentator hydrogeologiczny
		Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie	PRG ¹⁾ DGI ³⁾	Dokumentator geologiczno-inżynierski
	PB	Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie hydrogeologiczne	dPRG ¹⁾ dDH ³⁾	Dokumentator hydrogeologiczny
		Prawo geologiczne i górnicze	Dokumentowanie geologiczno-inżynierskie	dPRG ¹⁾ dDGI ³⁾	Dokumentator geologiczno-inżynierski
		Prawo	Dokumentowanie	PBG ²⁾	Dokumentator geotechniczny we

Etapy procesu inwestycyjnego		Podstawa prawna	Rodzaj dokumentowania	Rodzaj dokumentu	Osoba sporządzająca dokument
		budowlane	geotechniczne		współpracy z Projektantem
				OG ⁵⁾	Projektant we współpracy z Dokumentatorem geotechnicznym
				DBP (GIR) ³⁾	Dokumentator geotechniczny we współpracy z Projektantem
				PG (GDR) ⁵⁾	Projektant we współpracy z Dokumentatorem geotechnicznym
Etap realizacji	B	Prawo budowlane	Dokumentowanie geotechniczne	PBG ²⁾	Dokumentator geotechniczny we współpracy z Projektantem
				OG ⁵⁾	Projektant we współpracy z Dokumentatorem geotechnicznym
				DBP (GIR) ³⁾	Dokumentator geotechniczny we współpracy z Projektantem
				PG (GDR) ⁵⁾	Projektant we współpracy z Dokumentatorem geotechnicznym
	Prawo budowlane	Dokumentowanie geotechniczne	RBK ⁴⁾	Dokumentator geotechniczny	
Prawo budowlane	Dokumentowanie geotechniczne	RM ⁴⁾	Dokumentator geotechniczny		
Etap eksploatacji	R/P	PB	Jak dla etapu PB		
		B	Jak dla etapu B		
<p>1) - Formy przedstawiania projektowanych badań podłoża budowlanego, które posiadają podstawę prawną:</p> <ul style="list-style-type: none"> – PRG - projekt robót geologicznych (rozdział 4.3); – dPRG - dodatek do projektu robót geologicznych (rozdział 4.3); <p>2) - Formy przedstawiania projektowanych badań podłoża budowlanego, które nie posiadają podstawy prawnej:</p> <ul style="list-style-type: none"> – PBG - program badań geotechnicznych (rozdział 4.3); <p>3) - Formy przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego, które posiadają podstawę prawną:</p> <ul style="list-style-type: none"> – DH - dokumentacja hydrogeologiczna (zgodnie z odrębnymi wymaganiami); – dDH - dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (zgodnie z odrębnymi wymaganiami); – DGI - dokumentacja geologiczno-inżynierska; – dDGI - dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej; – DBP (GIR) - dokumentacja badań podłoża; <p>4) - Formy przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego, które nie posiadają podstawy prawnej:</p> <ul style="list-style-type: none"> – SGI - studium geologiczno-inżynierskie; – RBK - raporty z badań kontrolnych (zgodnie z odrębnymi wymaganiami); – RM - raporty z monitoringu (zgodnie z odrębnymi wymaganiami); <p>5) - Inne formy dotyczące badań podłoża budowlanego, które posiadają podstawę prawną:</p> <ul style="list-style-type: none"> – OG - opinia geotechniczna (zgodnie z odrębnymi wymaganiami); na kolejnych etapach wymagana aktualizacja opinii sporządzonej na etapie KP, STEŚ-R II Etap – PG (GDR) - projekt geotechniczny (zgodnie z odrębnymi wymaganiami); 					

Wytyczne wprowadzają standardy w dokumentowaniu badań podłoża budowlanego oraz nakładają obowiązek gromadzenia, w trakcie całego procesu inwestycyjnego, danych o terenie, środowisku geologicznym i zmianach, jakie w nich zachodzą wskutek budowy i eksploatacji, w celu dostarczania informacji wszystkim uczestnikom tego procesu.

Wytyczne są przeznaczone dla uczestników procesu inwestycyjnego: inwestorów, projektantów, wykonawców badań podłoża, dokumentatorów, wykonawców robót budowlanych, nadzoru

budowlanego, organów administracji państwowej i samorządowej (Rysunek 7).



Rysunek 7 Główni uczestnicy procesu dokumentowania badań podłoża budowlanego

Wytoczne oparte są na następujących założeniach:

- dokumentator i projektant posiadają odpowiednią wiedzę, doświadczenie i kwalifikacje,
- istnieje stała współpraca między inwestorem, projektantem, dokumentatorem/zespołem dokumentatorów oraz wykonawcą badań podłoża,
- osobą odpowiedzialną za zaprojektowanie badań podłoża jest dokumentator/zespół dokumentatorów, który uzgadnia zakres prac dokumentacyjnych z projektantem i inwestorem,
- osobą odpowiedzialną za przedstawienie, w odpowiedniej formie (rozdział 8.5), wyników badań podłoża jest dokumentator/zespół dokumentatorów,
- w zależności od potrzeb dokumentator/zespół dokumentatorów współpracuje z osobami posiadającymi kwalifikacje i doświadczenie m.in. w geodezji, geofizyce, hydrogeologii, hydrologii i innych, które wspomagają dokumentowanie badań podłoża,
- Dokumentator/zespół dokumentatorów korzysta z danych zgromadzonych na poprzednich etapach przygotowania, realizacji inwestycji lub eksploatacji drogi oraz je archiwizuje.

Wytoczne uwzględniają stan prawny na dzień 30 czerwca 2018 r.

2 Wymagania formalno-prawne i krajowe w zakresie dokumentowania badań podłoża budowlanego w drogownictwie (stan na 30.06.2018 r.)

Wymagania krajowe w zakresie dokumentowania badań podłoża na potrzeby budownictwa drogowego regulują:

- przepisy prawa (ustawy i rozporządzenia),
- normy (aktualne i wycofane),
- dokumenty branżowe (instrukcje, zarządzenia),
- dokumentacje przetargowe (opis przedmiotu zamówienia, projekt umowy, specyfikacje techniczne i inne),
- umowy/kontrakty.

Przed rozpoczęciem prac dokumentacyjnych w zakresie badań podłoża na potrzeby budownictwa drogowego wymaga się (Tabela 4):

- każdorazowego sprawdzania aktualizacji aktów prawnych,
- zapoznania się z treścią aktów prawnych,
- ustalenia podstawy prawnej wykonania badań podłoża, w tym typu dokumentowania badań podłoża (hydrogeologiczne, geologiczno-inżynierskie, geotechniczne),
- określenia metod badań i przypisanie im normy, procedury, pozycji literatury zgodnie, z którymi badania podłoża zostaną wykonane,
- przedstawienia zaprojektowanych badań w odpowiedniej formie, w tym uzgodnienie zaprojektowanych badań z Inwestorem,
- przedstawienia wyników badań podłoża w odpowiedniej formie,
- postępowania zgodnie z procedurą administracyjną, jeśli jest wymagana.

Tabela 4 Wymagania formalno-prawne dotyczące dokumentowania badań podłoża

Dokumentowanie	Geologiczno-inżynierskie	Geotechniczne
Podstawa prawna	Prawo geologiczne i górnicze	Prawo budowlane
Rodzaj badań	Badania geologiczno-inżynierskie Badania hydrogeologiczne (w tym badania środowiskowe)	Badania geotechniczne
Metodyka wykonania badań (normalizacja)	Nie określono	PN-EN 1997-2 łącznie z normami uzupełniającymi oraz specyfikacjami technicznymi lub dokumentami określonymi przez inwestora, projektanta
Projektowanie badań (forma przedstawiania zaprojektowanych badań)	Projekt robót geologicznych Dodatek do Projektu robót geologicznych (określa rozporządzenie)	Program badań geotechnicznych (określa norma PN-EN 1997-2)
Dokumentacja badań (forma przedstawiania wyników badań podłoża)	Dokumentacja geologiczno-inżynierska Dodatek do Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej Dokumentacja hydrogeologiczna Dodatek do Dokumentacji hydrogeologicznej (określa rozporządzenie)	Opinia geotechniczna Dokumentacja badań podłoża (określa rozporządzenie, norma PN-EN 1997-2)
Procedury administracyjne	Podlega procedurze administracyjnej. Wymaga: <ul style="list-style-type: none"> – opinii wójta (burmistrza, prezydenta miasta), – decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych, dokumentację geologiczno-inżynierską i dokumentację hydrogeologiczną, – uzgodnień, opinii i decyzji dodatkowo wymaganych w procedurze administracyjnej związanej z zatwierdzeniem, – zgłoszenia zamiaru rozpoczęcia robót geologicznych: organowi administracji geologicznej, wójtowi (burmistrzowi, prezydentowi miasta), terenowemu organowi 	Podlega procedurze administracyjnej w ramach pozwolenia na budowę lub zezwolenia na realizację inwestycji drogowej (ZRID)

	<p>administracji morskiej, organowi nadzoru górniczego,</p> <ul style="list-style-type: none"> – zawiadomienia właściwego organu administracji geologicznej i państwowej służby geologicznej o zamierzonym poborze próbek w wyniku robót geologicznych, – zgody właścicieli lub zarządców na wykonanie robót geologicznych, – bieżącego dokumentowania przebiegu prac geologicznych, w tym robót geologicznych, oraz ich wyników. 	
--	--	--

2.1 Wymagania prawne

Przepisy prawa dotyczące dokumentowania badań podłoża dla budownictwa drogowego zawierają następujące akty prawne:

- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 16 października 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo geologiczne i górniczne
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji,
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 czerwca 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo budowlane,
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych,
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie,
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego,
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 kwietnia 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo ochrony środowiska
- Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko.

Obowiązujące w kraju przepisy prawa budowlanego oraz prawa geologicznego i górniczego nie nakładają obowiązku wykonywania badań podłoża na potrzeby budownictwa w tym budownictwa drogowego (stan na 31 czerwca 2018 r.).

Ustawa prawo geologiczne i górniczne określa rodzaje dokumentacji geologiczno-inżynierskiej natomiast nie precyzuje, w jakich przypadkach jest niezbędne ich opracowanie.

Ustawa prawo budowlane wskazuje, że projekt budowlany powinien zawierać w zależności od potrzeb, wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych.

W warunkach krajowych zagadnienia związane z opracowaniami geodezyjnymi i

kartograficznymi dotyczącymi czynności geodezyjnych na potrzeby budownictwa są regulowane ustawami:

- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 października 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo geodezyjne i kartograficzne,
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 czerwca 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo budowlane.

oraz rozporządzeniami związanymi z przedmiotem wytycznych:

- Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych z dnia 15 października 2012 r.,
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego z dnia 9 listopada 2011 r.
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa w sprawie ewidencji gruntów i budynków z dnia 29 marca 2001 r.,
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji w sprawie udostępniania materiałów państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, wydawania licencji oraz wzoru Dokumentu Obliczenia Opłaty z dnia 9 lipca 2014 r.,
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie z dnia 21 lutego 1995 r.,
- Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie rodzajów kartograficznych opracowań tematycznych i specjalnych z dnia 3 października 2011 r.,
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu,
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych,
- Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 21 października 2015 r. w sprawie powiatowej bazy GESUT i krajowej bazy GESUT.

Uwaga: Załącznik 3 podaje szczegółowe informacje dotyczące:

- przepisów prawa geologicznego i górniczego,
- przepisów prawa budowlanego,
- przepisów prawa geodezyjnego i kartograficznego,
- procedur administracyjnych wymaganych podczas prac dokumentacyjnych.

2.2 Zasady stosowania norm

Cele i zasady normalizacji oraz stosowania Polskich Norm podaje ustawa o normalizacji. Zgodnie z przepisami prawa normalizacyjnego oraz stanowiskiem Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (PKN), który pełni rolę krajowej jednostki normalizacyjnej, zasady stosowania norm są następujące:

- stosowanie norm jest dobrowolne,
- powołanie się na normę w przepisie prawnym niższego rzędu, np. w rozporządzeniu ministra, nie zmienia jej dobrowolnego statusu,
- zmiana statusu dobrowolności stosowania normy musi być wyraźnie wskazana w postanowieniach innej ustawy,

- obowiązek stosowania normy może nałożyć umowa/kontrakt zawierany pomiędzy stronami. Obowiązek ten wiąże wyłącznie strony umowy/kontraktu, a zastosowanie, do obowiązku stosowania normy, mają przepisy kodeksu cywilnego,
- Polska Norma (PN) to norma o zasięgu krajowym, przyjęta w drodze konsensu i zatwierdzona przez krajową jednostkę normalizacyjną (PKN), powszechnie dostępna oraz oznaczona symbolem PN,
- stosuje się nową numerację polskich norm (PN), wprowadzoną przez PKN. Normy wydawane przez International Organization for Standardization (ISO) mają na początku oznaczenie - ISO. Normy wydawane przez European Committee for Standardization (CEN) mają oznaczenie EN (Europejska Norma). Po oznaczeniu dodaje się numer normy. Po numerze i dwukropku wskazywany jest rok wydania normy. Za rokiem publikacji po myślniku, umieszczony jest odnośnik, zawierający informację o miesiącu publikacji np.: EN 9001:2008-03. W przypadku, kiedy CEN przyjmuje normy ISO, jako normy wydawane przez siebie do oznaczenia ISO dodawany jest przedrostek EN np.: EN ISO 9001:2008-03. Po przyjęciu normy ISO lub EN przez PKN, na początku dodaje się oznaczenie wydawcy krajowego, w przypadku Polski - PN np.: PN-EN ISO 9001:2008-03. Na końcu numeru normy umieszczony jest symbol oznaczający wersję językową normy (E - wersja w języku angielskim, P - wersja w języku polskim, F - wersja w języku francuskim, D - wersja w języku niemieckim) np.: PN-EN ISO 9001:2009-03 (P). Normy mogą być opatrzone elementami dodatkowymi typu: zmiana do PN (A, Az), poprawka do PN (AC, Ap), dodatek do normy (Ad, ADD), arkusz krajowy (Ak), arkusz interpretacyjny (IS), załącznik krajowy (NA),
- Polska Norma może być także wprowadzeniem normy europejskiej lub międzynarodowej w języku oryginału,
- wykaz Europejskich Norm zharmonizowanych jest umieszczony w Dzienniku Urzędowym UE, a ich krajowa implementacja w Monitorze Polskim,
- Europejskie Normy zharmonizowane są również normami do dobrowolnego stosowania,
- Polska Norma jest dokumentem normatywnym odzwierciedlającym aktualny stan wiedzy technicznej,
- zmiany w wiedzy technicznej powodują dezaktualizację treści normy, co skutkuje wycofaniem normy z katalogu aktualnych Polskich Norm,
- norma wycofana może być zastąpiona normą aktualną, która zawiera bardziej nowoczesne rozwiązania lub nie jest zastępowana w przypadku utraty aktualności w zakresie tematyki objętej normą,
- nie ma zakazu stosowania norm wycofanych,
- obowiązek stosowania norm wycofanych może nałożyć umowa/kontrakt zawierany pomiędzy stronami (patrz wyżej),
- Polskie Normy posiadają zabezpieczenia przed kopiowaniem i są dostępne w trzech formach: papierowej, elektronicznej na CD, elektronicznej, jako plik do pobrania.

Zaleca się korzystać ze strony Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w celu uzyskania aktualnej informacji w zakresie statusu i stosowania Polskich Norm.

Uwaga: Załącznik 4 podaje dodatkowe informacje dotyczące:

- Eurokodu,
- norm geodezyjnych.

2.3 Zasady przygotowania i realizacji inwestycji drogowych oraz eksploatacji dróg publicznych

Zasady przygotowania i realizacji inwestycji drogowych oraz eksploatacji w zakresie dróg publicznych regulują m.in.:

- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 listopada 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o drogach publicznych,
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 lipca 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych.

Ustawa o drogach publicznych dzieli drogi publiczne na następujące kategorie:

- drogi krajowe,
- drogi wojewódzkie,
- drogi powiatowe,
- drogi gminne.

Zarządcami dróg są odpowiednio:

- Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad,
- zarząd województwa,
- zarząd powiatu,
- wójt (burmistrz, prezydent miasta).

Ustawa o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych określa zasady i warunki przygotowania inwestycji w zakresie dróg publicznych.

Zarządcy dróg opracowują i wdrażają do stosowania wymagania szczegółowe w zakresie przygotowania i realizacji inwestycji drogowych oraz ich eksploatacji.

Dla dróg krajowych wyróżnia się następujące etapy przygotowania i realizacji inwestycji oraz ich eksploatacji (etapy procesu inwestycyjnego) wskazane w zarządzeniach Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad (elementy podkreślone wymagają dokumentowania badań podłoża budowlanego):

- **Przygotowanie(projektowanie) inwestycji drogowej w tym:**
 - faza projektowania wstępnego:
 - Studium sieciowe (SS),
 - faza uzyskania decyzji administracyjnych:
 - dla uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach:
 - ✓ Studium korytarzowe (SK),
 - **Studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe (STES).**
 - **Studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe z elementami koncepcji programowej (STES-R I Etap).**
 - dla uzyskania decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej:
 - ✓ **Koncepcja programowa (KP).**
 - ✓ **Studium techniczno-ekonomiczno-środowiskowe z elementami koncepcji programowej (STES-R II Etap).**
 - ✓ **Projekt budowlany (PB).**
 - faza projektowania uzupełniającego i końcowego:
 - ✓ Opracowania z zakresu ochrony środowiska,
 - ✓ **Dokumentacja do robót budowlanych wykonywanych na zgłoszenie.**
 - ✓ Opracowania z zakresu organizacji ruchu drogowego,
 - ✓ Dokumentacja przetargowa,
 - ✓ Dokumentacja przetargowa dla systemu projektuj i buduj (Program Funkcjonalno-Użytkowy PFU),

- faza uzyskania zewnętrznych środków inwestycyjnych:
 - ✓ Studium wykonalności (SW),
 - ✓ Rezultaty Studium wykonalności (RSW),
- Realizacja inwestycji drogowej:
 - budowa (B),
 - odbudowa (OB),
 - rozbudowa (RB),
 - nadbudowa (NB),
- Eksploatacja inwestycji drogowej w tym:
 - Utrzymanie (U),
 - Przebudowa (P) i remont (R):
 - Dokumentacja budowlana:
 - ✓ Projekt Budowlany (w koniecznym zakresie) obiektu (PBs),
 - ✓ Projekt Wykonawczy inwestycji drogowej (PWs) - (zależnie od potrzeb),
 - Dokumentacja do decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach (DSU),
 - Dokumentacja Projektowa (Przetargowa) (DP) (zależnie od potrzeb).

Rekomenduje się, aby wytyczne były implementowane przez pozostałych zarządców dróg w celu wprowadzania standardów w wykonywaniu prac dokumentacyjnych w zakresie rozpoznania i badania podłoża budowlanego. Ogólnokrajowa standaryzacja umożliwi wymianę doświadczeń i porównywalność informacji o podłożu budowlanym oraz o otaczającym środowisku i jego zmianach w związku z powstaniem obiektu drogowego.

Uwaga: Załącznik 5 podaje uzupełniające informacje dotyczące etapów procesu inwestycyjnego dla dróg krajowych w podziale na:

- Etapy przygotowania nowych inwestycji drogowych,
- Etap realizacji inwestycji drogowej,
- Etap eksploatacji istniejących dróg.

3 Wytyczne zbierania i analizowania informacji o terenie, danych archiwalnych o podłożu budowlanym oraz prowadzenia wizji terenowej

Zbieranie i analizę informacji o terenie oraz danych archiwalnych o podłożu budowlanym należy wykonać dla obszaru badań na każdym etapie inwestycyjnym.

Zbieranie informacji i danych polega na:

- przeprowadzeniu przeglądu stron i portali internetowych instytucji, które udostępniają dane przez portale internetowe np.: urzędy gmin, starostwa powiatowe, urzędy marszałkowskie i wojewódzkie, straż pożarna, Wody Polskie, GIOŚ, RDOŚ, WIOŚ, państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny, instytucje udostępniające dane satelitarne, archiwa państwowe i prywatne, firmy i przedsiębiorstwa, instytuty badawcze, szkoły wyższe, biblioteki i inne (np.: Tabela 21 - Załącznik 6. 1),
- pozyskaniu dostępnych materiałów publikowanych i archiwalnych nieudostępnionych na stronach internetowych,
- przeprowadzeniu wizji terenowej (Załącznik 6. 4).

Zebrane materiały powinny dostarczyć informacji o:

- lokalizacji na tle podziału administracyjnego kraju,
- obszarach chronionych,
- zagospodarowaniu terenu w tym historii zabudowy i planów zagospodarowania przestrzennego,
- historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi,
- bezpośrednich zagrożeniach szkodą w środowisku i szkodach w środowisku,
- prowadzonych, planowanych i zlikwidowanych inwestycjach budowlanych,
- prowadzonej, planowanej lub zakończonej działalności górniczej i przemysłowej,
- topografii, fizjografii i hydrografii, geomorfologii,
- złożoności budowy geologicznej, warunków geologicznych/gruntowych,
- warunkach hydrogeologicznych/wodnych,
- zagrożeniach geologicznych w tym procesach i zjawiskach geologicznych i geodynamicznych oraz procesach i zjawiskach antropogenicznych (wywołanych działalnością człowieka),
- warunkach geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych,
- dokładności rozpoznania - stopień rozpoznania podłoża budowlanego (rozmieszczenie i liczba archiwalnych badań terenowych i laboratoryjnych),
- rozmieszczeniu złóż kopalin i surowców przydatnych do realizacji robót budowlanych.

Zebrane informacje i dane powinny umożliwić określenie:

- stopnia rozpoznania podłoża budowlanego (liczba archiwalnych punktów dokumentacyjnych przypadających na obiekt budowlany w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych),
- stopnia skomplikowania warunków gruntowych (warunków geotechnicznych) w podłożu budowlanym inwestycji drogowej,
- warunków geologiczno-inżynierskich na obszarze badań,
- modelu geologicznego.

Zebrane materiały archiwalne należy uzupełnić o nowe informacje (jeśli są dostępne), na kolejnych etapach planowania, realizacji i eksploatacji inwestycji drogowej, w celu:

- ustalenia zmian, które zaszły pomiędzy kolejnymi etapami inwestycji,
- oceny ich wpływu na zachowanie się obiektów budowlanych,

– zmiany wcześniej ustalonych warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych, co uwzględnia się w zakresie projektowanych badań.

Uwaga: Załącznik 6 podaje szczegółowy zakres prac dokumentacyjnych do wykonania, który dotyczy zbierania i analizy informacji o terenie oraz danych o podłożu budowlanym. Zakres prac uwzględnia:

- zbieranie i analizę dostępnych danych geodezyjnych i kartograficznych,
- wizję terenową,
- formy przedstawienia wyników prac dokumentacyjnych w zakresie materiałów archiwalnych i wizji terenowej.

4 Wytyczne projektowania badań podłoża na potrzeby budownictwa drogowego

Przed przystąpieniem do projektowania badań podłoża budowlanego, uwzględniając etap procesu inwestycyjnego, należy:

- ustalić podstawę formalno-prawną wykonywania badań,
- określić cel badań podłoża budowlanego,
- wskazać rodzaj badań oraz normy lub inne dokumenty na podstawie, których zostaną wykonane badania laboratoryjne/terenowe w celu klasyfikacji i wydzielenia warstwy gruntów i skał, opisu właściwości fizyczno-mechanicznych oraz ustalenia wartości parametrów geotechnicznych z uwzględnieniem wymagań inwestora,
- podać formę przedstawienia wyników badań.

Badania podłoża budowlanego projektuje się na obszarze badań.

Projektując badania podłoża należy uwzględnić:

- materiały archiwalne i publikowane,
- wyniki badań podłoża z poprzednich etapów,
- obserwacje środowiskowe i analizę danych z wizji terenowej,
- stopień złożoności warunków geologiczno-inżynierskich,
- stopień skomplikowania warunków gruntowych,
- model geologiczny,
- rodzaj i konstrukcję obiektów budowlanych oraz ich kategorię geotechniczną,
- niweletę drogi,
- rodzaj i zakres niezbędnych parametrów geotechnicznych,
- zasady i reguły zawarte w PN-EN 1997-2 lub w normach wycofanych, w tym zalecenia dotyczące liczby badań oraz doświadczenie porównywalne (PN-EN 1997-1),
- wymagania inwestora,
- wymagania projektanta.

Zaprojektowane badania podłoża budowlanego umożliwiają:

- opracowanie wiarygodnego modelu geologicznego,
- opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał,
- ustalenie wartości parametrów geotechnicznych,
- ocenę i prognozę zmian warunków geologiczno-inżynierskich,
- ustalenie warunków geotechnicznych,
- optymalizację sposobu posadowienia obiektów budowlanych inwestycji drogowej.

Wytyczne określają minimalny zakres prac, rodzaj i metody badań wymagane do rozpoznania podłoża budowlanego inwestycji drogowej (rozdział 1, Załącznik 7).

Wymagania dotyczące doboru badań podłoża budowlanego na poszczególnych etapach inwestycji drogowej podano w katalogu metod badawczych (Tabela 19).

Załącznik 7 podaje minimalny zakres badań podłoża budowlanego wymagany w celu udokumentowania modelu geologicznego w zależności od etapu inwestycji.

Załącznik 7 zawiera informację o zakresie prac dokumentacyjnych, lokalizacji badań, rozmieszczeniu punktów dokumentacyjnych i głębokości rozpoznania.

Zaleca się zwiększać zakres projektowanych prac i stosować dodatkowe metody badań, jeśli konieczne jest zwiększenie dokładności rozpoznania.

Dokumentator może podjąć decyzję o zwiększeniu zakresu prac i zastosowaniu dodatkowych metod badań, jeśli uzna to za zasadne i uzyska zgodę inwestora.

Projektując badania podłoża budowlanego należy wskazać metody badań, według których badania zostaną wykonane. Określając metody badań w pierwszej kolejności należy korzystać z wymagań inwestora, norm, a w przypadku braku norm, z udokumentowanych procedur badawczych lub pozycji literatury, których opis oraz przyczynę zastosowania należy zamieścić w projekcie robót geologicznych/programie badań geotechnicznych, a następnie w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża. Normy wycofane, metody i procedury alternatywne mogą być wybrane pod warunkiem spełnienia wymagań normy PN-EN 1997-2.

Badania należy przedstawiać w dokumentach zgodnie z tabelą (Tabela 3).

4.1 Ustalenie celu badań podłoża na potrzeby budownictwa drogowego

Cel badań należy ustalić na podstawie zdefiniowanych potrzeb uczestników procesu inwestycyjnego (inwestora, projektanta, wykonawcy badań podłoża, dokumentatora). Cel badań zależy m.in. od wymagań formalno-prawnych, etapu inwestycji drogowej oraz problemów, które należy rozwiązać (Tabela 5).

Z uwagi na ważność celów, w dokumentach podanych w tabeli (Tabela 3), należy wskazać cel podstawowy oraz cele szczegółowe. Celem podstawowym, w zależności od podstawy prawnej dokumentowania, jest określenie warunków hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych. Cele szczegółowe badań należy określić poprzez wskazanie problemów, które w efekcie wykonanych badań zostaną opisane i ocenione w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża. Cele szczegółowe to m.in.: ocena i prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich, wyznaczenie miejsc występowania gruntów słabych, opracowanie modelu geologicznego, ustalenie nośności podłoża itd.

Projektując badania podłoża należy korzystać z wytycznych inwestora, potrzeb projektanta, wiedzy i doświadczenia dokumentatora/ów, norm, literatury branżowej (Załącznik 2) oraz doświadczenia porównywalnego.

Tabela 5 Cele badań w zależności od etapu przygotowania inwestycji

Projektowanie badań	Etapu procesu inwestycyjnego						
	Studium sieciowe i korytarzowe (SK)	Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe (STEŚ, STEŚ-R I Etap)	Koncepcja programowa (STEŚ-R II Etap, KP)	Projekt Budowlany (PB)	Budowa (B)	Eksploatacja (E)	
						Remont (PB/B)	Przebudowa (PB/B)
Podstawowy cel badań podłoża budowlanego	Określenie uwarunkowań środowiskowych	Określenie warunków geologiczno-inżynierskich, określenie warunków hydrogeologicznych	Określenie warunków geologiczno-inżynierskich	Określenie warunków geologiczno-inżynierskich, określenie warunków geotechnicznych	Określenie warunków geotechnicznych	Określenie warunków geologiczno-inżynierskich, określenie warunków geotechnicznych	
Szczegółowy cel badań podłoża budowlanego	Wytypowanie obszarów w celu wybrania najkorzystniejszej lokalizacji inwestycji	Ustalenie warunków hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich dla każdego wariantu lokalizacji inwestycji oraz wskazanie najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji	Szczegółowe ustalenie warunków geologiczno-inżynierskich dla najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji oraz optymalne usytuowanie obiektów budowlanych względem warunków geologiczno-inżynierskich Wstępne założenia rozwiązań projektowych	Szczegółowe ustalenie nośności oraz warunków geologiczno-inżynierskich i warunków geotechnicznych pod każdy obiekt budowlany	Sprawdzenie zgodności warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych ustalonych na etapie PB z obserwacjami podczas budowy	Kontrola danych z monitoringu (analizy i prognozy) Działania interwencyjne w przypadku zagrożenia; W przypadku remontu i przebudowy jak dla etapu PB	
Zakres badań podłoża budowlanego za pomocą których zostanie osiągnięty cel badań	Nie planuje się badań	Kartowanie geologiczno-inżynierskie, hydrogeologiczne i sozologiczne w odpowiednio dobranej skali Wiercenia Sondowania Badania geofizyczne Laboratoryjne badania klasyfikacyjne gruntów i skał	Kartowanie geologiczno-inżynierskie, hydrogeologiczne, geologiczne i sozologiczne w odpowiednio dobranej skali Wiercenia Sondowania Badania geofizyczne Laboratoryjne badania fizyczne i mechaniczne właściwości gruntów i skał	Kartowanie geologiczno-inżynierskie w odpowiednio dobranej skali Wiercenia Sondowania Badania geofizyczne Laboratoryjne badania fizyczne i mechaniczne właściwości gruntów i skał	Obserwacje terenowe przedstawiane w odpowiednio dobranej skali Wiercenia Sondowania Badania geofizyczne Laboratoryjne badania fizyczne i mechaniczne właściwości gruntów i skał	Zgodny z projektem monitoringu W przypadkach interwencji uzależniony od stopnia zagrożenia W przypadku remontu i przebudowy zgodny z zakresem jak dla etapu PB	
Dokumenty zawierające projektowane badania podłoża budowlanego	Zgodnie z tabelą (Tabela 3)						

4.2 Sposób postępowania przy projektowaniu badań podłoża budowlanego

W celu ustalenie rodzaju, zakresu i metod badań podłoża budowlanego oraz opracowania dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża w dostosowaniu do etapu inwestycji należy:

- otrzymać od inwestora/projektanta/wykonawcy robót budowlanych lokalizację wariantu/pasa drogowego, lokalizację i rodzaj obiektów budowlanych inwestycji drogowej (DOI, WTD, ITND, IO),
- wykonać analizę materiałów archiwalnych oraz przeprowadzić wizję terenową zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 3,
- wyznaczyć granice obszaru badań,
- przeprowadzić prace kartograficzne (rozdział 5.1, Załącznik 8),
- zaprojektować badania geofizyczne w podstawowym zakresie w zależności od etapu badań zgodnie z załącznikiem (Załącznik 7) i zgodnie z metodyką prac podaną w załączniku (Załącznik 11),
- wytyczyć i zamarkować (z dokładnością pomiaru ± 0.30 m) zaprojektowane punkty lub ciągi badań geofizycznych (punkty markować np.: za pomocą wbitych drewnianych palików oznaczonych farbą lub taśmą, opisane numerem punktu i kilometrażem trasy drogi),
- przygotować dane wektorowe o pozycji wytyczonych punktów i ciągów wraz z zestawieniem współrzędnych dla lokalizacji tych punktów,
- wykonać podstawowy zakres badań geofizycznych zgodnie z zakresem podanym w załączniku (Załącznik 7) w zależności od etapu badań, zgodnie z metodyką podaną w rozdziale 5.2 i załączniku (Załącznik 11),
- na podstawie wyżej wymienionych danych, dla obszaru badań:
 - określić warunki geologiczno-inżynierskie w tym zidentyfikować występowanie i rodzaj zagrożeń geologicznych,
 - określić stopień skomplikowania warunków gruntowych (warunki geotechniczne),
 - ustalić głębokość posadowienia/wzmocnienia obiektów budowlanych inwestycji drogowej,
 - ustalić głębokość rozpoznania podłoża budowlanego,
 - opracować wstępny model geologiczny uwzględniający wyniki archiwalnych badań terenowych i laboratoryjnych oraz wyniki podstawowych badań geofizycznych z naniesionymi w/w elementami np.: w formie odpowiednio przekroju geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego, który stanowi załącznik do PRG/dPRG lub PBG.
- na podstawie wstępnego modelu geologicznego oraz wytycznych inwestora w uzgodnieniu z projektantem należy:
 - zaprojektować wiercenia i węzły badawcze oraz inne badania w tym uzupełniające badania geofizyczne zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 4 i w załączniku (Załącznik 7) w tym ustalić ich rozstaw i głębokość rozpoznania,
 - określić potencjalne miejsca poboru prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych zgodnie z wymaganiami rozdziału 4 i załącznika (Załącznik 7),
 - opracować PRG/dPRG/PBG zgodnie z rozdziałem 4.3.
- po opracowaniu PRG/dPRG/PBG należy:
 - wytyczyć i zamarkować (z dokładnością pomiaru ± 0.30 m) zaprojektowane wiercenia i węzły badawcze oraz inne badania w tym uzupełniające badania geofizyczne (punkty markować np.: za pomocą wbitych drewnianych palików oznaczonych farbą lub taśmą, opisane numerem punktu i kilometrażem trasy drogi),
 - przygotować dane wektorowe o pozycji wytyczonych punktów i ciągów wraz z

- zestawieniem współrzędnych dla lokalizacji tych punktów,
- wykonać wiercenia i węzły badawcze oraz inne badania w tym uzupełniające badania geofizyczne zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 5 i 7 oraz załącznikach (Załącznik 9 - Załącznik 17),
- pobrać próby gruntów i skał do badań laboratoryjnych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.4 i załącznika (Załącznik 12),
- wykonać badania laboratoryjne zgodnie z rozdziałem 6 i 7 oraz załącznikami (Załącznik 16 - Załącznik 17),
- opracować model geologiczny,
- sporządzić dokument przedstawiający wyniki badań podłoża zgodnie z rozdziałem 8.

Przy projektowaniu badań na każdym kolejnym etapie inwestycji drogowej należy uwzględnić badania wykonane na poprzednich etapach. Na podstawie zebranych danych należy aktualizować wcześniej określony stopień skomplikowania warunków gruntowych. Jeśli wyniki badań uzyskane dla bieżącego etapu odbiegają od wykonanych na poprzednich etapach należy je powtórzyć w celu zweryfikowania badań archiwalnych.

W celu optymalizacji i unikania nieuzasadnionego powielania badań podłoża budowlanego, jeśli lokalizacja badań dla różnych typów obiektów budowlanych nakłada się lub badania są zlokalizowane w sąsiedztwie, zaprojektowane punkty dokumentacyjne (głównie wiercenia oraz węzły badawcze) wykorzystuje się jednocześnie na potrzeby rozpoznania podłoża budowlanego dla wariantu/pasa drogowego, DOI, WTD, ITND, IO. Dla w/w punktów dokumentacyjnych w PRG, dPRG i PBG przyjmuje się większą głębokość rozpoznania oraz uwzględnia wyniki badań archiwalnych, zweryfikowane wynikami badań geofizycznych, nie dublując otworów wiertniczych zaprojektowanych dla drogi.

W miejscach, gdzie jest to możliwe, wiercenia i węzły badawcze oraz pozostałe badania lokalizuje się wzdłuż ciągów geofizycznych.

Metody wiercenia w gruntach/skałach dobiera się w zależności od określonego, we wstępnym modelu geologicznym, stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz celu, w jakim wiercenie jest wykonywane np.: określenie układu warstw i ich miąższości, pobór prób odpowiedniej klasy jakości do badań laboratoryjnych na potrzeby określania wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych, kartowanie otworu rdzeniowego itp. (rozdział 5.4).

Rodzaj sondowania należy dobrać do warunków gruntowych i wymaganych wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych (rozdział 5.6).

Dobór metod geofizycznych powinien być uzależniony od: celu rozpoznania, głębokości rozpoznania i technicznych uwarunkowań metody (rozdział 5.3).

Pobór prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych projektuje się w pierwszej kolejności z wierzeń, które wchodzi w skład węzła badawczego.

Metody badań laboratoryjnych określa się w zależności od zestawu parametrów koniecznych do wydzielenia warstw gruntów i skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych oraz parametrów geotechnicznych potrzebnych do zaprojektowania obiektu budowlanego (rozdział 8.3).

W PRG/dPRG/PBG, a następnie w DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP zaleca się stosować następujące zasady numeracji punktów dokumentacyjnych:

- dla punktów dokumentacyjnych dla drogi głównej i dróg serwisowych:
 - kilometrąz drogi,
 - po ukośniku symbol lokalizacji w pasie drogowym: L - lewa strona, P – prawa strona

- (patrząc w kierunku rosnącego kilometrażu), O – główna oś drogi,
- kolejny numer punktu, jeśli po lewej lub prawej stronie wykonujemy kilka punktów,
- symbol rodzaju punktu dokumentacyjnego: s-sondowanie, w – wiercenie, np.: 25+368/L1w, 25+368/L2s,
- w przypadku wierceń archiwalnych na początku wstawiamy dużą literę A następnie nazwę archiwalną po ukośniku aktualny,
- dla punktów dokumentacyjnych dla pozostałych dróg:
 - nazwa/numer drogi,
 - po ukośniku kilometraż drogi,
 - po ukośniku symbol lokalizacji w pasie drogowym: L- lewy strona, P – prawa strona, O – główna oś drogi,
 - kolejny numer punktu, jeśli po lewej lub prawej stronie wykonujemy kilka punktów,
 - symbol rodzaju punktu dokumentacyjnego: s-sondowanie, w – wiercenie, np.: DK-52/0+589/Ow,
- dla punktów dokumentacyjnych dla drogowych obiektów inżynierskich (DOI), wyposażenia technicznego drogi (WTD), innych obiektów (IO) oraz dla infrastruktury technicznej niezwiązanej z drogą (ITND):
 - kilometraż drogi,
 - po ukośniku symbol obiektu,
 - po ukośniku symbol kolejny numer punktu dokumentacyjnego,
 - symbol rodzaju punktu dokumentacyjnego: s-sondowanie, w – wiercenie, np.: 25+368/WD-25/1w,
- dla przekrojów/profilu podłużnych dla drogi głównej i dróg pozostałych:
 - kilometraż drogi (dla drogi głównej kilometraż od ... do..., dla dróg poprzecznych kilometraż drogi głównej w miejscu przecięcia z drogą poprzeczną),
 - po ukośniku symbol rodzaju przekroju/profilu: pGI- przekrój geologiczno-inżynierski, pGF – przekrój geofizyczny, przekrój geotechniczny – pGT, przekrój hydrogeologiczny – pHG, np.: 14+387-16+387/pGI,
 - po ukośniku symbol kolejny numeru przekroju/profilu, np.: 14+387-16+387/pGI/3,
- dla przekrojów/profilu poprzecznych dla drogi głównej i dróg pozostałych:
 - kilometraż drogi (dla drogi głównej kilometraż i dróg poprzecznych kilometraż drogi głównej w miejscu przecięcia z drogą poprzeczną),
 - po ukośniku symbol rodzaju przekroju/profilu: pGI - przekrój geologiczno-inżynierski, pGF – przekrój geofizyczny, przekrój geotechniczny – pGT, przekrój hydrogeologiczny – pHG, np.: 16+387/pGI,
- dla przekrojów/profilu dla drogowych obiektów inżynierskich (DOI), wyposażenia technicznego drogi (WTD), innych obiektów (IO) oraz dla infrastruktury technicznej niezwiązanej z drogą (ITND):
 - kilometraż drogi głównej,
 - po ukośniku symbol obiektu,
 - po ukośniku symbolu obiektu rodzaju przekroju/profilu: pGI- przekrój geologiczno-inżynierski, pGF – przekrój geofizyczny, przekrój geotechniczny – pGT, przekrój hydrogeologiczny – pHG, np.: 14+387/ WD-25/pGI,
 - po ukośniku symbol kolejny numeru przekroju/profilu,
- dla powierzchni (np.: pomiary teledetekcyjne):
 - kilometraż drogi głównej od .. do ...,
 - po ukośniku kilometraż kolejny numer powierzchni,
 - symbol rodzaju badania.

Uwaga: Załącznik 7 podaje szczegółowe wymagania w zakresie projektowania badań podłoża w podziale na:

- etap procesu inwestycyjnego,
- typ obiektu budowlanego,
- rodzaj badania.

Załącznik 7 zawiera minimalny zakres badań podłoża budowlanego wymagany w celu udokumentowania modelu geologicznego w zależności od etapu inwestycji.

4.3 Wymagania w zakresie dokumentów przedstawiających projektowane badania podłoża budowlanego

Zaprojektowane, zgodnie z rozdziałem 4 i załącznikiem (Załącznik 7), badania podłoża budowlanego w zależności od etapu inwestycji należy przedstawić w następujących dokumentach:

- Projekt robót geologicznych (PRG),
- Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG),
- Program badań geotechnicznych (PBG).

PRG i dPRG zawierają zaprojektowane badania hydrogeologiczne i/lub geologiczno-inżynierskie, które wykonuje się zgodnie z ustawą prawo geologiczne i górnicze, w celu opracowania dokumentacji hydrogeologicznej (DH), dodatku do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH), dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (DGI) lub dodatku do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI).

PBG przedstawia zaprojektowane badania geotechniczne, które wykonuje się zgodnie z ustawą prawo budowlane, w celu opracowania dokumentacji badań podłoża (DBP).

PRG, dPRG i PBG sporządza się w podziale na część tekstową i graficzną, których zawartość powinna odpowiadać przepisom prawa, wytycznym inwestora, a w przypadku PBG zaleceniom normy PN-EN 1997-2.

4.3.1 Projekt robót geologicznych (PRG)

Projekt robót geologicznych (PRG) to dokument, który stanowi formalną podstawę wykonania prac i robót geologicznych (badań hydrogeologicznych i geologiczno-inżynierskich). Zawiera dane dotyczące obszaru badań, omówienie wyników badań archiwalnych, cel zamierzonych robót geologicznych, sposób jego osiągnięcia, rodzaj dokumentacji geologicznej, która powstanie w efekcie wykonania robót, harmonogram robót oraz przedsięwzięcia konieczne z uwagi na ochronę środowiska. PRG należy opracować zgodnie z wymaganiami określonymi w:

- Ustawie z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze;
- Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji;
- Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2015 r. zmieniającemu rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji.

Przy opracowywaniu PRG poza wymaganiami w/w aktów prawnych oraz rozdziałów: 4, 5, 6, 7 należy uwzględnić:

- charakterystykę techniczną projektowanej inwestycji (klasa drogi, rodzaj i wymiary projektowanych obiektów, niweleta drogi),
- techniczne możliwości wykonania robót geologicznych (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, przestrzeń potrzebną na pracę operacyjną sprzętu, zgodę właścicieli nieruchomości na wykonanie badań itp.),

- opis sposobu transportowania i magazynowania próbek,
- opis metodyki wykonywania badań polowych i laboratoryjnych,
- zasady i reguły zawarte w PN-EN 1997-2, w tym zalecenia załączników dotyczące liczby badań,
- harmonogram prac inwestora/wykonawcy badań podłoża/projektanta/wykonawcy robót budowlanych.

Na etapie STEŚ lub STEŚ-R I etap, w przypadku opracowywania PRG na potrzeby dokumentacji hydrogeologicznej w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie, oprócz wymagań w/w aktów prawnych i wymagań załącznika 7 należy uwzględnić:

- przebieg wszystkich rozpatrywanych wariantów inwestycji,
- zasięg strefy w której należy przeprowadzić kartowanie hydrogeologiczne i sozologiczne,
- zakres danych niezbędnych do opracowania raportu oddziaływania na środowisko,
- ocenę parametrów filtracyjnych dla warstw wodonośnych i warstw izolujących w oparciu o badania uziarnienia,
- przewidywane kierunki spływu wód w przypadku lokalizacji otworów obserwacyjnych zgodnie z wymaganiami załącznika 7,
- techniczne możliwości wykonania robót geologicznych (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, przestrzeń potrzebną na pracę operacyjną sprzętu, zgodę właścicieli nieruchomości na wykonanie badań itp.).

Przed złożeniem PRG do zatwierdzenia przez odpowiedni organ administracji geologicznej należy przedłożyć go do akceptacji projektanta/inwestora.

Projekt robót podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie.

Zawartość PRG powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 7. 6. 1).

4.3.2 Dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)

Dodatek do projekt robót geologicznych (dPRG) to dokument, który stanowi formalną podstawę wykonania prac i robót geologicznych w przypadku zmian w projekcie robót geologicznych lub prowadzenia prac w kilku etapach. Zawiera podsumowanie wyników robót geologicznych uzyskanych w poprzednim etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu prac przewidzianych dla danego etapu. W dPRG, opracowanym z powodu zmian w projekcie robót geologicznych, umieszcza się jedynie projektowane zmiany. Pozostałe wymagania dla dPRG należy uwzględnić jak dla PRG (rozdział 4.3.1).

Wymaga się, aby dodatek do projektu robót opracować w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- Wykonawca uzna za konieczne rozpoznanie podłoża na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- zaprojektowane rozwiązania techniczne nie są zgodne z rozwiązaniami przyjętymi w STEŚ-R II Etap lub w Koncepcji Programowej (pod które zrealizowano badania) lub wykraczają poza zakres rozpoznania zrealizowanego na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,

- w każdym innym przypadku, gdy wymóg ich wykonania wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Wymaga się, aby dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG) na potrzeby dodatku do dokumentacji hydrogeologicznej w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie, opracować w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych lub geologiczno-inżynierskich stwierdzone zostaną warunki hydrogeologiczne odmienne od wskazanych w zatwierdzonej lub przyjętej Dokumentacji hydrogeologicznej;
- wykonawca uzna za konieczne rozpoznanie warunków hydrogeologicznych w zakresie szerszym, niż przedstawiono to w zatwierdzonej lub przyjętej Dokumentacji hydrogeologicznej;
- zaprojektowane rozwiązania techniczne nie będą zgodne z rozwiązaniami przyjętymi w Koncepcji Programowej/STEŚ-R, wykraczać będą poza zakres zrealizowanego rozpoznania, a ich zastosowanie będzie mogło potencjalnie negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie;
- w każdym innym przypadku, gdy wymóg jego sporządzenia wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Zawartość dPRG powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 7. 6. 1).

4.3.3 Program badań geotechnicznych (PBG)

Program badań geotechnicznych (PBG) stanowi podstawę wykonania badań geotechnicznych na potrzeby opracowania dokumentacji badań podłoża (DBP). Zawiera dane dotyczące obszaru badań, lokalizacji, zakresu i rodzaju oraz metodyki wykonywania badań. Szczegółową zawartość PBG określa norma PN-EN 1997-2.

Przy opracowywaniu PBG poza wymaganiami normy oraz rozdziałów: 4, 5, 6, 7 należy uwzględnić:

- badania wykonane w poprzednich etapach,
- doświadczenie porównywalne (zgodnie z definicją - Załącznik 1),
- charakterystykę techniczną drogi i obiektów w zakresie wielkości, obciążeń, poziomu posadowienia i innych rozwiązań projektowych,
- techniczne możliwości wykonania (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, przestrzeń potrzebną na pracę operacyjną sprzętu, zgodę właścicieli nieruchomości na wykonanie badań itp.),
- opis sposobu transportowania i magazynowania próbek,
- opis metodyki wykonywania badań polowych i laboratoryjnych,
- zasady i reguły zawarte w PN-EN 1997-2, w tym zalecenia załączników dotyczące liczby badań,
- harmonogram prac projektanta/wykonawcy.

PBG należy opracować każdorazowo w sytuacji, gdy wykonywane będą badania geotechniczne. PBG należy przedłożyć do akceptacji projektanta/inwestora przed rozpoczęciem wykonywania badań.

PBG nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ. Podlega archiwizacji przez inwestora.

Zawartość PBG powinna być zgodna z listą kontrolną stanowiącą załącznik (Załącznik 7. 6. 2).

5 Wytyczne wykonywania badań terenowych

W rozdziale 5 oraz w załącznikach (Załącznik 8 - Załącznik 17) podano metody wykonywania badań terenowych, które należy wykorzystywać w rozpoznaniu podłoża budowlanego. W przypadku braku norm na badania, opisano przykładowe metodyki badań. Opis uzupełniono o informacje dotyczące celu badań oraz przedstawiania wyników badań.

5.1 Kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie

Prace kartograficzne w zakresie kartowania hydrogeologicznego, niezależnie od etapu inwestycji, polegają na zbieraniu, opisie i graficznym przedstawieniu obserwacji terenowych głównie dotyczących wód podziemnych i powierzchniowych oraz ognisk zanieczyszczeń mogących mieć wpływ na jakość wód podziemnych.

Kartowanie hydrogeologiczne obejmuje:

- pomiary głębokości zalegania zwierciadła wody w indywidualnych studniach kopanych i wierconych oraz przeprowadzenie wywiadu z użytkownikiem na temat sposobu użytkowania studni, wielkości i celu poboru wody, sezonowych wahań zwierciadła wody, profilu geologicznego otworu studziennego;
- pomiary głębokości zalegania zwierciadła wody i aktualnej wielkości poboru wody na wszystkich głębinowych ujęciach wodociągowych, zakładowych i innych zlokalizowanych na obszarze badań;
- terenową weryfikację lokalizacji wszystkich pomierzonych otworów hydrogeologicznych;
- przegląd terenowy stanu wód powierzchniowych (cieków naturalnych, kanałów, podmokłości, stawów i jezior) w zakresie istotnym do rozpoznania ich związków z wodami podziemnymi;
- pozyskanie informacji na temat aktualnego i planowanego zagospodarowania wód podziemnych oraz ich ochrony (stan zaopatrzenia ludności w wodę, stan ochrony ujęć, sieć kanalizacyjna, itp.);
- pozyskanie informacji w Regionalnych Zarządach Gospodarki Wodnej (RZGW) na temat wydanych rozporządzeń ustanawiających strefy ochronne ujęć wód, wydanych rozporządzeń ustanawiających obszary ochronne głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) oraz ochrony zbiorników wodnych wydzielonych zgodnie z wymaganiami Ramowej dyrektywy wodnej;
- wytypowanie otworów oraz cieków i zbiorników powierzchniowych do szczegółowych badań hydrochemicznych (zgodnie z wymaganiami załącznika - Załącznik 7).

Prace kartograficzne w zakresie kartowania geologiczno - inżynierskiego, niezależnie od etapu inwestycji, polegają na zebraniu, opisanie i graficznym przedstawieniu obserwacji terenowych głównie dotyczących zagrożeń geologicznych, w tym zjawisk i procesów geologicznych, geodynamicznych, antropogenicznych, gruntów słabych oraz wszelkich przejawów wód podziemnych zidentyfikowanych na powierzchni terenu, mających wpływ na zachowanie się obiektów budowlanych inwestycji drogowej.

Kartowanie geologiczno – inżynierskie dostarcza informacji, których nie stwierdzono podczas wizji terenowej oraz nie zawierały materiały archiwalne i publikowane, między innymi o:

- nieudokumentowanych formach działalności górniczej np.: zasypanych lub zarośniętych wyrobisk, hałd i innych,
- nieudokumentowanych składowiskach odpadów (zasypane, zarośnięte),
- występowaniu starych fundamentów lub ich fragmentów,
- nieewidencjonowanych obiektach budowlanych lub utwardzonych nawierzchniach,
- nieewidencjonowanych zmianach w morfologii terenu (podwyższanie, obniżanie terenu),

- nieewidencjonowanej infrastrukturze podziemnej i naziemnej np.: stare systemy melioracji, zasypane zbiorniki na nieczystości, studnie,
- występowaniu niezgłoszonych zagrożeń geologicznych np.: podtopień, osuwisk, erozji, osiadaniu lub podnoszeniu terenu i innych,
- obszarach występowania zanieczyszczeń środowiska geologicznego (nierejestrowane tereny historycznie zanieczyszczone lub zdegradowane),
- występowaniu możliwych niewybuchów i innych przeszkód w podłożu projektowanej inwestycji drogowej, zwłaszcza w sąsiedztwie lub na terenach poligonów wojskowych.

Zakres prac kartograficznych na poszczególnych etapach inwestycji drogowej zawiera rozdział 4.

Prace kartografii hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej prowadzi się zgodnie z zakresem podanym w załączniku (Załącznik 8).

Szerokość pasa w jakim powinno być prowadzone kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie, powinna zostać dostosowana do przewidywanych warunków i sposobu zagospodarowania terenu i określona w PRG/dPRG. Minimalna szerokość pasa dla kartowania w zależności od etapu inwestycji drogowej została podana w tabelach (Tabela 85, Tabela 86).

Do prac kartografii hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej wykorzystuje się geodezyjne odbiorniki satelitarne GNSS, rejestratory (np. tablet, palmtopy, notebook), skanery naziemne i mobilne, bezzałogowe statki powietrzne (drony) wyposażone w aparaty fotograficzne, kamery, skanery i inne urządzenia. Wszystkie wymienione urządzenia umożliwiają szybką identyfikację, fotografowanie, skanowanie, bieżące rejestrowanie miejsc i granic terenów mogących zagrażać inwestycji drogowej oraz przeprowadzenie przeglądu obszarów, do których dostęp bezpośredni jest utrudniony lub uniemożliwiony.

Wyniki prac kartografii hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej przedstawia się na kartach obserwacji terenowych (Załącznik 21. 3), mapach oraz jako opis tekstowy, zawierający zestawienie tabelaryczne powiązane z kartami obserwacji terenowych i treścią map.

5.2 Pomiary i opracowania geodezyjno-kartograficzne i teledetekcyjne

W trakcie wykonywania badań podłoża budowlanego niezbędne jest przeprowadzenie terenowych pomiarów geodezyjnych wszystkich punktów dokumentacyjnych w celu przedstawienia ich lokalizacji na mapach, przekrojach oraz modelach geologicznych.

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej każdy punkt dokumentacyjny powinien mieć określoną rzędną wysokościową w obowiązującym układzie wysokości ortometrycznych. Ponadto w karcie informacyjnej należy podać współrzędne płaskie (x , y) oraz rzędną (H) dla każdego otworu wiertniczego i sondowania (określenie rzędnej wysokościowej wymagane jest także w normie PN-EN 1997-2 (punkt 4.2.1)).

Pomiary te pozwalają na pozyskanie współrzędnych geodezyjnych w obowiązującym państwowym układzie, zgodnie z rozporządzeniem w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych.

Wszystkie geodezyjne pomiary sytuacyjne i wysokościowe należy wykonywać zgodnie z rozporządzeniem w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

Lokalizację obszaru badań, zaprojektowane i wykonane badania oraz efekty przetwarzania zebranych danych należy przedstawiać na mapie sytuacyjno-wysokościowej sporządzonej na podstawie danych i informacji uzyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i

kartograficznego dla obszarów lądowych opracowanej w odpowiednio dobranej skali, nie mniejszej niż 1:50 000 lub na mapie sytuacyjno-batymetrycznej dla obszarów morskich Rzeczypospolitej Polskiej w skali umożliwiającej szczegółowe przedstawienie lokalizacji obszaru lub miejsc zamierzonych robót geologicznych.

Obowiązek pozyskiwania aktualnych map wynika również z rozporządzenia w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, gdzie wszystkie mapy wykonane w ramach dokumentacji geologiczno-inżynierskiej sporządza się: na obszarach lądowych - na podkładzie map topograficznych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej - na podstawie map morskich wykonanych przez Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej i urzędy morskie, a w przypadku czynnych zakładów górniczych - na podstawie map wyrobisk górniczych zawartych w dokumentacji mierniczo-geologicznej.

W przypadku wykorzystywania archiwalnych materiałów geodezyjnych i kartograficznych posiadających współrzędne geodezyjne w nieobowiązujących układach współrzędnych należy wykonać transformacje do obowiązującego państwowego systemu odniesień przestrzennych zgodnie z zapisami rozporządzenia w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

Szczegółowa lokalizacja badań podłoża budowlanego pozwala na precyzyjną analizę danych, umieszczenie wykonanych badań podłoża w przestrzeni oraz ewentualną weryfikację danych źródłowych.

Prace geodezyjne mogą być wykonywane przez osobę po spełnieniu jednego z poniższych warunków:

- posiadającą odpowiednie doświadczenie i wiedzę w wykonywaniu prac geodezyjnych (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamawiającego),
- posiadającego uprawnienia zawodowe w dziedzinie geodezji i kartografii,
- wykonującą prace pod nadzorem osób wymienionych w punktach powyżej, gdy nie zabraniają tego przepisy prawa geodezyjnego i kartograficznego.

Uwaga: Załącznik 9 podaje szczegółowe informacje dotyczące metodyki wykonywania pomiarów i opracowań geodezyjno-kartograficznych na potrzeby badań podłoża budowlanego w podziale na:

- Metody pomiarów geodezyjnych,
- Geodezyjne pomiary punktów dokumentacyjnych i profili geofizycznych,
- Aktualizacja wielkoskalowych podkładów mapowych,
- Pomiary fotogrametryczne i skaniny laserowe z pułapu lotniczego,
- Pomiary fotogrametryczne z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych oraz pomiary wykonywane technologią skaningu laserowego,
- Forma przedstawienia zaktualizowanych danych geodezyjno-kartograficznych oraz pomiarów geodezyjnych.

Oprócz geodezyjnych i fotogrametrycznych technologii pomiarowych dodatkowym narzędziem wspomagającym proces rozpoznania podłoża budowlanego są opracowania kartometryczne danych pozyskanych metodami teledetekcyjnymi.

Metody teledetekcyjne nie są uwzględnione w normach dotyczących badań podłoża budowlanego, jednak znajdują coraz większe zastosowanie w badaniu środowiska geologicznego oraz podczas prowadzenia robót ziemnych. W większości przypadków pozwalają na uzyskanie ogólnej informacji z dużego terenu i mogą być poddawane zestandaryzowanym procesom przetwarzania.

Zastosowanie takich metod pozwala przede wszystkim na wyselekcjonowanie obszarów do bardziej szczegółowego rozpoznania. Skutkuje to znacznym ograniczeniem kosztów i skoncentrowaniem badań terenowych do obszarów, na których występuje niekorzystne zagrożenie (Majer, Sokołowska, Frankowski i in., 2018).

W celu wykonywania nalotów za pomocą bezzałogowych statków powietrznych (dronów) konieczne jest posiadanie odpowiedniej licencji.

Na potrzeby badań podłoża budowlanego są do dyspozycji różne źródła danych. Najbardziej korzystne ekonomicznie są obrazy satelitarne, przykładowo WorldView3, o rozdzielczości przestrzennej 0,31 m. Są one rejestrowane codziennie i w celu korekcji geometrycznej wymagane jest jedynie kilka maksymalnie kilkanaście GCPs/CPs na cały obraz o powierzchni rzędu 100 km kw. Na uwagę zasługuje również wysoka rozdzielczość spektralna tzn. rejestracja oprócz kanału panchromatycznego jest wykonywana w 8 kanałach multispektralnych.

Znacznie większą rozdzielczość przestrzenną można uzyskać wykorzystując metody fotogrametryczne z pułapu lotniczego i UAV. Obecnie w praktyce wykonuje się ortofotomapy z pikselem terenowym (5-20 cm). W ostatniej kolumnie tabeli (Tabela 6) znajduje się porównanie liczby punktów GCPs i CPs potrzebnych do wykonania ortofotomapy o zadanych wyżej parametrach.

Podczas wykonania ortofotomapy z pułapu lotniczego liczba GCPs wynosi 4 lub 23, a punktów CPs 8, a w technologii UAV 60-200 w zależności o warunków rejestracji.

Z pułapu lotniczego i UAV oprócz rejestracji w zakresie widzialnym RGB i bliskiej podczerwieni VNIR można dokonać znacznie lepszej, z punktu widzenia interpretacji, rejestracji kamerą hiperspektralną.

W tabeli (Tabela 6) przedstawiono porównanie przykładowych parametrów danych teledetekcyjnych na przykładzie obszaru o szerokości 500 m i długości 10 km (powierzchnia 5 km kw.).

Tabela 6 Przykładowe porównanie parametrów danych teledetekcyjnych dla odcinka 10 km o szerokości 500 m (powierzchnia 5 km kw.), obliczenia szacunkowe metody FOTO i UAV dla wielkości piksela ortofotomapy 5 cm. Obecnie nie jest możliwe uzyskanie tak wysokiej rozdzielczości z pułapu satelitarnego dla celów cywilnych

Maksymalne praktyczne rozdzielczości/ pułap	Potencjalna przestrzenna, wielkość piksela	spektralna	czasowa	Obszar km kw.	Liczba punktów kontrolnych/ obszar opracowania
satelitarne	np. WorldView3 3 - 30 cm	8 (VNIR)	1 dzień	1 obraz – ok. 100 km kw.	kilka kilkanaście
lotnicze fotogrametryczne	Na żądanie praktycznie 5-20 cm	4 (VNIR)	na życzenie	5 km ² (10 x 0.5 km)	4-23 GCPs w zależności od warunków rejestracji 8 CPs wymiar terenowy zdjęcia 500 x 400 m
lotnicze z niskiego pułapu (UAV)	Kilkanaście/ kilka cm	Zwykle 3 (VIS) 4 (VNIR)	na życzenie	5 km ² (10 x 0.5 km)	60-200 GCPs w zależności od warunków rejestracji

Pomiary teledetekcyjne mogą być wykonywane przez osobę po spełnieniu jednego z poniższych warunków:

- posiadającą odpowiednie doświadczenie i wiedzę w wykonywaniu pomiarów teledetekcyjnych (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamawiającego),

- posiadającego uprawnienia zawodowe w dziedzinie geodezji i kartografii,
- wykonującą prace pod nadzorem osób wymienionych w punktach powyżej.

Uwaga: Załącznik 10 zawiera szczegółowe informacje w zakresie stosowanych metod teledetekcyjnych oraz metodyki tworzenia map na ich podstawie w podziale na:

- metody pomiarów teledetekcyjnych,
- metodyka tworzenia map pionowych przemieszczeń powierzchni terenu,
- metodyka tworzenia mapy użytkowania i pokrycia terenu,
- metodyka tworzenia mapy rozkładu wilgotności podłoża budowlanego,
- metodyka tworzenia numerycznego modelu terenu – NMT,
- metodyka tworzenia mapy geomorfologicznej,
- metodyka tworzenia mapy glebowo-rolniczej.

Zestawienie przydatności oraz typowych zastosowań poszczególnych geodezyjnych, fotogrametrycznych i teledetekcyjnych technologii w badaniach podłoża budowlanego przedstawia tabela (Tabela 7).

Tabela 7 Zestawienie przydatności oraz typowych zastosowań poszczególnych geodezyjnych, fotogrametrycznych i teledetekcyjnych technologii pomiarowych

TIPOWE ZASTOSOWANIE		Niwelacja geometryczna	Pomiary tachymetryczne	Pomiary GNSS	Satelitarne zdjęcia multispektralne	Satelitarne zdjęcia w paśmie radarowym	Zdjęcia termalne	Zdjęcia hiperspektralne	Zdjęcia lotnicze	Lotniczy skanowanie laserowe	Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe Statki Powietrzne	Naziemny skanowanie laserowe	Naziemne zdjęcia cyfrowe	Naziemny radar interferometryczny
		NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ
OBRAZOWANIE OGÓLNE	Obraz pogładowy	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	NZ	Z	NZ	Z	NZ
	Analiza form morfologicznych	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Wyznaczenie fotolineamentów	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ
	Możliwość penetracji przez niewielką pokrywę roślinną	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z/O	NZ	Z
PRODUKTY	Ortofotomapa	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ
	Obraz pokrycia terenu	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ
	Numeryczny model terenu	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Różnicowy model terenu	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ
	Model 3D wybranego obiektu na powierzchni	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ
POMIARY WSPÓLRZĘDNYCH	Pomiary sytuacyjno-wysokościowe	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ
	Tyczenie lokalizacyjne	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Pomiary (monitoring) przemieszczeń	Z	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z
ANALIZY ŚRODOWISKOWE	Analiza zmian pokrycia terenu	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza roślinności	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza gleby	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza zanieczyszczeń	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Analiza wilgotności	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
	Pomiar temperatury podłoża	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ

Z – zalecane; NZ – niezalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami

5.3 Badania geofizyczne

Badania geofizyczne to ogół czynności związanych z badaniem środowiska geologicznego za pomocą jakościowych i ilościowych metod fizycznych w celu poznania jego budowy oraz wyjaśnienia zachodzących w nim procesów. Badania geofizyczne wykonywane w celu rozpoznania budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych oraz oszacowania parametrów mechanicznych badanego ośrodka dla celów budownictwa inżynierskiego to geofizyka inżynierska.

Celem wykonania badań geofizycznych w zakresie rozpoznania podłoża budowlanego jest dostarczenie danych, które poprzez quasi ciągły charakter zobrazowania środowiska geologicznego wspomagają opracowanie modelu geologicznego oraz identyfikację zagrożeń dla obiektu budowlanego. Metody geofizyczne pozwalają na zwiększenie zasięgu rozpoznania podłoża budowlanego poza strefę badań inwazyjnych. Badania geofizyczne dostarczają przede wszystkim informacji o zmienności podłoża, przez co można zoptymalizować zakres prac dokumentacyjnych dotyczących wierceń i sondowań. Na podstawie badań geofizycznych można prowadzić przybliżone oceny rozprzestrzenienia i zmienności stwierdzonych w podłożu warstw i struktur. Badania geofizyczne mają charakter badań pośrednich. Dlatego też, w zakresie szacowania głębokości i geometrii warstw podłoża, wymagają kalibracji z wynikami badań metodami bezpośrednimi.

Badania geofizyczne na każdym etapie realizacji inwestycji wykonuje się w dwóch etapach:

- badania podstawowe, umożliwiające wskazanie lokalizacji otworów wiertniczych i sondowań oraz sporządzenie wstępnego modelu geologicznego do PRG, dPRG, PBG,
- badania uzupełniające w celu rozpoznania anomalii geofizycznych oraz uszczegółowienia modelu geologicznego do DH, dDH, DGI, dDGI, DBP.

Badania geofizyczne są pierwszym możliwym do zastosowania narzędziem, wykorzystywanym do oceny zmienności podłoża budowlanego. Zaletą metod geofizycznych jest dostarczanie informacji przestrzennej, niemożliwej do uzyskania metodami bezpośrednimi. Stosowanie metod geofizycznych wymaga świadomości, iż posiadają one swoje ograniczenia. Dodatkowo interpretacja wyników badań geofizycznych wymaga doświadczenia z uwagi na niejednoznaczność badań geofizycznych. Do prawidłowej interpretacji badań geofizycznych niezbędne są dane geologiczne np.: z wierceń.

Tabela (Tabela 8) zawiera zestawienie głównych metod geofizycznych, które są rekomendowane do stosowania w badaniach podłoża. W tabeli podano orientacyjne zakresy głębokościowe stosowalności metod.

Tabela 8 Orientacyjne zasięgi głębokościowe poszczególnych metod geofizycznych

Zasięg głębokości	ERT	VES	GCM	SPR	STR-S STR-P	MASW	SBT	GRAW	GPR
~3 m	Z	Z	Z	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z
~6 m	Z	Z	Z/O	Z	Z	Z	Z/O	Z/O	Z
~10 m	Z	Z	NZ	Z	Z	Z	Z	Z/O	Z/O
~15 m	Z	Z	NZ	Z	Z	Z	Z	Z	NZ
~30 m	Z	Z	NZ	Z	Z	Z/O	Z	Z	NZ

Z- zalecane; Z/O - zalecane z ograniczeniami; NZ - niezalecane

Do oszacowania zmian w budowie geologicznej podłoża (litologia, elementy strukturalne) stosuje się metodę elektrooporową w wersji sondowań elektrooporowych (VES) i tomografii elektrooporowej (ERT). Metoda ERT umożliwia rozpoznawanie środowiska geologicznego z pożądaną szczegółowością przestrzenną.

Metoda elektromagnetycznych wielopoziomowych profilowań indukcyjnych (GCM) może być używana, jako uzupełnienie pomiarów elektrooporowych np.: w celu zagęszczenia rozpoznania lub okonturowania np.: gruntów organicznych. W szczególnym przypadku, dopuszcza się stosowanie metody GCM zamiast tomografii elektrooporowej (Załącznik 7). W celu uzupełnienia rozpoznania elektrooporowego o informacje strukturalne można stosować metodę GPR.

Do oszacowania parametrów sprężystych podłoża stosuje się metody z zakresu sejsmiki inżynierskiej określające rozkład przestrzenny wartości prędkości fali poprzecznej (S), w tym wielokanałową analizę fal powierzchniowych (MASW) i sejsmikę refrakcyjną fali S w wersji tomograficznej (sejsmiczną tomografię refrakcyjną STR-S). W obszarach o podłożu zbudowanym ze skał litych dopuszcza się wykonanie sejsmicznej tomografii refrakcyjnej fali P (STR-P).

Metodę georadarową (GPR) stosuje się do rozpoznania z wysoką rozdzielczością zmienności podłoża. Metodę tę należy również stosować na etapie remontu i modernizacji istniejącej drogi, dla rozpoznania geometrii i układu warstw konstrukcji nawierzchni drogi istniejącej, podłoża pod tą konstrukcją. Dodatkowo metoda ta jest rekomendowana w zakresie rozpoznania przebiegu sieci uzbrojenia terenu. Rekomenduje się również stosowanie metody GPR w przypadku przebiegu inwestycji w obszarach krasowych i pustek górniczych.

Metodę grawimetryczną (GRAW) zaleca się stosować w przypadku przebiegu inwestycji w obszarach występowania zjawisk krasowych oraz na terenach górniczych i górnictwa.

Projektując badania geofizyczne należy uwzględnić ograniczenia w ich stosowaniu związane z ukształtowaniem terenu oraz z występowaniem infrastruktury naziemnej i podziemnej.

Dobór metod geofizycznych jest uzależniony od: celu badań, głębokości rozpoznania, warunków hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, technicznych uwarunkowań dla przeprowadzenia badań oraz od etapu realizacji inwestycji drogowej (rozdział 4, Załącznik 7, Tabela 19).

Podczas wykonywania badań geofizycznych wymagane jest prowadzenie dziennika pomiarowego dla każdej metody, wraz z prowadzeniem na bieżąco szkiców lokalizacyjnych na potrzeby dokumentowania przebiegu i kierunku profilowań (punktów pomiarowych) oraz zapisywania uwag do wykonywanych pomiarów.

Badania geofizyczne mogą być wykonywane przez osobę po spełnieniu jednego z poniższych warunków:

- posiadającą odpowiednie doświadczenie i wiedzę w wykonywaniu badań geofizycznych (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamawiającego),
- posiadającego kwalifikacje geologiczne (obowiązywały do roku 2015) kategorii IX lub X lub uprawnienia geologiczne CUG 09 lub 10 lub osobę świadczącą usługi transgraniczne,
- wykonującą prace pod nadzorem osób wymienionych w punktach powyżej.

Uwaga: Załącznik 11 podaje szczegółowe informacje dotyczące uzyskiwanych właściwości podłoża, metod badań oraz formy przedstawiania wyników badań geofizycznych na potrzeby badań podłoża budowlanego w podziale na:

- możliwe właściwości fizyczno-mechaniczne określane za pomocą badań geofizycznych,
- metody elektrooporowe,
- metody sejsmiczne,
- metoda georadarowa,
- metoda konduktometryczna,
- metoda grawimetryczna,
- forma przedstawienia wyników badań geofizycznych.

5.4 Techniki wiercenia i metody pobierania prób gruntów, skał i wód podziemnych

Prace wiertnicze oraz pobór prób do badań laboratoryjnych należy prowadzić zgodnie z wymaganiami obowiązujących przepisów oraz norm PN-EN 1997-2 i PN-EN ISO 22475-1.

Podstawą doboru techniki wiercenia jest jego cel oraz kategoria pobrania i klasa jakości prób wymagana w badaniach laboratoryjnych.

Informację dotyczącą techniki wiercenia, konstrukcji otworu, sposobu opróbowania, prowadzenia pomiarów specjalnych, sposobu zamykania poziomów wodonośnych, oraz likwidacji otworów po ich wykonaniu należy opisać w projekcie robót geologicznych (PRG), dodatku do projektu (dPRG) lub programie badań geotechnicznych (PBG).

Podczas prac wiertniczych wymagany jest stały dozór geologiczny/geotechniczny prowadzony zgodnie z wymaganiami zawartymi w rozdziale 5.9.

W trakcie wiercenia osoba dozorująca roboty geologiczne posiadająca odpowiednie kwalifikacje geologiczne lub osoba dozorująca badania geotechniczne na bieżąco:

- wykonuje makroskopowe oznaczanie przewiercanych warstw gruntów i skał zgodnie z odpowiednimi normami (rozdział 5.5, Załącznik 13),
- sporządza opis profilu geologicznego zgodnie z wzorem karty otworu (Załącznik 21. 3),
- prowadzi dokumentację fotograficzną miejsc wierceń, przewiercanych gruntów, skał oraz rdzeni wiertniczych,
- w przypadku podłoża skalnego wykonuje opis rdzenia zgodnie z wymaganiami PN-EN ISO 22475-1 za pomocą wskaźników uzysku rdzenia (RQD, SCR, TCR) (rozdział 5.5, Załącznik 13),
- pobiera, odpowiednio oznacza i zabezpiecza próby gruntów, skał i wody podziemnej do badań laboratoryjnych.

W trakcie wszystkich wierceń osoba dozorująca, w zależności od techniki wiercenia, każdy odmienny litologicznie grunt, skałę oraz rdzeń wiertniczy układa np.: w skrzynkach zgodnie z profilem litologicznym i opisuje: nazwę otworu, głębokości poszczególnych przelotów oraz fotografuje wraz z podaniem geolokalizacji. Przykłady prowadzenia dokumentacji fotograficznej przedstawiono na rysunku (Rysunek 8).

Próby gruntów i skał pozyskuje się jedną z trzech metod, dobranych odpowiednio do warunków geologicznych i wymaganej kategorii pobierania oraz w przypadku gruntów klasy jakości próby:

- poprzez wiercenie (ciągłe opróbowanie metodą rdzeniową lub z niszczeniem struktury gruntu),
- z zastosowaniem próbników (opróbowanie na wybranych głębokościach),
- poprzez wycinanie bloków.

Zakres opróbowania musi być zgodny z wymaganiami rozdziału 4.

Dopuszcza się 3 kategorie metod pobierania prób gruntów i skał, w zależności od zakładanej jakości:

- kategoria A: otrzymuje się próby o klasie jakości od 1 do 5; stosowana najczęściej gdy wymagane są próbki klasy 1 lub 2.
- kategoria B: otrzymuje się próby o klasie jakości od 3 do 5; stosowana najczęściej gdy wymagane jest uzyskanie próbek klasy 3-4.
- kategoria C: otrzymuje się próby o klasie jakości 5, która pozwala jedynie na ustalenie następstwa warstw.



Rysunek 8 Przykład prowadzenia dokumentacji fotograficznej (fot. G. Sujka)

Tabela (Tabela 9) przedstawia charakterystykę poszczególnych kategorii i klas jakości prób gruntu w celu wyznaczania warstw gruntów, tabela (Tabela 10) w celu wyznaczania warstw skał.

Tabela 9 Klasy jakości prób gruntów oraz kategorie ich poboru w celu określenia granic warstw gruntów (na podstawie PN-EN 1997-2)

Właściwości gruntu		Klasa jakości prób gruntów				
		1	2	3	4	5
Możliwe do określenia	Makroskopowe oznaczenie gruntu	Z	Z	Z/O	Z/O	NZ
	Następstwo warstw	Z	Z	Z	Z	Z
	Przybliżone granice warstw	Z	Z	Z	Z	NZ
	Dokładne granice warstw	Z	Z	NZ	NZ	NZ
Kategorie pobierania prób gruntu wg PN-EN ISO 22475-1		A				
		B				
		C				

Z – zalecane; NZ – niezalecane;

Tabela 10 Kategorie metod pobierania prób skał w celu określenia granic warstw skał (na podstawie PN-EN 1997-2)

Właściwości skały		Kategorie pobierania prób skał		
		A	B	C
Możliwe do określenia	Makroskopowe oznaczenie skały	Z	Z	Z/O
	Dokładne granice warstw	Z	NZ	NZ
	Przybliżone granice warstw	Z	Z	NZ
	Następstwo warstw	Z	Z	Z

Z – zalecane; NZ – niezalecane;

Technikę wiercenia należy dobrać odpowiednio dla gruntów (Tabela 50) lub dla skał (Tabela 51) uwzględniając (Załącznik 12. 1):

- wstępny model geologiczny określony na podstawie danych archiwalnych i badań geofizycznych (rozdział 4),
- przewidywany profil litologiczny,
- cel wiercenia,
- wykaz parametrów geotechnicznych oraz właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów i skał (rozdział 8.3), które należy podać w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża,
- wymaganą klasę jakości oraz kategorię pobierania próby gruntów i skał w zależności od parametru geotechnicznego (Tabela 52, Tabela 53, Załącznik 12. 2),
- wymagania metody badań laboratoryjnych w zależności od parametru geotechnicznego (Załącznik 16).

Przy doborze techniki wiercenia należy uwzględnić następujące wymagania:

- głównym celem wiercenia jest ustalenie profilu geologicznego, pobór prób odpowiedniej kategorii i klasy oraz ustalenie położenia poziomów wodonośnych. W niektórych przypadkach wiercenia wykonuje się w celu przeprowadzenia specjalistycznych badań w otworach (hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych). Jeśli osiągnięcie wymaganych celów w tym samym otworze jest niemożliwe, należy powtórzyć wiercenie, aby osiągnąć wszystkie zamierzone cele. Na przykład, jeśli wiercenie na płuczkę uniemożliwia wykonanie dokładnych pomiarów zwierciadła wód gruntowych, wówczas w celu określenia położenia poziomów wodonośnych należy zainstalować piezometr lub wykonać dodatkowy otwór metodą bez płuczki,
- technikę wiercenia dobiera się w zależności od kategorii pobrania i klasy jakości prób wymaganych do określania właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał (Tabela 50, Tabela 51),
- wiercenie w celu poboru prób bez rur osłonowych może być wykonywane wyłącznie powyżej wody gruntowej i wyłącznie w przypadku, gdy możliwe jest utrzymanie stabilnych ścian otworu,
- stosowane powszechnie świdry spiralne pozwalają wyłącznie na określenie przybliżonego profilu geologicznego oraz pobór próbek klasy 5. Dlatego też dopuszcza się ich stosowanie wyłącznie na potrzeby zejścia do głębokości opróbowania, pomiaru położenia wód gruntowych oraz w przypadku, gdy występują proste warunki gruntowe a profil litologiczny jest znany i konieczne jest tylko jego potwierdzenie,
- uzysk rdzenia powinien być możliwie jak największy, w gruntach spoistych nie mniejszy niż 90%, w gruntach niespoistych nie mniejszy niż 50%. Jeśli uzysk rdzenia jest mniejszy niż wymagany, należy zmienić technikę wiercenia i powtórzyć opróbowanie w przelocie głębokości o niewystarczającym uzysku rdzenia,
- technikę wiercenia należy dobrać tak, aby średnica próby dla próbek klasy 1 wynosiła minimum 80 mm,
- pojedynczy aparat rdzeniowy dopuszcza się do użycia tylko w twardych i bardzo twardych, niespękanych skałach,
- w przypadku występowania w profilu gruntów wrażliwych na upłynnienie nie dopuszcza się stosowania technik udarowych,
- w przypadku występowania w profilu gruntów słabych opróbowanie należy przeprowadzić z zastosowaniem specjalistycznego próbnika (Tabela 54) lub potrójnego aparatu rdzeniowego.

Ciągłego opróbowania metodą rdzeniową wymaga się na etapie STEŚ-R II Etap i KP oraz PB dla:

- wszystkich profili zbudowanych ze skał i ich zwierzelin, jeśli posiadają właściwości skały,
- obszarów osuwisk,
- wszystkich otworów dla tuneli z wyłączeniem profili, w których stwierdzono występowanie samych piasków,
- co drugiego otworu na pozostałych drogowych obiektach inżynierskich z wyłączeniem profili, w których stwierdzono występowanie samych piasków,
- w obu otworach wiertniczych, zlokalizowanych przy projektowanych górnych krawędziach skarp wykopów w każdym przekroju poprzecznym dla drogi poprowadzonej w wykopie o głębokości większej niż 5 m,
- jednego otworu wiertniczego w każdym przekroju poprzecznym dla drogi poprowadzonej na nasypie o wysokości większej niż 5 m.

Dla pozostałych przypadków wymaga się standardowego opróbowania zgodnie z zasadami zawartymi w rozdziale 4 pod warunkiem wykonania pełnej dokumentacji fotograficznej i opisu profilu geologicznego.

Technika wiercenia może ulec zmianie w trakcie wiercenia w celu dostosowania jej do stwierdzonych warunków hydrogeologicznych, geologicznych i/lub geotechnicznych. Ostateczną decyzję o technologii wiercenia lub jej zmianie w trakcie wykonywania otworów wiertniczych podejmuje uprawniony geolog dozorujący roboty geologiczne lub osoba dozorująca badania geotechniczne.

W przypadku braku możliwości wykonania wiercenia należy zgłosić ten fakt inwestorowi w celu uzgodnienia dalszego postępowania.

Rodzaj próbnika należy dobierać zgodnie z tabelą (Tabela 54, Załącznik 12. 3). Próbki w zależności od rodzaju należy pobierać do czystych skrzynek, rur z PCV, rur z pleksiglasu, cienkościennych próbników metalowych, podwójnych worków plastikowych. Próby należy czytelnie i trwale opisać. Opis powinien zawierać: numer i nazwę otworu, rok wykonania, nazwisko osoby pobierającej, głębokość pobrania próbki od-do w metrach.

Zarówno na terenie prac, jak i w czasie transportu i przechowywania, próby muszą być zabezpieczone przed wpływem warunków atmosferycznych oraz ewentualnym zniszczeniem. Szczególną ostrożność należy zachować przy wyjmowaniu prób z próbników.

Próby skał kategorii A oraz próby gruntów kategorii i klasy jakości A/1-2 należy przechowywać przez okres co najmniej 6 miesięcy od daty zatwierdzenia dokumentacji przez odpowiedni organ administracji geologicznej (w przypadku próbek pobranych w trakcie wykonywania robót geologicznych) lub przez okres co najmniej 6 miesięcy od daty odbioru opracowań (w przypadku prób pobranych podczas badań geotechnicznych).

W zakresie poboru, zabezpieczania, oznakowania, transportu i magazynowania prób gruntów i skał należy stosować szczegółowe wytyczne zawarte w normie PN-EN ISO 22475-1.

5.5 Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał

Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał obejmuje:

- opis cech i właściwości gruntów/skał wykonany w celu ich ogólnej charakterystyki,
- określenie nazwy/rodzaju gruntu/skały.

Wymaga się, aby makroskopowe oznaczanie gruntów i skał wykonywać zgodnie z „nowymi

normami klasyfikacyjnymi²:

- PN-EN ISO 14688-1 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 1: Oznaczanie i opis,
- PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania,
- PN-EN ISO 14689 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie skał. Oznaczanie i opis.

Jako uzupełnienie makroskopowego oznaczania gruntów i skał, wykonanego zgodnie z nowymi normami, wymaga się określenia nazwy/rodzaju gruntu/skały zgodnie ze „starymi normami klasyfikacyjnymi”³:

- PN-B-04481 Grunty budowlane - Badania próbek gruntu,
- PN-B-02480 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział opis.

Opis makroskopowy według starych norm klasyfikacyjnych nie jest wymagany.

Informację o normie zgodnie, z którą wykonuje się oznaczanie makroskopowe gruntów i skał zamieszcza się w projekcie robót geologicznych lub programie badań geotechnicznych oraz w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża.

Makroskopowe oznaczanie gruntów i skał w zależności od potrzeb prowadzi się:

- podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego,
- podczas wiercenia,
- w laboratorium.

Wyniki makroskopowego oznaczania gruntów/skał umieszcza się na kartach obserwacji terenowych, kartach wierceń lub kartach badań, które stanowią graficzną formę przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego (rozdział 8.5).

Podczas makroskopowego oznaczania gruntów i skał należy stosować następujące zasady:

- makroskopowe oznaczanie umożliwia ogólną charakterystykę gruntów i skał, materiału skalnego oraz masywu skalnego,
- wyniki oznaczania makroskopowego gruntów i skał stanowią największy zbiór badań na podstawie, którego opracowuje się model geologiczny (rozdział 8.2),
- makroskopowe oznaczanie gruntów i skał jest podstawowym badaniem, które umożliwia wydzielenie warstw litologicznych oraz wstępne wydzielenie warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych,
- należy biegle posługiwać się normami w zakresie oznaczania gruntów i skał oraz posiadać doświadczenie w wykonywaniu badań makroskopowych,
- makroskopowe oznaczanie gruntów wykonuje się w oparciu o normę PN-EN ISO 14688-1 i jako uzupełnienie według normy PN-B-04481,
- makroskopowe oznaczanie skał wykonuje się w oparciu o normę PN-EN ISO 14689 i jako uzupełnienie według normy PN-B-02480,
- nie należy korelować metod oznaczania i zasad klasyfikowania gruntów i skał opisanych w starych i nowych normach klasyfikacyjnych,
- wiercenie jest podstawowym badaniem, podczas którego wykonuje się makroskopowe

² Określenie „nowe normy klasyfikacyjne” zostało użyte zwyczajowo i odnosi się do norm PN-EN ISO 14688-1, PN-EN ISO 14688-2, PN-EN ISO 14689

³ Określenie „stare normy klasyfikacyjne” zostało użyte zwyczajowo i odnosi się do norm PN-B-04481, PN-B-02480

- oznaczanie gruntów i skał,
- wyniki oznaczania gruntów i skał podczas wiercenia nie podlegają weryfikacji i zmianie,
- oznaczanie gruntów i skał wykonywane podczas prac kartograficznych i/lub w laboratorium stanowi dodatkowy opis, który może być uzupełnieniem opisu sporządzonego podczas wiercenia,
- w przypadku prób gruntów i skał pobieranych za pomocą próbników lub technikami wiertniczymi, które uniemożliwiają oznaczanie gruntów i skał podczas wiercenia, makroskopowe oznaczanie wykonuje się tylko w laboratorium i uzupełnia brakujący opis na karcie wiercenia z uwagą, że opis makroskopowy został wykonany w laboratorium.

Uwaga: Załącznik 13 podaje szczegółowe wymagania dotyczące oznaczania makroskopowego gruntów, skał oraz zwietrzelin.

5.6 Sondowania

Sondowania należy projektować zgodnie z wymaganiami rozdziału 4. Informację dotyczącą liczby, rodzaju, oraz normy/procedury wykonania sondowania należy umieścić w projekcie robót geologicznych (PRG) lub programie badań geotechnicznych (PBG). Nie dopuszcza się zastępowania wierceń sondowaniami na etapie STEŚ, STEŚ-R, KP.

W miejscach, gdzie według rozdziału 4 wymagane są sondowania, należy wykonać jedno z wymienionych w tabeli (Tabela 58, Załącznik 14. 1) rodzajów sondowań. Rodzaj sondowania należy dostosować do warunków geologicznych/gruntowych, celu badań i wymaganych wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych (Tabela 59, Załącznik 14. 2).

Sondowania nieujęte w tabeli (Tabela 58) mogą być wykonane, jako sondowania dodatkowe. Zmianę sondowania na inne, nieujęte w tabeli należy każdorazowo uzasadnić i uzgodnić z projektantem i inwestorem.

Interpretacja wyników sondowań polega na wyprowadzaniu parametru geotechnicznego lub innej cechy w oparciu o parametry pomierzone lub ich skorygowane wartości z uwzględnieniem czynników mających wpływ na uzyskiwane wyniki.

Sondowania można interpretować wyłącznie, gdy istnieje wystarczające doświadczenie regionalne umożliwiające skorelowanie wyników badań z wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych.

Sondowania należy interpretować wyłącznie w odniesieniu do określonego na podstawie wiercenia profilu geologicznego, mając odpowiednie doświadczenie w tym zakresie.

W dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub dokumentacji badań podłoża należy zamieścić udokumentowaną procedurę interpretacji oraz wyprowadzania wartości parametrów geotechnicznych z sondowań. W każdym przypadku procedura powinna zawierać:

- informację na temat producenta stosowanego sprzętu i jego podstawowych parametrów technicznych (w szczególności nazwę producenta stożka CPT/CPTU, wymiary końcówki krzyżakowej, ciężar młota sondy dynamicznej, dane dotyczące urządzenia wprowadzającego końcówkę w grunt itp.),
- informację na temat normy/procedury wykonania badania, opis procedury,
- zestawienie wyników badań i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych oraz ich podstawowe charakterystyki dla wszystkich wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych (tj.: minimum, maximum, średnia, odchylenie standardowe, współczynnik zmienności),
- w przypadku stosowania korelacji udokumentowanych w literaturze branżowej dla danych warunków: informację na temat stosowanych korelacji, w szczególności wzorów empirycznych, współczynników korelacyjnych i dokumentów odniesienia (norm,

- procedur, publikacji, nomogramów itp.) oraz uzasadnienie ich wyboru,
- w przypadku stosowania doświadczeń własnych, nieudokumentowanych w literaturze branżowej i normach: potwierdzenie (w postaci zestawień tabelarycznych, wykresów zależności, nomogramów itp.) współzależności wartości parametrów pomierzonych z wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych (np. poprzez zestawienie z wynikami badań laboratoryjnych, próbnych obciążeń itp.).

Dodatkowo, stosując korelacje znane z literatury branżowej należy uwzględnić warunki brzegowe, dla jakich zostały one opracowane.

Wyniki sondowań należy przedstawić w formie kart sondowań (Załącznik 21. 3). Na karcie należy przedstawić wykresy parametrów pomierzonych i wyprowadzonych względem głębokości.

Nagłówek karty sondowania powinien zawierać minimum następujące informacje:

- nazwę projektu (np. numer drogi, tytuł opracowania itp.)
- numer sondowania,
- współrzędne x, y, wraz z podaniem układu odniesienia oraz rzędną wysokościową z,
- nazwę (rodzaj) urządzenia,
- typ końcówki sondującej oraz nazwę producenta,
- datę wykonania,
- imię i nazwisko operatora sprzętu,
- nazwę pliku źródłowego załączonego w wersji cyfrowej.

5.7 Pomiary i badania hydrogeologiczne

Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane w ramach dokumentacji hydrogeologicznej (na etapie STEŚ lub STEŚ-R I Etap mają na celu:

- określenie głębokości i charakteru występowania poziomów wodonośnych,
- kierunków spływu wód podziemnych,
- pobór próbek do badań fizykochemicznych,
- określenie parametrów filtracyjnych warstwy wodonośnej zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 15) lub pobór próbek do badań uziarnienia na potrzeby oszacowania parametrów filtracyjnych warstwy wodonośnej i warstw izolujących,
- określenie wahań położenia zwierciadła wód podziemnych, w oparciu o państwową sieć monitoringu wód podziemnych wykorzystując dane roczne i z wielolecia (w miarę dostępności).

Do tego celu wykorzystuje się otwory wiertnicze wykonane na potrzeby opracowań geologiczno-inżynierskich (studium geologiczno-inżynierskiego lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w zależności od etapu realizacji inwestycji) lub/i otwory obserwacyjne (piezometry) wykonane specjalnie na potrzeby dokumentacji hydrogeologicznej zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 7).

Poboru próbek wody do badań fizykochemicznych dokonuje się:

- z każdego otworu obserwacyjnego (piezometru) – jeśli jest wykonywany,
- z wybranych otworów geologiczno-inżynierskich wykonanych dla obiektu inżynierskiego tak, aby równomiernie pokryć obszar badań.

Ilość próbek należy zwiększyć:

- na obszarach, w których analiza materiałów archiwalnych (identyfikacja wstępna w ramach oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi – rozdział 5.8) lub badania terenowe wykazały obecność zanieczyszczeń wód podziemnych,
- w sąsiedztwie ujęć wód podziemnych,

- w sąsiedztwie potencjalnych ognisk zanieczyszczeń (składowisk odpadów itp.).

Poboru prób gruntu do badań uziarnienia dokonuje się:

- z każdego otworu obserwacyjnego (piezometru) – jeśli jest wykonywany,
- z wybranych otworów geologiczno-inżynierskich wykonanych dla obiektu inżynierskiego tak aby równomiernie pokryć obszar badań.

Dodatkowo na etapie STEŚ-R II etap lub KP wykonuje się badania hydrogeologiczne w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego/geotechnicznego.

Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego mają na celu:

- określenie głębokości i charakteru występowania poziomów wodonośnych oraz określenie warunków hydrogeologicznych,
- pobór próbek wody na potrzeby badań agresywności wód podziemnych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych (rozdział 6.4),
- określenie ilościowe parametrów filtracyjnych gruntów i skał w warunkach in-situ.

Określenie głębokości i charakteru występowania poziomów wodonośnych wymagane jest zawsze, niezależnie od etapu rozpoznania, celu dokumentowania i rodzaju obiektu.

Pomiar głębokości występowania zwierciadła wód podziemnych należy wykonywać w każdym otworze wiertniczym (geologiczno-inżynierskim lub geotechnicznym).

W przypadku występowania dwóch lub więcej poziomów wodonośnych pomiar należy wykonywać dla każdego z poziomów, wyłącznie po zarurowaniu i odcięciu poziomów zlokalizowanych powyżej mierzonego.

Do pomiarów należy używać świstawki hydrogeologicznej zapuszczanej do otworu na taśmie mierniczej. W przypadku napiętego zwierciadła wody należy dokonać pomiaru poziomu ustalonego. Pomiar ten powinien polegać na pełnej stabilizacji zwierciadła, tj. uzyskaniu 2-3 kolejnych odczytów nieróżniących się między sobą więcej niż 1-2 cm, co należy udokumentować w karcie otworu wiertniczego (Załącznik 21. 3).

Jeśli pomiar głębokości położenia wód gruntowych w otworach geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych jest niemożliwy (np. przy wierceniach na płuczkę) do oceny położenia zwierciadła wód gruntowych należy:

- na etapie STEŚ i STEŚ-R I Etap wykorzystać piezometry wykonane na potrzeby dokumentacji hydrogeologicznej,
- na etapie STEŚ-R II Etap, KP i PB wykorzystać piezometry wykonane zgodnie z wymaganiami zawartymi w rozdziale Załącznik 7. 2 oraz w razie potrzeby wykonać dodatkowe piezometry.

Należy również opisać inne przejawy wód podziemnych, takie jak sączenia w obrębie utworów słabo przepuszczalnych lub znaczne zawilgocenia gruntów niespoistych.

Informację o głębokości poszczególnych poziomów wód gruntowych oraz innych przejawach ich występowania zamieszcza się na karcie otworu (Załącznik 21. 3).

Pobór próbek do badań na agresywność wód podziemnych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych wymagany jest dla każdego poziomu wodonośnego w podłożu każdego drogowego obiektu inżynierskiego na etapie STEŚ-R II Etap i KP oraz PB, zgodnie z wymaganiami w rozdziale 4. Dla drogi badania na agresywność wykonuje się w przypadku, gdy poziom wodonośny może wpłynąć na elementy konstrukcyjne (np. w przypadku niektórych typów wzmocnienia).

Określenie ilościowe parametrów filtracyjnych w otworach wiertniczych/piezometrach

wymagane jest zawsze na etapach STEŚ-R II Etap i KP oraz PB w następujących przypadkach:

- dla tuneli,
- dla odcinków dróg poprowadzonych w wykopach,
- dla nasypów planowanych na wzmocnionych gruntach słabych,
- gdy wykonawca projektu geotechnicznego uzna to za konieczne.

Uwaga: Załącznik 15 podaje wymagania dotyczące określania parametrów filtracji w otworach wiertniczych/piezometrach przy zastosowaniu różnych metod.

5.8 Badania środowiskowe

Badania środowiskowe gruntów i wód podziemnych w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego wykonuje się w przypadku, gdy analiza dostępnych materiałów archiwalnych wskazuje na możliwość występowania na obszarze przeznaczonym pod projektowaną inwestycję zanieczyszczeń środowiska gruntowego, a ocena terenu nie została przeprowadzona w ramach dokumentacji hydrogeologicznej oraz w przypadku, gdy stwierdzone zostanie zanieczyszczenie w trakcie wykonywania prac wiertniczych.

Ocenę terenu pod kątem zanieczyszczeń należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi w następującym zakresie:

- Identyfikacja wstępna:
 - etap pierwszy obejmujący ustalenie działalności mogącej być przyczyną zanieczyszczenia na danym terenie obecnie lub w przeszłości;
 - etap drugi obejmujący ustalenie listy substancji powodujących ryzyko, których wystąpienie w glebie lub w ziemi jest spodziewane na danym terenie;
 - etap trzeci obejmujący zebranie oraz analizę dostępnych i aktualnych źródeł informacji istotnych dla oceny zagrożenia zanieczyszczeniem gleby lub ziemi na danym terenie oraz dostępnych i aktualnych badań zanieczyszczenia gleby i ziemi substancjami powodującymi ryzyko z listy ustalonej w etapie drugim.
- Identyfikacja szczegółowa (jeśli identyfikacja przeprowadzona w ramach wstępnego etapu wykaże realne ryzyko wystąpienia gruntów zanieczyszczonych) obejmująca:
 - określenie założeń do wykonania badań wstępnych gleby wg rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi,
 - zrealizowanie badań zgodnie z wymaganiami, przeprowadzenie analizy otrzymanych wyników i zaplanowanie badań o kolejnym stopniu szczegółowości.

Zakres i ilość próbek gruntów, skał i wody do badań chemicznych ustala się w oparciu o identyfikację przeprowadzoną zgodnie z powyższymi wymaganiami. Zależy on w szczególności od rodzaju prowadzonej działalności i przewidywanych zanieczyszczeń. Zakres ten należy określić w projekcie robót geologicznych (PRG) lub programie badań geotechnicznych (PBG).

Badania chemicznych nie wykonuje się w przypadku, gdy identyfikacja wstępna nie wykaże istnienia ryzyka wystąpienia gruntów zanieczyszczonych, za wyjątkiem sytuacji, gdy nastąpi nieoczekiwane stwierdzenie przejawów możliwego zanieczyszczenia gruntu (zapach, kolor, wygląd, wywiad środowiskowy itp.) w trakcie badań geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych. Wówczas należy wykonać badania próbek gruntów zgodnie z wymaganiami rozdziału 6.4.

5.9 Dozór geologiczny/geotechniczny nad pracami terenowymi

Prace terenowe powinny być stale dozоровane przez osoby posiadające:

- kwalifikacje geologiczne kategorii IV, V, XII lub CUG 04, 05 (badania hydrogeologiczne),

- kwalifikacje geologiczne kategorii VI, VII, XII lub CUG 06, 07 (badania geologiczno-inżynierskie),
- doświadczenie ustalone przez inwestora (badania geotechniczne).

Do obowiązków osoby pełniącej dozór geologiczny/geotechniczny należy:

- przestrzeganie zgodności prowadzonych robót z zatwierdzonym projektem robót geologicznych lub programem badań geotechnicznych;
- dobór techniki wiercenia w zależności od zastanych warunków gruntowych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.4;
- wykonanie bieżącego opisu makroskopowego i klasyfikacji przewiercanych warstw gruntów i skał zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.5, 6.1.1, 6.3.1;
- dobór rodzaju i głębokości sondowania w zależności od zastanych warunków gruntowych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.6;
- pobieranie, zabezpieczanie i przechowywanie w odpowiednich warunkach rdzeni i próbek gruntów, skał i wody zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.4 oraz korygowanie na bieżąco lokalizacji o głębokości poboru próbek;
- prowadzenie pomiarów hydrogeologicznych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.7;
- wykonywanie dokumentacji fotograficznej miejsca wiercenia, urobku oraz rdzeni wiertniczych wraz z ich szczegółowym opisem zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.4;
- bieżące sporządzenie terenowych kart otworów i sondowań zgodnie z załączonym wzorem karty (Załącznik 21. 3) i bieżące przekazywanie do dalszych prac dokumentacyjnych;
- korygowanie na bieżąco lokalizacji i głębokości otworów wiertniczych i/lub sondowań, jeżeli wymagać tego będą warunki geologiczne;
- kontrola likwidacji wykonanych otworów wiertniczych.

Wszelkie odstępstwa od PRG, dPRG (w szczególności dotyczące zmiany lokalizacji, ilości i głębokości wierceń, sondowań, badań geofizycznych i innych badań polowych) lub od PBG muszą być uzgodnione z dokumentatorem/projektantem/inwestorem.

W przypadku stwierdzenia w trakcie prac terenowych znaczących odstępstw od założeń w projekcie robót geologicznych (PRG) należy opracować dodatek do PRG zgodnie z wymaganiami rozdziału 4.3.2.

6 Wytyczne wykonywania badań laboratoryjnych

W rozdziale 6 podano metody wykonywania badań laboratoryjnych, które należy wykorzystywać w rozpoznaniu podłoża budowlanego. W przypadku konieczności uzupełnienia zapisów normowych podano dodatkowe informacje i wskazówki wspomagające planowanie i wykonanie badań. Opis uzupełniono o informacje dotyczące celu badań i przedstawiania wyników badań.

Badania laboratoryjne na potrzeby rozpoznania podłoża budowlanego wykonuje się na próbkach gruntów i skał w celu dokładnego oznaczenia fizycznych i mechanicznych, a także chemicznych cech podłoża budowlanego. Badania laboratoryjne dzieli się na:

- badania klasyfikacyjne gruntów,
- badania w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych gruntów,
- badania próbek skał.

W celu prawidłowego scharakteryzowania warstw gruntów i skał na podstawie badań laboratoryjnych należy:

- podać wykaz cech chemicznych, fizycznych i mechanicznych gruntów i skał do określenia z badań laboratoryjnych (parametry geotechniczne),
- wskazać rodzaj i metodykę badań laboratoryjnych,
- dobrać kategorię pobierania prób gruntów/skał oraz klasę jakości gruntów do wskazanych parametrów geotechnicznych,
- ustalić technikę wiercenia oraz sposób pobierania prób gruntów i skał uzależniony od kategorii pobierania i klasy jakości,
- wskazać miejsca poboru prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych (liczba prób),
- wykonać wiercenia, pobrać próby gruntów i skał, odpowiednio je zabezpieczyć i przetransportować do laboratorium.

Badania laboratoryjne mogą być wykonywane przez laboratoria **posiadające jednocześnie**:

- potencjał kadrowy i techniczny,
- doświadczenie w wykonywaniu badań laboratoryjnych zgodnie z normami wskazanymi w Wytycznych i udokumentowanymi procedurami,
- wdrożony system zarządzania jakością lub akredytację na badania laboratoryjne.

6.1 Badania klasyfikacyjne próbek gruntów

Badania klasyfikacyjne gruntów wykonuje się w laboratorium na próbkach gruntów w celu wyznaczenia składu granulometrycznego i wskaźnikowych właściwości każdej wydzielonej warstwy litologicznej (rozdział 8.2) na potrzeby sklasyfikowania gruntów oraz do sprawdzenia, czy pobrane próby i próbki gruntów są reprezentatywne.

6.1.1 Klasyfikacja gruntów

Klasyfikacja gruntów polega na wydzielaniu grup gruntów na podstawie określonych kryteriów. Klasyfikowanie pozwala łączyć grunty w grupy o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych na potrzeby oceny ich przydatności do celów inżynierskich, w tym: fundamentowania, wzmacniania i wykorzystywania, jako materiału do budowy ziemnych oraz do konstruowania modelu geologicznego.

W celu sklasyfikowania gruntów należy wykonać następujące czynności:

- wskazać normę, według której zostaną sklasyfikowane grunty,
- określić normowe kryteria klasyfikacji oraz w razie potrzeb dodatkowe kryteria wraz z ich opisem,
- ustalić normy i metody, według których zostaną wykonane badania laboratoryjne i terenowe w celu sklasyfikowania gruntów według wskazanych kryteriów,

- jeśli nie ma norm, wskazać i opisać metodykę badawczą, według której zostaną wykonane badania,
- wykonać badania laboratoryjne,
- wydzielić warstwy gruntów o podobnych właściwościach litologicznych (warstwy litologiczne) i/lub fizyczno-mechanicznych (warstwy geologiczno-inżynierskie lub geotechniczne) z uwzględnieniem wyników badań terenowych.

Klasyfikowanie gruntów wykonuje się zgodnie z:

- „nową normą klasyfikacyjną”⁴ PN-EN ISO 14688-2 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania,
- „starą normą klasyfikacyjną”⁵ PN-B-02480 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział opis.

Wymaga się, aby grunty były klasyfikowane zgodnie z normą PN-EN ISO 14688-2. Klasyfikacja według normy PN-B-02480 nie jest wymagane, jednak zaleca się ją stosować, jako uzupełniającą.

Informację o normie zgodnie, z którą klasyfikowane są grunty zamieszcza się w PRG, dPRG lub PBG oraz w dokumentach zawierających wyniki badań podłoża budowlanego.

Klasyfikowanie gruntów wykonuje się w oparciu o wyniki badań laboratoryjnych przy uwzględnieniu wyników badań terenowych, głównie sondowań.

Wyniki klasyfikowania gruntów umieszcza się na kartach badań laboratoryjnych, kartach sondowań, kartach wierceń (Załącznik 21. 3), w zestawieniach tabelarycznych, na wykresach statystycznych (rozdział 8.5) oraz opisuje w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża.

Uwaga: Załącznik 16 podaje zasady klasyfikowania gruntów na podstawie badań laboratoryjnych.

6.1.2 Chemiczne, fizyczne i wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów

Chemiczne, fizyczne i wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów wykonywane w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego mają na celu wyznaczenie grup gruntów o podobnym składzie i właściwościach chemicznych, fizycznych i wytrzymałościowych (rozdział 8.2 i 8.3).

Wyróżnia się następujące chemiczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów:

- zawartość części organicznych,
- zawartość węglanów.

Do klasyfikacyjnych badań fizycznych próbek gruntów zalicza się:

- uziarnienie (skład granulometryczny),
- wilgotność,
- gęstość objętościową,
- gęstość właściwą szkieletu gruntowego,
- granice konsystencji,
- maksymalna i minimalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego gruntów niespoistych,

⁴ Określenie „nowe normy klasyfikacyjne” zostało użyte zwyczajowo i odnosi się do norm PN-EN ISO 14688-1, PN-EN ISO 14688-2, PN-EN ISO 14689

⁵ Określenie „stare normy klasyfikacyjne” zostało użyte zwyczajowo i odnosi się do norm PN-B-04481, PN-B-02480

- dyspersyjność,
- wysadzinowość,
- oznaczanie wielkości pochodnych (obliczanych na podstawie wzorów empirycznych).

Klasyfikacyjne badanie wytrzymałościowe prób gruntów to wytrzymałość na ścinanie bez odpływu.

W zależności od etapu inwestycji, należy ustalić zakres badań na podstawie informacji zawartych w rozdziale 4.

Przed przystąpieniem do badań klasyfikacyjnych należy wskazać normy i metody, które zostaną wykorzystane do badań laboratoryjnych oraz do klasyfikowania gruntów. W przypadku braku norm, należy ustalić i opisać w projekcie robót geologicznych/programie badań geotechnicznych, a następnie w dokumentacji, procedury badawcze i kryteria, według których grunty zostaną zbadane i sklasyfikowane.

Badania klasyfikacyjne należy wykonywać zgodnie z wymaganiami norm i określonymi metodami badań. Wszelkie odstępstwa należy opisać i uzasadnić.

Próbki gruntów do badań laboratoryjnych powinny być odpowiednio przygotowane. Nie należy dopuszczać do przesuszenia próbek, przy rozcieraniu należy unikać kruszenia cząstek gruntu oraz zapewnić reprezentatywność próbek gruntów. Podczas badań należy zwracać uwagę na temperaturę suszenia próbek, ponieważ zbyt wysoka temperatura może mieć negatywny wpływ na uzyskane wyniki badań (Tabela 61, Załącznik 16).

Wyniki badań laboratoryjnych gruntów powinny być porównane z wynikami badań archiwalnych, wartościami zamieszczonymi w literaturze oraz z doświadczeniem porównywalnym w celu sprawdzenia ich zmienności oraz wiarygodności.

Na kartach badań laboratoryjnych i kartach wierceń (Załącznik 21. 3), w zestawieniach tabelarycznych, na wykresach statystycznych (rozdział 8.5) przedstawia się wyniki badań klasyfikacyjnych gruntów oraz opisuje w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża.

W tabeli (Tabela 61, Załącznik 16) podano zalecenia do wykonywania badań klasyfikacyjnych próbek gruntów oraz wykaz parametrów określanych w badaniach laboratoryjnych w zależności od rodzaju gruntu, klasy jakości i kategorii pobrania prób oraz rodzaju próbek.

6.1.3 Wskaźnikowe badania wytrzymałościowe próbek gruntów

Celem badania jest określenie przybliżonej wytrzymałości na ścinanie bez odpływu c_u gruntu drobnoziarnistego wg PN-EN ISO 14688-1. Norma PN-EN 1997-2 dopuszcza do wykonania wskaźnikowego badania wytrzymałości laboratoryjną sondę obrotową i penetrometr stożkowy.

Informacje o procedurze badawczej penetrometrem stożkowym zawarte są PKN-CEN-ISO/TS 17892-6. Istotne informacje zawarte w załączniku O w/w normy.

Innymi badaniami wskaźnikowymi w zakresie wytrzymałości są testy z użyciem ścinarki obrotowej i penetrometru tłoczkowego. Procedura badawcza zawarta jest w normie PN-B-04481.

Zalecane jest badanie penetrometrem tłoczkowym na pobocznicy rdzenia gruntowego. Badania wykonywane są w celu sprawdzenia zmienności wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu w obrębie rdzenia gruntowego. Wyniki są pomocne do oceny, z jakich stref rdzenia powinny być pobrane próbki do badań parametrów mechanicznych.

6.2 Badania w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych próbek gruntów

Badania w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych wykonuje się w laboratorium na próbkach gruntów na potrzeby wyznaczania parametrów geotechnicznych (mechanicznych) każdej wydzielonej warstwy geologiczno-inżynierskiej/geotechnicznej.

Uwaga: Załącznik 16 podaje zalecenia do wykonywania badań w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych próbek gruntów oraz wykaz parametrów określanych w badaniach laboratoryjnych.

6.2.1 Badania wytrzymałościowe próbek gruntów

Norma PN-EN 1997-2 oraz specyfikacje techniczne PKN-CEN ISO/TS 17892-7÷9 wskazują badania wytrzymałościowe tylko gruntów całkowicie nasyconych wodą lub gruntów suchych. Nieuwzględnione są badania dla gruntów częściowo nasyconych wodą.

Badania wytrzymałościowe należy wykonać na próbkach nienaruszonych 1 klasy jakości. W specjalnych przypadkach - głównie dla piasków, dopuszcza się wykonanie badań na próbkach odtworzonych albo przerobionych. W laboratorium powinny być oznaczone makroskopowo, sfotografowane oraz przygotowane bezzwłocznie do badań laboratoryjnych.

Norma PN-EN 1997-2 zalicza do badań wytrzymałościowych:

- badanie jednoosiowego ściskania;
- badania trójosiowego ściskania bez konsolidacji i bez odpływu (UU);
- badanie trójosiowego ściskania z konsolidacją (CU, CD);
- badanie bezpośredniego ścinania w aparacie skrzynkowym i w aparacie pierścieniowym.

Wytrzymałość gruntu bez odpływu c_u może być wyznaczona z badania jednoosiowego ściskania i z badania trójosiowego ściskania bez konsolidacji i bez odpływu.

Pozostałe wymienione badania służą do wyznaczenia parametrów wytrzymałościowych, najczęściej dla modelu Mohra-Coulomba.

Liczba badań zależy od tego czy istnieje porównywalne doświadczenie dla gruntów z opracowanego modelu geologicznego. Badania powinny być przeprowadzone na próbkach reprezentatywnych dla każdej warstwy gruntowej. Do oceny reprezentatywności próbki gruntu powinny być wykorzystane badania klasyfikacyjne.

Dodatkowo na liczbę badań ma wpływ jednorodność podłoża oraz kategoria geotechniczna. Zalecenia odnośnie liczby badań zawiera załącznik P normy PN-EN 1997-2.

Wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych należy przeprowadzić na serii minimum 3 próbek gruntu. Próbki gruntu do badań wytrzymałościowych należy przygotować z makroskopowo jednorodnego lub podobnego materiału gruntowego. Próbki powinny charakteryzować się zbliżonymi gęstościami objętościowymi oraz wilgotnościami początkowymi. Próbki powinny być „jednorodne” w całej objętości lub podobne ze względu np. na rodzaj i liczbę nieciągłości, wkładek itp. Próbki po przygotowaniu należy sfotografować bezpośrednio przed badaniem.

Dla każdej z 3 próbek gruntu należy określić sposób i czas nasycania, naprężenia konsolidacyjne i naprężenia efektywne w czasie etapu ścinania oraz prędkość ścinania.

Parametry wytrzymałościowe należy odnosić tylko do przedziału naprężeń efektywnych, dla którego je wyznaczono. Zakres naprężeń efektywnych powinien być skonsultowany i uzgodniony z projektantem. W przypadku braku projektanta lub osoby odpowiedzialnej za obliczenia można przyjąć, że jedna próbka gruntu będzie zbadana przy naprężeniu efektywnym odpowiadającemu naprężeniu efektywnemu in situ, druga próbka może być zbadana przy połowie wartości

naprężenia efektywnego in situ, zaś ostatnia próbka przy podwójnej wartości naprężenia efektywnego in situ.

Szczegółowe opisy procedur badawczych zawierają specyfikacje techniczne PKN-CEN ISO/TS 17892-7÷9. Dodatkowe reguły zawarto w normie PN-EN 1997-2.

Według normy PN-EN 1997-2 zalecane są wykonywać zaawansowane laboratoryjne badania wytrzymałościowe takie jak: badania trójosiowego rozciągania (np. dla osuwisk), badania prostego ścinania (np. dla osuwisk), badania ściskania i rozciągania w płaskim stanie odkształcenia, rzeczywiste badania trójosiowego ściskania (np. dla złożonych fundamentów), kierunkowe badania ścinania, wszystkie z możliwością konsolidacji anizotropowej zamiast izotropowej.

6.2.2 Badania odkształceniowe próbek gruntów

Norma PN-EN 1997-2 oraz specyfikacja techniczna PKN-CEN ISO/TS 17892-5 dotyczą wyznaczania charakterystyk odkształceniowych gruntów w aparacie trójosiowym i w edometrze. Dopuszczone jest badanie alternatywne z ciągłym obciążeniem, przy stałej prędkości odkształceń - tzw. badanie konsolidometryczne typu CRS.

Podobnie jak w przypadku badań wytrzymałościowych badania ściśliwości i konsolidacji dotyczą gruntów całkowicie nasyconych wodą lub gruntów suchych. Badania dla gruntów nienasyconych wykonywane są w celu określenia pęcznienia i zdolności gruntu do osiadania zapadowego.

Celem badania edometrycznego i konsolidometrycznego jest określenie charakterystyk ściśliwości, konsolidacji i pęcznienia gruntu.

Próbki iltu, pyłu lub gruntu organicznego do badań ściśliwości należy pobierać z prób nienaruszonych 1 klasy jakości.

Załącznik Q z normy PN-EN 1997-2 zawiera wytyczne dotyczące minimalnej liczby próbek i badań dla jednej warstwy oraz informacje o przeprowadzeniu badań i ich ocenie.

W badaniach odkształcalności gruntu istotne jest wiarygodne określenie pionowego naprężenia efektywnego in situ na głębokości, z której pobrano próbę gruntu. Początkowe naprężenie pionowe nie powinno przewyższać pionowego naprężenia efektywnego in situ. Badanie należy kontynuować do osiągnięcia naprężeń efektywnych wyraźnie większych od maksymalnego naprężenia efektywnego in situ. W przypadku wyznaczania naprężenia prekonsolidacji największe naprężenie efektywne w próbce gruntu powinno być jak największe. W przypadku iltów i glin chodzi o wartość nawet 10 MPa. Zakres naprężeń efektywnych oraz liczba cykli obciążenie-odprężenie powinna być skonsultowana i uzgodniona z projektantem. W przypadku braku wytycznych do badań można przyjąć następujący schemat badania:

- 1 obciążenie do wartości naprężenia efektywnego in situ. W przypadku badania edometrycznego obciążenie może być nieco większe od in situ - najbliższe możliwe wynikające z dostępności obciążników;
- 1 odciążenie do wartości 12,5 kPa
- 2 obciążenie do wartości naprężenia efektywnego minimum 1,6 MPa.

Podany program badania jest przykładowy i nie zawsze będzie odpowiedni, szczególnie w przypadku gruntów słabych.

Parametrami wyznaczanymi w badaniach ściśliwości są m.in.:

- edometryczny moduł ściśliwości E_{oed} (M , M_0);
- współczynnik zmiany objętości m_v ;
- wskaźnik ściśliwości C_c ;
- wskaźnik odprężenia C_s ;
- naprężenie prekonsolidacji σ_p ;

- współczynnik konsolidacji c_v ;
- współczynnik ścisłości wtórnej C_{α} .

Celem badania trójosiowej odkształcalności jest wyznaczenie charakterystyki sztywności w zależności od ścieżki obciążenia. W zależności od warunków drenażu wyróżnia się moduł odkształcenia E' z odpływem lub E_u - moduł odkształcenia bez odpływu. Każdy z modułów może być określony dla różnych poziomów naprężeń efektywnych lub odkształceń. Z tego powodu te badanie powinno być skonsultowane i uzgodnione z projektantem.

W przypadku braku wytycznych do badań należy zbadać tylko początkowy moduł E_0 lub G_0 przy minimum 3-5 naprężeniach efektywnych, tak aby uzyskać jego charakterystykę. Parametry te powinny być wyznaczone w komorze trójosiowej z zamontowanymi piezoprzetwornikami typu bender element, wraz z wykorzystaniem fal akustycznych poprzecznej i podłużnej.

6.2.3 Badania pęcznienia próbek gruntów

W przypadku badania próbek gruntu takich jak mio-plioceńskie iły serii poznańskiej, oligoceńskie iły krakowieckie, jurajskie iły rudonośne i inne należy dokonać oceny czy jest to grunt potencjalnie ekspansywny.

Ocena taka może być przeprowadzona zarówno metodami bezpośrednimi i pośrednimi. Do metod bezpośrednich zaliczane są badania:

- pęcznienia swobodnego wg Holtza i Gibbsa - FS_{HG} ,
- wskaźnika pęcznienia - $e_p(V_p)$,
- ciśnienia pęcznienia - $\sigma'_s(P_c)$,
- odkształcenie pęcznienia - ε_s .

Zalecany i dostatecznie dokładnym testem do szybkiej oceny zdolności gruntów do pęcznienia jest badanie pęcznienia swobodnego wg Holtza i Gibbsa sproszkowanej próbki gruntu w cylindrze z wodą destylowaną.

Zalecaną metodą wyznaczenia ciśnienia pęcznienia jest badanie edometryczne ze stałą objętością próbki gruntu. Wyznaczoną wartość ciśnienia pęcznienia należy uwzględnić w badaniach wytrzymałościowych podczas etapu nasycania próbki gruntu.

W metodach pośrednich oceny potencjalnej ekspansywności należy wykorzystać badania składu granulometrycznego oraz podstawowe właściwości takie jak: wilgotność, stopień nasycenia oraz wilgotności granicy plastyczności i granicy płynności.

Do przeprowadzenia oceny potencjalnej ekspansywności gruntów drobnoziarnistych/spoistych (w zależności od normy klasyfikacyjnej) wykorzystywać należy nomogramy: nomogram Casagrande'a - zmodyfikowany przez Grabowską-Olszewską (1998), nomogram Vijayergija-Ghazzaly'ego (1973) nomogram Van der Merwego (1964) zmodyfikowany przez Grabowską-Olszewską (1994).

Wyniki pęcznienia należy opisać w dokumentacji i przedstawić na załącznikach graficznych oraz zestawianych tabelarycznych (Załącznik 21. 3, rozdział 8.5).

6.2.4 Badania zagęszczalności i nośności próbek gruntów

Celem badania zagęszczalności lub nośności jest odpowiednio określenie wilgotności optymalnej i maksymalnej gęstości objętościowej szkieletu gruntowego lub kalifornijskiego wskaźnika nośności CBR.

Norma PN-EN 1997-2 dopuszcza do wykonania badań zagęszczalności badanie metodą Proctora, zaś do badania nośności badanie metodą CBR. Nie opracowano norm PN-EN ISO ani specyfikacji technicznych PKN-CEN ISO/TS na badania zagęszczalności. Zaleca się stosowanie normy PN-EN 13286-2:2007 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym -- Część 2: Metody określania gęstości i zawartości wody -- Zagęszczanie metodą Proctora.

W przypadku oznaczania wskaźnika CBR zaleca się stosowanie normy PN-EN 13286-47:2012E Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym -- Część 47: Metoda badania do określenia kalifornijskiego wskaźnika nośności, natychmiastowego wskaźnika nośności i pęcznienia liniowego.

O zakresie badań laboratoryjnych decyduje etap inwestycji i należy określić go na podstawie wymagań rozdziału 4.

Wykonanie badań zagęszczalności w aparacie Proctora może być utrudnione w przypadku gruntów równomiernie uziarnionych i bardzo gruboziarnistych.

Laboratoryjne badania CBR można wykonywać w terenie, ale podstawową metodą jest badanie laboratoryjne.

Badania CBR oraz badania zagęszczenia w aparacie Proctora można zastąpić wykonując badania płytą VSS, płytą dynamiczną lub aparatem Panda.

Wyniki badań zagęszczalności są wykorzystywane do oceny przydatności materiału do zagęszczenia, jakości zagęszczonego materiału, oceny wskaźnika zagęszczenia oraz wytrzymałości podłoża budowlanego.

6.2.5 Badania przepuszczalności próbek gruntów

Celem badania przepuszczalności jest wyznaczenie współczynnika filtracji w gruntach całkowicie nasyconych wodą.

Norma PN-EN 1997-2 dopuszcza do wykonania badań przepuszczalności cztery metody:

- badania polowe: pompowanie, w otworze wiertniczym,
- wzory empiryczne powiązane ze składem granulometrycznym,
- szacowanie z badania edometrycznego,
- przepuszczanie wody przez próbkę gruntu.

Współczynnik filtracji powinien być określany przez zastosowanie kilku metod jednocześnie (min. 2 w tym jedna polowa, jedna laboratoryjna) z uwagi na bardzo dużą zmienność w jednej warstwie gruntu.

Każda warstwa gruntu powinna być opisana minimalną i maksymalną wartością współczynnika filtracji.

Do badań przepuszczalności iłów, pyłów i gruntu organicznego należy wykorzystywać tylko próby klasy jakości 1 lub 2. Dla gruntów gruboziarnistych można stosować próby klasy jakości 3.

W rozdziale 4 podano wymogi dotyczące zakresu badań laboratoryjnych, które zależą przede wszystkim od etapu inwestycji.

Do określania współczynnika filtracji gruntów drobnoziarnistych: pyłów i iłów zaleca się stosować metody polegające na przepuszczaniu wody przez próbkę gruntu opisane w PKN-CEN ISO/TS 17892-11:2009 lub badania edometryczne przy stałej prędkości odkształcania (badanie konsolidometryczne). Klasyczne badania edometryczne dają tylko przybliżone wartości współczynnika filtracji. Norma PN-B-04481 nie zawiera opisu metody badania przepuszczalności.

W przypadku gruntów gruboziarnistych zaleca się określać współczynnik filtracji na podstawie empirycznych wzorów powiązanych ze składem granulometrycznym (z uwzględnieniem ich ograniczeń).

Wykonując badania przepuszczalności należy zwracać uwagę na:

- właściwy dobór metody badania do rodzaju gruntu,
- orientację próbki,
- potrzebę wykonania dodatkowych badań klasyfikacyjnych,

- gradient hydrauliczny,
- stany naprężeń,
- stopień nasycenia wodą.

Współczynnik filtracji może być wykorzystywany do projektowania m.in. wykopów, ścianek szczelnych, odwodnienia, wzmocnienia podłoża poprzez konsolidację, obniżenia poziomu wód gruntowych i szacowania ciśnienia spływowego.

6.3 Badania próbek skał

Badania próbek skał wykonuje się w laboratorium w celu:

- wyznaczenia właściwości wskaźnikowych każdej wydzielonej warstwy litologicznej,
- określenia wartości parametrów geotechnicznych na potrzeby wyznaczenia parametrów geotechnicznych każdej wydzielonej warstwy litologicznej, geologiczno-inżynierskiej i geotechnicznej.

6.3.1 Systemy klasyfikacyjne skał

Klasyfikacja skał polega na wydzieleniu grup skał na podstawie określonych kryteriów. Klasyfikowanie pozwala łączyć skały w grupy o podobnych właściwościach litologicznych i/lub fizyczno-mechanicznych na potrzeby oceny ich przydatności do celów inżynierskich.

W celu sklasyfikowania skał należy wykonać następujące czynności:

- wskazać normę lub pozycję literatury, według której zostaną sklasyfikowane skały,
- określić kryteria klasyfikacji,
- ustalić normy, według których zostaną wykonane badania w celu sklasyfikowania skał według wskazanych kryteriów,
- jeśli nie ma norm, wskazać i opisać procedurę badawczą, według której zostaną wykonane badania,
- wykonać badania laboratoryjne,
- wydzielić warstwy skał o podobnych właściwościach litologicznych (warstwy litologiczne) lub fizyczno-mechanicznych - warstwy geologiczno-inżynierskie/geotechniczne.

Warstwy skał klasyfikuje się na podstawie wyników:

- makroskopowego oznaczania skał z rdzenia wiertniczego, masywu skalnego.
- badań laboratoryjnych.

Klasyfikowanie skał wykonuje się zgodnie z:

- „nową normą klasyfikacyjną” PN-EN ISO 14689 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie skał - Część 1: Oznaczanie i opis,
- „starą normą klasyfikacyjną” PN-B-02480 Grunty budowlane - Określenia, symbole, podział opis,
- opublikowanym i lokalnie akceptowanym systemem klasyfikacji skał (PN-EN 1997-2),
- uznanym systemem klasyfikacji krajowej i/lub międzynarodowej (PN-EN 1997-2).

Wymaga się, aby skały były klasyfikowane zgodnie z normą PN-EN ISO 14689. Klasyfikowanie skał według normy PN-B-02480 lub opublikowanego i lokalnie akceptowanego systemu klasyfikacji skał lub uznanego systemem klasyfikacji krajowej i/lub międzynarodowej nie są wymagane, jednak zaleca się je stosować, jako uzupełniające.

Informację o normie lub systemie klasyfikacji zgodnie, z którymi będą klasyfikowane skały zamieszcza się w PRG, dPRG lub PBG oraz w dokumentach zawierających wyniki badań podłoża budowlanego.

Wyniki klasyfikowania skał opisuje się w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań

podłoża i umieszcza na kartach badań laboratoryjnych, kartach wierceń (Załącznik 21. 3), w zestawieniach tabelarycznych oraz na wykresach statystycznych (rozdział 8.5).

Uwaga: Załącznik 16 podaje zasady klasyfikowania skał na podstawie oznaczeń makroskopowych.

6.3.2 Badania fizyczne i geomechaniczne próbek skał

Na próbkach skał przeprowadza się następujące badania laboratoryjne:

- badania fizyczne,
- badania pęcznienia,
- badania wytrzymałościowe,
- badania odkształceniowe.

Fizyczne badania klasyfikacyjne próbek skał mają na celu wyznaczenie grup skał o podobnych właściwościach fizycznych. Wyróżnia się następujące fizyczne badania klasyfikacyjne próbek skał:

- wilgotność,
- gęstość,
- porowatość,
- przepuszczalność,
- rozmywalność,
- mrozoodporność,
- rozmakalność,
- nasiąkliwość.

Badania pęcznienia próbek skał mają na celu określenie potencjału pęcznienia skał. PN-EN 1997-2 wyróżnia 3 rodzaje badań potencjału pęcznienia skał:

- oznaczanie wskaźnika ciśnienia pęcznienia,
- oznaczanie wskaźnika odkształcenia pęcznienia,
- oznaczanie odkształcenia pęcznienia.

Badania wytrzymałościowe i odkształceniowe próbek skał mają na celu szacowanie właściwości wytrzymałościowych i odkształceniowych skał. PN-EN 1997-2 wyróżnia 5 rodzajów laboratoryjnych badań wytrzymałościowych skał:

- ściskanie jednoosiowe i badanie odkształcalności,
- badanie pod obciążeniem punktowym,
- badanie bezpośredniego ścinania,
- test brazylijski na rozciąganie,
- badanie trójosiowego ściskania.

Zakres badań laboratoryjnych próbek skał, należy określić zgodnie z wymaganiami podanymi w rozdziale 4, uwzględniając etap inwestycji.

Przed przystąpieniem do badań próbek skał należy wskazać normy i metody, które zostaną wykorzystane do badań laboratoryjnych. W przypadku braku norm, należy ustalić i opisać w projekcie robót geologicznych/programie badań geotechnicznych, a następnie w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża, procedury badawcze, według których skały zostaną zbadane.

Badania próbek skał należy wykonywać zgodnie z wymaganiami norm i wybranych metod badań. Wszelkie odstępstwa należy opisać i uzasadnić.

Próbki skał do badań laboratoryjnych powinny być odpowiednio przygotowane. Nie należy dopuszczać do przesuszenia próbek oraz zapewnić reprezentatywność próbek skał. Podczas badań należy zwracać uwagę na rozmiar próbek do badań, temperaturę suszenia próbek oraz procesy wietrzenia, które wpływają na uzyskane wyniki badań. Skały, które ulegają rozpadowi podczas

badan, zaleca się badać metodami wykorzystywanymi do badań gruntów.

Wyniki badań próbek skał powinny być porównane z wynikami badań archiwalnych, wartościami zamieszczonymi w literaturze oraz z doświadczeniem porównywalnym w celu sprawdzenia ich zmienności oraz wiarygodności.

Zestawione na kartach badań laboratoryjnych, kartach wierceń (Załącznik 21. 3), w tabelach, na wykresach statystycznych (rozdział 8.5) wyniki badań próbek skał zamieszcza się także w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża.

W tabelach (Tabela 64, Tabela 65, Tabela 66, Załącznik 16) podano zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek skał oraz wykaz parametrów określanych w badaniach laboratoryjnych w zależności od kategorii pobrania prób skał.

6.4 Badania składu chemicznego próbek gruntów, skał i wody podziemnej

W przypadku badań próbek wód podziemnych wykonywanych na potrzeby opracowania Dokumentacji hydrogeologicznej częstotliwość opróbowania i zakres oznaczeń należy dostosować do przewidywanych warunków hydrogeologicznych zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.7, przy czym minimalny zakres oznaczeń parametrów wody powinien obejmować:

- wskaźniki fizyczne: przewodność elektryczna, odczyn pH, zapach, ChZT (KMnO₄);
- wskaźniki nieorganiczne: chlorki, siarczany, wodorowęglany, sód, potas, magnez, wapń, azotany; fosfor ogólny, amoniak, azotyny, fluorki, żelazo, mangan,
- mikroelementy: ołów, kadm, cynk, chrom, kadm, kobalt, bor,
- wskaźniki organiczne: TOC (OWO), suma węglowodorów ropopochodnych (aTPH – total product hydrocarbon), WWA (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), BTEX (lotne węglowodory aromatyczne) oraz fenole (jako indeks fenolowy).

Powyższe badania należy wykonać także dla wytypowanych próbek z wód powierzchniowych (rzek i zbiorników).

Jeżeli analiza dostępnych materiałów (identyfikacja wstępna) wskaże, że na terenie objętym rozpoznaniem mogą występować obszary występowania zanieczyszczeń środowiska gruntowo-wodnego, należy przeprowadzić badania w celu oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. Przy identyfikacji terenu zanieczyszczonego, ustalaniu listy substancji powodujących ryzyko, określaniu założeń do badań wstępnych, wykonywaniu tych badań oraz analizie uzyskanych wyników należy uwzględnić wymagania wskazane w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi.

Badania składu chemicznego próbek gruntu, skał i wody wykonywane w ramach dokumentowania geologiczno-inżynierskiego lub geotechnicznego mają na celu:

- ocenę agresywności wód gruntowych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych,
- identyfikację substancji zanieczyszczających grunt.

W ramach oceny agresywności wód gruntowych dla każdej pobranej próbki pobranej zgodnie z wymaganiami rozdziału 4 należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 206+A1:2016-12 następujące badania:

- odczyn pH,
- zawartość agresywnego dwutlenku węgla,
- zawartość siarczanów,
- zawartość jonu amonowego,
- zawartość magnezu.

W ramach identyfikacji substancji zanieczyszczających należy przeprowadzić zakres badań określony w ramach oceny terenu pod kątem zanieczyszczeń przeprowadzonej zgodnie z

wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (rozdział 5.8).

Dodatkowo, w przypadku nieprzewidywanego stwierdzenia w trakcie badań geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych jakichkolwiek przejawów zanieczyszczenia gruntu (zapach, kolor, wygląd, wywiad środowiskowy itp.) należy na każdej pobranej próbce gruntu przeprowadzić następujące badania:

- zawartości substancji ropopochodnych w zakresie: benzyny i oleje, węglowodory aromatyczne oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne,
- zawartości metali ciężkich w zakresie 12 podstawowych pierwiastków: arsen, bar, chrom, cyna, cynk, kadm, kobalt, miedź, molibden, nikiel, ołów i rtęć.

Wyniki badań składu chemicznego próbek gruntów, skał i wody podziemnej umieszcza się w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża w formie zestawienia tabelarycznego.

7 Wytyczne przeprowadzenia oceny masywu skalnego

Masywy skalne są ośrodkami złożonymi i zmiennymi (występuje w nich szereg różnych nieciągłości, powodujących ich niejednorodność i anizotropie), dlatego bardzo ważne jest odpowiednie przeprowadzenie rozpoznania geologicznego, wykonanie badań laboratoryjnych i polowych, które powinna poprzedzać szczegółowa analiza doświadczeń i materiałów archiwalnych. Ze względu na złożoność i zmienność właściwości masywu skalnego zakres jego rozpoznania należy projektować indywidualnie.

W celu rozpoznania i oceny właściwości masywu skalnego należy określić:

- rodzaj i własności skał budujących masyw:
 - oznaczenie genetyczne i litologiczne rodzaju skały;
 - ciężar właściwy i objętościowy, wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie, kohezja, kąt tarcia wewnętrznego, moduł odkształcenia, moduł Younga, liczba Poissona, porowatość, wodoprzepuszczalność, mrozoodporność, odporność na odpajanie, szczelinowatość i stopień zwietrzenia skały, podatność na wietrzenie po odkryciu, itp.;
- strukturę masywu skalnego (np. warstwowa, łupkowa, masywna, linearna itp.) w zależności od genezy skał go budujących oraz ich wzajemnych relacji w masywie;
- nieciągłości masywu:
 - pomiar upadu i kierunku upadu,
 - rozstaw,
 - zasięg,
 - szorstkość,
 - rozwarcie,
 - wypełnienie,
 - zawodnienie,
 - kształt bloków;
- zwietrzenie masywu skalnego:
 - świeży,
 - słabo zwietrzały,
 - średnio zwietrzały,
 - silnie zwietrzały,
 - całkowicie zwietrzały,
 - grunt rezydualny;
- przepuszczalność masywu skalnego i charakterystykę wód gruntowych oraz głębiej występujących wód podziemnych (np. próbne pompowanie, test Lugeona);
- własności masywu skalnego (m.in. pierwotny stan naprężenia, wytrzymałość na ścinanie, wytrzymałość na ściskanie, moduł sprężystości, moduł odkształcenia, geofizyczne własności masywów skalnych);
- prawdopodobieństwo występowania gazów w masywie (rodzaj gazu, ciśnienie gazu, strefy kontaktowe);
- charakterystykę termiczną masywu skalnego (rozkład temperatury na trasie tunelu).

Wymienione właściwości i cechy masywu skalnego należy określać na podstawie badań polowych i laboratoryjnych.

Zakres i metody rozpoznania masywu skalnego ze względu na etap zaawansowania badań podano w rozdziale 4 oraz w tabelach (Tabela 11, Tabela 12).

Tabela 11 Zakres rozpoznania masywu skalnego ze względu na etap zaawansowania badań

Zakres badań	Badania			
	STEŚ, STEŚ-R I Etap		STEŚ-R II Etap, KP, PB	
Badania geologiczne	podstawowe (morfologia, litologia, stratygrafia, tektonika i nieciągłości)	W	szczegółowe (morfologia, litologia, stratygrafia, tektonika i nieciągłości)	W
Warunki wodne	badania w otworach wiertniczych	W	badania w otworach wiertniczych	W
Właściwości fizyko-mechaniczne skał i masywu skalnego	podstawowe badania laboratoryjne (wilgotność, gęstość objętościowa, wytrzymałość, wytrzymałość na rozciąganie) i polowe (RQD) - Tabela 24, Załącznik 13. 2, rozdział 6.3	W	badania laboratoryjne (ciężar właściwy i objętościowy, moduł Younga, współczynnik Poissona, wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie, spójność, kąt tarcia wewnętrzny, porowatość, wilgotność, pęcznienie skał) polowe (RQD, SCR, TQR, badania przepuszczalności, badania geofizyczne) - Tabela 40, Załącznik 13. 2, rozdział 6.3	W
			badania laboratoryjne (nasiąkliwość, wodoprzepuszczalność, mrozoodporność, rozmakalność, i polowe (naprężenia pierwotne, badania wodochłonności, wytrzymałości na ścinanie i ściskanie, modułu sprężystości i modułu odkształcenia) - Tabela 40, Załącznik 13. 2, rozdział 6.3	Z
Klasyfikacja rozpatrywanego masywu skalnego	GSI	W	klasyfikacja masywu przeprowadzona co najmniej dwiema metodami (np. RMR, Q)	W
Budowa modeli fizykomechanicznych	-	NW	m.in. modele geostrukturalne, zmian wartości modułów odkształcenia itp.	W/Z
Budowa modeli geomechanicznych	-	NW	model geomechaniczny masywu skalnego ciągły i nieciągły	W/Z

W – wymagane; Z – zalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami; NW – niewymagane;

Tabela 12 Metody rozpoznania masywu skalnego ze względu na etap zaawansowania badań

Metody badań	Badania			
	STEŚ, STEŚ-R I Etap		STEŚ-R II Etap, KP, PB	
Zebrań dostępnych badań	archiwalne dane geoinżynierskie, dane związane z budowlą podziemną, doświadczenia z budowlami podziemnymi występującymi w podobnych warunkach geoinżynierskich	W	analiza badań wstępnych	W
Pomiary kartograficzne	m.in. pomiar lokalizacji punktów i obiektów badawczych	W	m.in. pomiar lokalizacji punktów i obiektów badawczych	W
Kartowanie geologiczne	określenie budowy geologicznej masywu skalnego i zjawisk geologicznych (najczęściej kartowanie odsłoneń naturalnych)	W	określenie budowy geologicznej masywu skalnego i zjawisk geologicznych (m.in. kartowanie odsłoneń naturalnych, otworów wiertniczych, wykopów badawczych, rowów badawczych, szybków badawczych, badania fotogrametryczne)	W
Wyrobiska badawcze	szczególne przypadki (znacząca i trudna w wykonaniu budowa podziemna, zbyt słabe rozpoznanie warunków geotechnicznych)	Z/O	wykopy, sztolnie, szyby, szybiki	Z/O
Siatka wierceń	Zgodnie z tabelą (Tabela 22 - Tabela 23) oraz załącznikiem (Załącznik 7. 1. 4)	W	Zgodnie z tabelami (Tabela 34 - Tabela 35) oraz załącznikiem (Załącznik 7. 2. 4)	W
Metody geofizyczne	badania podstawowe (rozpoznanie cech strukturalnych, m.in.: głębokość stref zwietrzenia, rozkład i zasięg stref spękań, nieciągłości) (Załącznik 7. 1. 3)	W	podstawowe (rozpoznanie cech strukturalnych, m.in.: głębokość stref zwietrzenia, rozkład i zasięg stref spękań, nieciągłości) i zaawansowane (badania wielkości naprężeń w rejonach aktywnych sejsmicznie)	W

Metody badań	Badania			
	STEŚ, STEŚ-R I Etap		STEŚ-R II Etap, KP, PB	
			(Tabela 26, Tabela 27, Załącznik 7. 2. 3)	
Metody polowe i laboratoryjne	podstawowe właściwości fizyko-mechaniczne skał i masywu skalnego (Tabela 11, Tabela 24)	W	podstawowe i rozszerzone właściwości fizyko-mechaniczne skał i masywu skalnego (Tabela 11, Tabela 40)	W/Z

W – wymagane; Z – zalecane; Z/O – zalecane z ograniczeniami; NW – niewymagane;

7.1 Badania polowe masywu skalnego

Badania polowe w porównaniu do badań wykonywanych w warunkach laboratoryjnych dostarczają znacznie większej wiedzy o zachowaniu się masywów skalnych, ponieważ prowadzone są na odpowiednio większej objętości skał.

Do badań polowych masywów skalnych należy zaliczyć:

- kartowanie geologiczno-inżynierskie,
- wiercenia badawcze,
- badania geofizyczne,
- badania właściwości hydraulicznych masywu skalnego, pomiary i obserwacje poziomu zwierciadła wody podziemnej,
- pomiar pierwotnego stanu naprężenia,
- badania polowe parametrów wytrzymałościowych,
- badania polowe parametrów odkształceniowych,
- metody polowe oparte na pomiarach w otworach wiertniczych lub pomiarach punktowych na konturze obiektu podziemnego.

Uwaga: Załącznik 17 podaje wymagania dotyczące wykonywania badań polowych masywu skalnego.

7.2 Badania laboratoryjne

Dla kompleksowego rozpoznania i oceny masywu skalnego, niezbędne jest poznanie własności skał budujących dany masyw skalny. Najważniejszymi parametrami, które w istotny sposób wpływają na zachowanie się skał w otoczeniu obiektów podziemnych to m.in.:

- ciężar właściwy i objętościowy,
- wytrzymałość na ściskanie,
- wytrzymałość na rozciąganie,
- kohezja, kąt tarcia wewnętrznego,
- moduł odkształcenia, moduł Younga, liczba Poissona,
- porowatość,
- wodoprzepuszczalność,
- mrozoodporność,
- odporność na odspajanie,
- szczelinowatość i stopień zwietrzenia skały, podatność na wietrzenie po odkryciu.

Otrzymane wyniki powinny posłużyć do odpowiedniego sklasyfikowania masywu skalnego. **Dodatkowe informacje dotyczące badań laboratoryjnych skał podano w rozdziale 6.3.**

7.3 Klasyfikacje masywu skalnego

Klasyfikacje masywu skalnego stanowią w miarę proste i użyteczne narzędzie wspomagające system projektowania inżynierskiego, przy pomocy, którego możliwa jest ocena jakościowa masywu skalnego. Klasyfikacje umożliwiają oszacowanie parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych masywu skalnego, jak i ocenę parametrów obudowy.

Istnieje wiele różnych klasyfikacji masywu skalnego, jednak do najczęściej stosowanych można zaliczyć klasyfikacje opisane poniżej w załączniku (Załącznik 17. 9).

Uwaga: Załącznik 17. 9 podaje szczegółowe wymagania stosowania klasyfikacji masywu skalnego.

8 Wytyczne sporządzania dokumentacji z badań

Dokumentacja z badań to zbiór wyników badań podłoża budowlanego na podstawie których sporządza się:

- Dokumentację hydrogeologiczną (DH),
- Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH),
- Studium geologiczno-inżynierskie (SGI),
- Dokumentację geologiczno-inżynierską (DGI),
- Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI),
- Dokumentację badań podłoża (DBP).

Wyżej wymienione dokumenty w zależności od rodzaju badań podłoża budowlanego zawierają:

- typ modelu geologicznego zgodny z rozdziałem 8.1,
- wydzielone i scharakteryzowane warstwy gruntów i skał na podstawie rozdziału 8.2,
- opis właściwości fizyczno-mechanicznych oraz wyznaczone wartości parametrów geotechnicznych wg rozdziału 8.3,
- ustalone warunki geologiczno-inżynierskie (rozdział 8.4.2) lub geotechniczne (rozdział 8.4.3) w zależności od wymaganego dokumentu,
- określone warunki hydrogeologiczne w zależności od wymaganego dokumentu,
- ocenę ryzyka geologicznego zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 20. 3).

8.1 Dobór modelu geologicznego

Pod pojęciem modelu geologicznego należy rozumieć przybliżony obraz warunków geologicznych stworzony na potrzeby rozwiązania konkretnego problemu (Parry i in., 2014). W zależności od dokładności prezentowanego obrazu wyróżnia się 3 typy modeli geologicznych: model konceptualny, model obserwacyjny i model analityczny (model geotechniczny wg rozporządzenia w sprawie geotechnicznych warunków posadowienia). Modele różnią się ilością danych wejściowych, dokładnością interpretacji i stopniem niepewności.

MODEL KONCEPTUALNY

Jest to ogólny zarys warunków geologicznych. Ten typ modelu powinien być generowany na wczesnych etapach planowania inwestycji. Opracowuje się go na podstawie danych archiwalnych i cechuje go stosunkowo wysoki stopień niepewności. Model taki powinien dostarczyć podstawowych informacji na temat głównych jednostek geologicznych (ich stratygrafii, genezy i litologii), ich wzajemnego położenia oraz możliwości wystąpienia zagrożeń naturalnych i antropogenicznych w podłożu.

MODEL OBSERWACYJNY

Jest to szczegółowa charakterystyka warunków geologicznych (geologiczno-inżynierskich). Ten typ modelu powinien być tworzony na podstawie danych uzyskanych bezpośrednio z badań podłoża (wierceń, sondowań, badań geofizycznych, badań laboratoryjnych, środowiskowych itp.), do których zaprojektowania należy wykorzystać dane zebrane na etapie tworzenia modelu konceptualnego. Model powinien dostarczyć szczegółowej charakterystyki ilościowej wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich oraz szczegółową ocenę procesów geodynamicznych w zakresie ich rodzaju, wielkości i prognozy ich postępu.

MODEL ANALITYCZNY (MODEL GEOTECHNICZNY WG ROZPORZĄDZENIA W SPRAWIE GEOTECHNICZNYCH WARUNKÓW POSADAWIANIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH)

Jest to interpretacja warunków geotechnicznych opracowana na potrzeby przewidywania zachowania się podłoża w trakcie budowy i eksploatacji obiektu. Ten typ modelu jest przygotowywany na potrzeby obliczeń geotechnicznych i musi być dostosowany do przyjętego

modelu obliczeniowego. W zależności od stopnia generalizacji, modele analityczne mogą znacznie różnić się od siebie w zależności od typu rozwiązywanego problemu. Parametryzacja wydzielonych warstw modelu powinna uwzględniać zmienność poszczególnych parametrów geotechnicznych w obrębie wydzielonych warstw oraz ich wpływ na możliwość wystąpienia stanów granicznych (wartości współczynników częściowych).

Charakterystyka modelu geologicznego powinna obejmować (Tabela 14):

- opis geometrii warstw,
- szczegółowy opis wszystkich warstw, łącznie z ich właściwościami fizycznymi oraz charakterystyką odkształceniową i wytrzymałościową, odnoszącą się do wyników badań,
- opis zagrożeń geologicznych i geotechnicznych oraz informację jak zapobiegać ich rozwojowi,
- uwagi w zakresie nieregularności, nieciągłości takich jak: zapadliska (pustki) i strefy nieciągłości.

Charakterystykę modelu geologicznego umieszcza się w formie opisu w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża (rozdział 8.5).

Typ modelu dobiera się w zależności od dokumentu zawierającego wyniki badań (Tabela 13) oraz etapu planowania inwestycji (Tabela 14).

Tabela 13 Wymagania dotyczące modeli geologicznych w zależności od dokumentu zawierającego wyniki badań

Rodzaj dokumentu	DH/dDH	SGI	DGI/dDGI	OG	DBP	PG	RK
Typ modelu geologicznego	konceptualny	konceptualny (uzupełniony badaniami podłoża)	obserwacyjny	konceptualny	obserwacyjny	analityczny	obserwacyjny lub analityczny
	W	W	W	Z	W	Z	Z
W – wymagane; Z - zalecane							

Tabela 14 Wymagania dotyczące modeli geologicznych w zależności od etapu planowania inwestycji

Etapy procesu inwestycyjnego Wymagania	Etap przygotowania			Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	STEŚ STEŚ-R I Etap	KP STEŚ-R II Etap	PB	B OB, RB, NB	R/P	
					PB	B
Typ modelu	konceptualny	konceptualny*/obserwacyjny	konceptualny*/obserwacyjny** /analityczny	obserwacyjny**/analityczny	obserwacyjny**/ analityczny	obserwacyjny**/ analityczny
Dane wejściowe	wstępne badania podłoża w ograniczonym zakresie (rozdział Załącznik 7)	szczegółowe badania podłoża (rozdział Załącznik 7. 2): kartowanie geologiczno-inżynierskie, pomiary geodezyjne i teledetekcyjne, badania geofizyczne, wiercenia, sondowania, pomiary hydrogeologiczne, badania środowiskowe, badania laboratoryjne,	dane o podłożu z poprzednich etapów, dodatkowe badania podłoża o zakresie ustalonym z wykonawcą projektu geotechnicznego	dane o podłożu z poprzednich etapów, dodatkowe badania podłoża o zakresie ustalonym z wykonawcą robót budowlanych, wyniki badań odbiorczych, wyniki próbnych obciążeń	jak dla projektu budowlanego etapu przygotowania	jak dla etapu realizacji
Zawartość modelu	opis gruntów i skał, położenie zwierciadła wód gruntowych, identyfikacja zagrożeń naturalnych i wywołanych działalnością człowieka	opis gruntów i skał, położenie zwierciadła wód gruntowych i prognoza jego zmian, zasięg i wielkość procesów geodynamicznych i antropogenicznych i prognoza ich postępu	opis gruntów i skał, dane niezbędne do obliczeń geotechnicznych w zależności od przyjętego modelu obliczeniowego	dane niezbędne do obliczeń geotechnicznych w zależności od przyjętego modelu obliczeniowego	jw.	jw.
Rodzaj warstw i ich charakterystyka	kompleksy stratygraficzne serie genetyczne warstwy litologiczne	warstwy geologiczno-inżynierskie, przedziały i statystyki mierzonych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych, (zamienić na właściwości fizyczno-mechaniczne)	warstwy geotechniczne, charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych	warstwy geotechniczne, obliczeniowe wartości parametrów geotechnicznych z uwzględnieniem współczynników częściowych	jw.	jw.
Prezentacja modelu***	karty otworów, przekroje geologiczne w odniesieniu do niwelety trasy, mapy tematyczne	karty otworów i sondowań, przekroje geologiczno-inżynierskie/geotechniczne w odniesieniu do niwelety trasy i poziomu posadowienia obiektów, mapy tematyczne, zestawienia tabelaryczne wyników badań, wykresy, modele przestrzenne 3D	karty otworów i sondowań, przekroje geologiczno-inżynierskie/geotechniczne w odniesieniu do niwelety trasy i poziomu posadowienia obiektów, mapy tematyczne, zestawienia tabelaryczne wyników badań, wykresy, modele przestrzenne 3D	karty otworów i sondowań, przekroje geologiczno-inżynierskie/geotechniczne w odniesieniu do niwelety trasy i poziomu posadowienia obiektów, mapy tematyczne, zestawienia tabelaryczne wyników badań, wykresy, modele przestrzenne 3D	jw.	jw.

* model konceptualny na etapie KP, STEŚ-R Etap II, PB umieszcza się w OG

Etapy procesu inwestycyjnego	Etap przygotowania			Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	STEŚ	KP	PB	B	R/P	
	STEŚ-R I Etap	STEŚ-R II Etap		OB, RB, NB	PB	B
Wymagania	<p style="text-align: center;">** na etapie PB i etapach późniejszych, model obserwacyjny jest modelem uszczegółowionym w oparciu o nowe dane w stosunku do modelu uzyskanego na etapie wcześniejszym.</p> <p style="text-align: center;">*** dane do modelu należy dostarczać w formie cyfrowej bazy danych (rozdział 9)</p>					

8.2 Zasady wydzielenia warstw gruntów i skał oraz ich charakterystyka

W celu opracowania modelu geologicznego należy wydzielić w podłożu budowlanym warstwy gruntów i skał o podobnych właściwościach stosując następujące kryteria:

- kryterium stratygraficzne (kompleksy stratygraficzne - grunty i skały tego samego wieku),
- kryterium genetyczne (serie genetyczne - grunty i skały tej samej genezy),
- kryterium litologiczne (warstwy litologiczne - grunty i skały tego samego rodzaju w obrębie serii genetycznej),
- kryterium geologiczno-inżynierskie (warstwy geologiczno-inżynierskie - grunty i skały o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych),
- kryterium związane z zagrożeniami geologicznymi (strefa zagrożeń - miejsca występowania lub miejsca predysponowane do występowania zagrożeń geologicznych),
- kryterium geotechniczne (warstwy geotechniczne - grunty i skały o ustalonych wartościach charakterystycznych parametrów geotechnicznych, o podobnym spodziewanym zachowaniu pod obciążeniem).

W tabeli (Tabela 15) podano wymagania dotyczące stosowania w/w kryteriów w zależności od dokumentu zawierającego wyniki badań i modelu geologicznego.

Tabela 15 Wymagania dotyczące stosowania kryteriów wydzielenia warstw gruntów i skał

Rodzaj dokumentu	DH/dDH	SGI	DGI/dDGI	OG	DBP	PG	RK
Kryteria wydzielenia warstw gruntów i skał							
Stratygraficzne	Z	W	W	NW	Z	Z	Z
Genetyczne	Z	W	W	NW	Z	Z	Z
Litologiczne	Z	W	W	NW	Z	Z	Z
Związane z zagrożeniami geologicznymi	W	W	W	NW	Z	Z	Z
Geologiczno-inżynierskie	NW	Z	W	NW	Z	Z	Z
Geotechniczne	NW	NW	NW	W	W	W	Z
Typ modelu geologicznego	Zgodnie z tabelą (Tabela 13)						
W – wymagane; NW – nie wymagane; Z - zalecane							

Z uwagi na przyjęte kryterium wydzielone warstwy gruntów i skał będą posiadać różny stopień szczegółowości i przydatności do celów inżynierskich. W przypadku zastosowania kryterium stratygraficznego wydzielone warstwy gruntów i skał charakteryzują się największym zróżnicowaniem profilu geologicznego. W przypadku zastosowania kryterium geologiczno-inżynierskiego warstwy cechuje małe zróżnicowanie profilu geologicznego. W SGI, DGI, dDGI oraz DBP należy określić na podstawie jakiego kryterium/kryteriów wydzielono warstwy.

W celu prawidłowego wydzielenia warstw gruntów i skał należy:

- zapoznać się i przeanalizować materiały archiwalne dotyczące budowy geologicznej na tle uwarunkowań regionalnych (rozdział 3),
- wziąć pod uwagę doświadczenie porównywalne, czyli dane archiwalne dotyczące tych samych rodzajów gruntów i skał, o podobnym spodziewanym zachowaniu dla podobnych konstrukcji (PN-EN 1997-1),
- wykonać badania laboratoryjne i terenowe zgodnie z projektem robót geologicznych/programem badań geotechnicznych (rozdział 4),
- zestawić, opisać i ocenić uzyskane wyniki badań w odniesieniu do ich zmienności, statystyk opisowych, doświadczenia porównywalnego oraz uwarunkowań regionalnych (5, 6, 7),
- opracować model geologiczny przedstawiający wydzielone warstwy gruntów i skał (rozdział 8.1) w odpowiedniej formie (rozdział 8.5).

Wydzielone warstwy gruntów i skał muszą posiadać ustalone granice, rozprzestrzenienie i charakterystykę.

Granice wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych ustala się na podstawie:

- warunków geomorfologicznych (Tabela 87),
- ogólnej wiedzy geologicznej, w tym o regionie badań (rozdział Załącznik 20. 3. 1),
- doświadczenia porównywalnego,
- oznaczeń makroskopowych gruntów i skał (rozdział 5.5),
- wyników badań terenowych (w tym geofizycznych) i laboratoryjnych (rozdział 5, 6).

Minimalny zakres badań do wydzielenia warstw gruntów i skał podano w rozdziale 4.

Charakterystyka wydzielonych warstw powinna zawierać:

- opis stratygrafii,
- opis genezy,
- rodzaj gruntów i skał,
- opis właściwości fizyczno-mechanicznych, zestawienie wyników badań polowych i laboratoryjnych oraz wartości parametrów geotechnicznych,
- podanie ustalonych wartości wszystkich wyznaczonych parametrów dla każdej warstwy gruntów i skał,
- wskazanie, czy warstwa może stwarzać szczególne zagrożenie dla obiektu budowlanego.

Warstwy geologiczno-inżynierskie wydziela się na potrzeby opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz studium geologiczno-inżynierskiego, zaś warstwy geotechniczne w dokumentacji badań podłoża.

Uwaga: Załącznik 18 podaje szczegółowe wymagania dotyczące wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych.

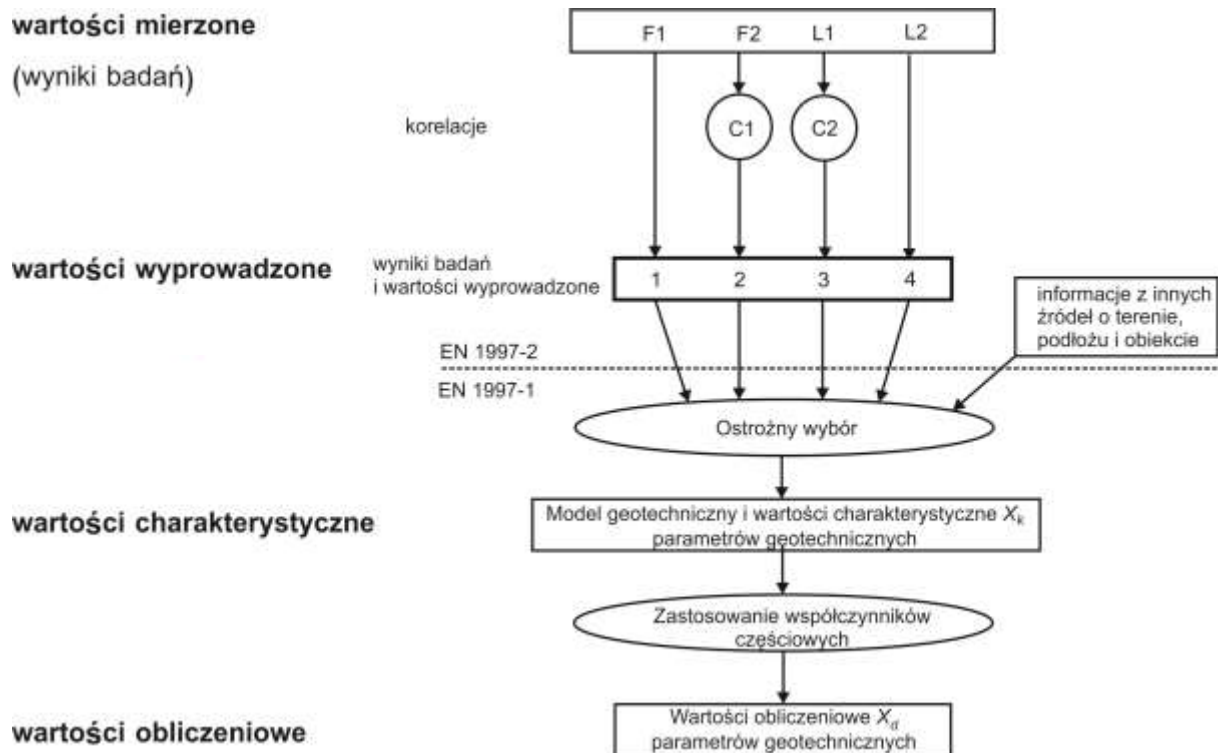
8.3 Właściwości fizyczno-mechaniczne wydzielonych warstw. Wartości parametrów geotechnicznych

Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał obejmuje charakterystykę cech chemicznych, fizycznych i mechanicznych wydzielonych w modelu geologicznym warstw gruntów i skał, który przedstawia się za pomocą tekstu, tabel, wykresów, blokdiagramów, itp. i umieszcza w SGI, DGI lub dDGI.

Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał jest podstawą do ustalenia następujących wartości parametrów geotechnicznych (Rysunek 9):

- wartości mierzone (wyniki badań),
- wartości wyprowadzone,
- wartości charakterystyczne,
- wartości obliczeniowe.

Wartości parametrów geotechnicznych przedstawia się w tekście, zestawieniach tabelarycznych, na wykresach (Rysunek 10, Rysunek 11), itp. oraz w umieszcza w SGI, DGI, dDGI, DBP.



Rysunek 9 Rodzaje wartości parametrów geotechnicznych wg normy PN-EN 1997-2

W zależności od rodzaju dokumentu zawierającego wyniki badań podłoża budowlanego (rozdział 8.5) umieszcza się w nich opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał oraz/lub podaje odpowiednie wartości parametrów geotechnicznych (Rysunek 9, Tabela 16).

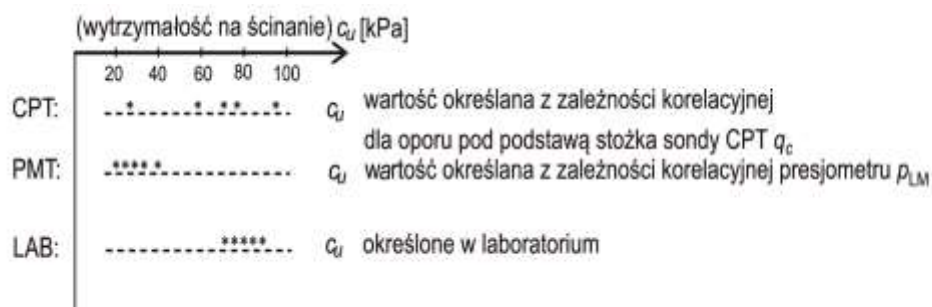
Tabela 16 Wymagania w zakresie opisu ilościowego warstw gruntów i skał

Rodzaj dokumentu	DH/dDH	SGI	DGI/dDGI	OG	DBP	PG	RK
Opis ilościowy warstw gruntów i skał							
Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał	NW	W	W	NW	NW	NW	NW
Wyniki badań	NW	NW	W	NW	W	NW	W
Wartości wyprowadzone	NW	NW	W	NW	W	NW	W
Wartości charakterystyczne	NW	NW	NW	NW	W	W	W
Wartości obliczeniowe	NW	NW	NW	NW	NW	W	W
Typ modelu geologicznego	Zgodnie z tabelą (Tabela 13)						
W – wymagane; NW – nie wymagane;							

Mierzone wartości parametrów geotechnicznych (wyniki badań) to wartości ustalane podczas badania, które powinny być umieszczone w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża. Szczegółowe zestawienie wyników badań znajduje się w załączniku „A” do PN-EN 1997-2. Należy dokładnie zapoznać się z załącznikiem z uwagi na fakt, że w praktyce dokumentowania, bardzo często mylone są wartości mierzone i wartości wyprowadzone parametrów.

Wyprowadzone wartości parametrów geotechnicznych to wartości uzyskiwane z wyników badań, na podstawie teorii, korelacji lub doświadczenia, które umieszcza się w studium geologiczno-inżynierskim, dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, dokumentacji badań podłoża.

Podając wartości wyprowadzone należy określać zakres ich wartości ustalony w badaniach laboratoryjnych i polowych (Rysunek 10).



Rysunek 10 Wartości wyprowadzone parametru geotechnicznego (PN-EN 1997-2, Wysokiński L. i in., 2011)

Zbiory wyników badań i wartości wyprowadzonych o odpowiedniej liczebności należy poddawać obróbce statystycznej, a efekty tej obróbki umieścić w dokumencie przedstawiającym wyniki badań podłoża w formie np.: histogramów, tabelarycznych zestawień, statystyk opisowych i innych. Wymaga się, aby podawać wartości minimalne, maksymalne, średnie oraz odchylenie standardowe i współczynnik zmienności, jako podstawowe charakterystyki statystyczne.

Wszystkie wartości mierzone i wyprowadzone dla jednego parametru określone kilkoma metodami dla wskazanej warstwy geologiczno-inżynierskiej/geotechnicznej tworzą zbiór wszystkich wyników badań dla wybranego parametru (Rysunek 10). Zbiór taki zaleca się również opisać za pomocą podstawowych statystyk opisowych tj.: wartością minimalną, maksymalną, średnią oraz odchyleniem standardowym i współczynnikiem zmienności.

Wyniki badań i wartości wyprowadzone dla wydzielonych warstw gruntów i skał umieszcza się w kartach wierceń, sondowań, na przekrojach geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych (2D) lub modelu 3D, w tabelach (Załącznik 21. 3) oraz w formie opisu w tekście dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża (rozdział 8.5).

W SGI, DGI, dDGI i DBP podaje się wartości pomierzone i wyprowadzone parametrów geotechnicznych, zaś do ich oceny wykorzystuje się doświadczenie porównywalne, czyli udokumentowane dane archiwalne dotyczące tych samych rodzajów gruntów i skał, o podobnym spodziewanym zachowaniu dla podobnych konstrukcji (PN-EN 1997-1).

Uwaga: Załącznik 19 podaje minimalny wykaz wymaganych wyników badań i wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych dla warstw gruntów i skał, które należy umieścić w SGI (jeśli były wykonywane), DGI, dDGI, DH, dDH, DBP.

Wyniki badań i wartości wyprowadzone stanowią podstawę ustalenia wartości charakterystycznych wykorzystywanych do projektowania konstrukcji.

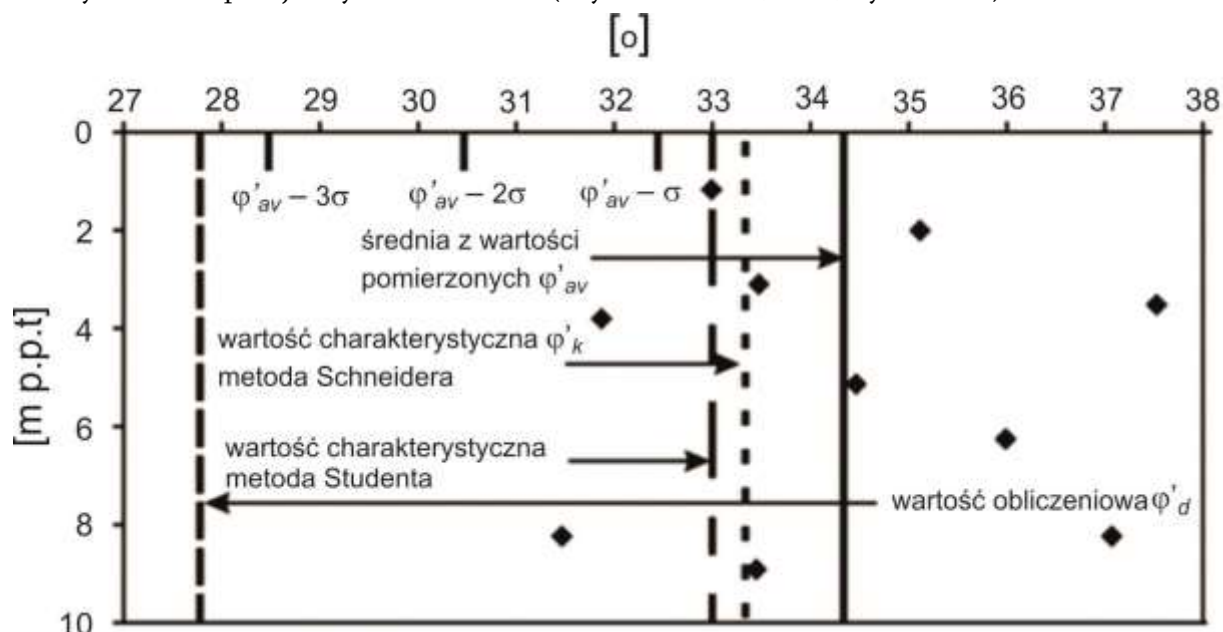
Charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych (X_k) to ostrożne oszacowanie wartości decydującej o wystąpieniu stanu granicznego (PN-EN 1997-1). Wartości charakterystyczne podaje się na podstawie wyników badań oraz wartości wyprowadzonych z badań laboratoryjnych i terenowych, uzupełnionych doświadczeniem. Stanowią podstawę do ustalenia obliczeniowych wartości parametrów geotechnicznych.

W dokumentacji badań podłoża podaje się wartości charakterystyczne parametrów geotechnicznych określone na podstawie wyników badań, parametrów wyprowadzonych oraz ich zmienności, obliczeń statystycznych, a także doświadczenia porównywalnego.

Obliczeniowe wartości parametrów geotechnicznych (X_d) ustala się bezpośrednio lub wyprowadza z wartości charakterystycznej za pomocą wzoru, gdzie γ_M to współczynnik częściowy (PN-EN 1997-1):

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}$$

Wartości charakterystyczne i obliczeniowe umieszcza się w projekcie geotechnicznym. Szczegółowe informacje dotyczące wartości charakterystycznych i obliczeniowych oraz sposobu ich wyznaczania podaje Wysokiński L. i in. (Wysokiński i in., 2011, Rysunek 11).



Rysunek 11 Idea wyznaczania wartości charakterystycznych (Wysokiński L. i in., 2011)

8.4 Warunki w podłożu inwestycji

W podłożu inwestycji drogowej należy scharakteryzować następujące warunki:

- warunki hydrogeologiczne,
- warunki geologiczno-inżynierskie,
- warunki geotechniczne.

W przypadku warunków geologiczno-inżynierskich należy przeprowadzić ich:

- ocenę,
- prognozę zmian.

W zależności od rodzaju dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża budowlanego, umieszcza się w nim opis warunków występujących w podłożu inwestycji zgodnie z tabelą (Tabela 17).

Tabela 17 Wymagania w zakresie warunków występujących w podłożu inwestycji

Rodzaj dokumentu	DH/dDH	SGI	DGI/dDGI	OG	DBP	PG	RK
Warunki występujące w podłożu drogi							
Charakterystyka warunków hydrogeologicznych	W	W	W	NW	Z	NW	NW
Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	NW	W	W	NW	NW	NW	NW
Ocena warunków geologiczno-inżynierskich	NW	Z	W	NW	NW	NW	NW
Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich	NW	Z	W	NW	NW	NW	NW
Charakterystyka warunków geotechnicznych	NW	NW	NW	Z	W	Z	W
Typ modelu geologicznego	Zgodnie z tabelą (Tabela 13)						
W – wymagane; NW – nie wymagane; Z - zalecane							

8.4.1 Warunki hydrogeologiczne

Analiza i ocena warunków hydrogeologicznych w ramach dokumentacji hydrogeologicznej polega

na:

- charakterystyce warunków hydrogeologicznych, w tym głównych użytkowych poziomów wodonośnych, pierwszego poziomu wodonośnego, wahań położenia zwierciadła wód podziemnych itp.,
- charakterystyce litologicznej warstw wodonośnych i ich nakładu wraz z oceną ich parametrów filtracyjnych,
- charakterystyce właściwości fizykochemicznych wód podziemnych,
- analizie naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia,
- ocenie stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem,
- prognozie wpływu projektowanej inwestycji na środowisko wodne w zakresie zmian właściwości fizykochemicznych i zmian stanów wód oraz wpływu na ujęcia wód podziemnych.

Analizę naturalnej podatności wód na zanieczyszczenia należy wykonać zgodnie z metodyką określoną w opracowaniu „Podręcznik dobrych praktyk wykonywania opracowań środowiskowych dla dróg krajowych” (rozdział 3.5.1 Podręcznika).

Ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem należy wykonać zgodnie z metodyką określoną w opracowaniu „Podręcznik dobrych praktyk wykonywania opracowań środowiskowych dla dróg krajowych” (rozdział 3.5.2 Podręcznika).

Warunki hydrogeologiczne należy charakteryzować w formie zestawienia tabelarycznego w dokumentacji badań podłoża w podziale na odcinki, a ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem oznaczyć odpowiednio na przekroju hydrogeologicznym.

8.4.2 Warunki geologiczno-inżynierskie

Określenie warunków geologiczno-inżynierskich polega na identyfikacji i analizie cech budowy geologicznej, które mogą wpłynąć bezpośrednio lub pośrednio na bezpieczeństwo obiektu budowlanego na wszystkich etapach jego realizacji. Do tych cech należą:

- warunki geomorfologiczne,
- warunki hydrogeologiczne,
- warunki geologiczne
- zagrożenia geologiczne (naturalne lub wzbudzone przez działalność człowieka).

Ustalenie i ocena warunków geologiczno-inżynierskich powinny obejmować zarówno stan istniejący jak i prognozę zmian, nie tylko w obrębie obiektu, lecz także w ustalonej strefie możliwego wpływu (strefa zagrożeń).

Ustalenie, ocena oraz prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich wymagana jest dla etapów: STEŚ i STEŚ-R I Etap, STEŚ-R II Etap i KP. Na każdym kolejnym etapie wymagana jest ich weryfikacja i aktualizacja w przypadku stwierdzenia odmiennych warunków geologiczno-inżynierskich. Przeprowadzenie oceny warunków geologiczno-inżynierskich na dalszych etapach jest również wymagane w przypadku, gdy nie zostało przeprowadzone na etapach STEŚ i STEŚ-R I Etap, STEŚ-R II Etap i KP.

Uwaga: Załącznik 20 podaje szczegółowe wymagania dotyczące ustalania, oceny i prognozy warunków geologiczno-inżynierskich oraz oceny ryzyka geologicznego.

8.4.3 Warunki geotechniczne

Ocena warunków geotechnicznych polega na ustaleniu cech podłoża budowlanego istotnych z punktu widzenia projektowania, realizacji oraz eksploatacji inwestycji drogowej w szczególności w zakresie technologii i organizacji robót ziemnych oraz robót fundamentowych. Warunki geotechniczne należy scharakteryzować poprzez określenie:

- stopnia skomplikowania warunków gruntowych (warunków geotechnicznych) zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych,
- warunków wodnych oraz grup nośności podłoża (G1-G4), zgodnie z wymaganiami „Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych” (Zarządzenie GDDKiA nr 30 z dnia 16.06.2014),
- przydatności gruntów na potrzeby budownictwa drogowego, w tym w szczególności ich cech fizycznych, nośności, odkształcalności, wysadzinowości, przepuszczalności, zagęszczalności, przydatności do stabilizacji i itp. zgodnie z wymaganiami rozdziału 4,
- wartości charakterystycznych parametrów geotechnicznych warstw w podłożu zgodnie z wymaganiami rozdziału 8.3,
- przydatności gruntów z wykopów do wykonania budowli ziemnych zgodnie z wymaganiami normy PN-S-02205:1998,
- lokalizacji i zasobów oraz jakości złóż kopalin, które mogą być wykorzystane przy realizacji inwestycji, na podstawie bazy danych o złożach MIDAS oraz wyników badań kruszyw.

Ustalanie warunków geotechnicznych wymagane jest dla etapu STEŚ-R II Etap, KP i PB. Na każdym kolejnym etapie wymagana jest ich weryfikacja i aktualizacja w przypadku stwierdzenia odmiennych warunków geotechnicznych.

Warunki geotechniczne należy opisać oraz charakteryzować w formie zestawienia tabelarycznego w DBP osobno dla drogi w podziale na odcinki i osobno dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego.

8.5 Wymagania dotyczące dokumentów podstawowych przedstawiających wyniki badań podłoża

Wyniki badań podłoża budowlanego przedstawia się w następujących dokumentach podstawowych:

- Dokumentacja hydrogeologiczna (DH),
- Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH),
- Studium geologiczno-inżynierskie (SGI),
- Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI),
- Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI),
- Dokumentacja badań podłoża (DBP (GIR)).

DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP zawierają syntetyczny opis wyników badań podłoża, a ich opracowanie zależy od etapu inwestycji.

DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP sporządza się w podziale na część tekstową i graficzną. Forma i zawartość części tekstowej i graficznej DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP powinna być dopasowana do przepisów prawa, następnie do zaleceń norm, wytycznych branżowych oraz doświadczenia dokumentatora, a także wymagań szczegółowych wynikających np. z OPZ. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP opracowuje się na podstawie wytycznych załącznika (Załącznik 21). Każdy element dokumentu powinien być ponumerowany, opatrzony datą wykonania i autoryzowany przez dokumentatora/zespół dokumentatorów.

Zawartość SGI regulują niniejsze wytyczne, zawartość DH, dDH, DGI, dDGI ustala ustawa prawo geologiczne i górnicze oraz rozporządzenie Ministra Środowiska, zaś zawartość DBP podaje norma PN-EN 1997-2 (rozdział 6 normy) i rozporządzeniem w sprawie geotechnicznych warunków

posadowienia obiektów budowlanych.

Zawartość poszczególnych dokumentów: DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP powinna być zgodna z listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 21. 4).

Uwaga: Załącznik 21 podaje szczegółowe wymagania dotyczące przedstawiania wyników badań podłoża budowlanego w formie tekstowej i graficznej.

8.5.1 Dokumentacja hydrogeologiczna (DH)

Dokumentację hydrogeologiczną sporządza się w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie. Dokumentacja powinna obejmować wszystkie rozpatrywane warianty i dostarczyć dane niezbędne do opracowania raportu oddziaływania na środowisko. Powinna być opracowana zgodnie z wymaganiami określonymi w:

- Ustawie z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze;
- rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

Poza wskazanymi powyżej wymaganiami formalnymi dokumentacja powinna zawierać:

- wyniki kartowania hydrogeologicznego;
- analizę naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia,
- ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem,
- dane dotyczące wahań zwierciadła wód podziemnych w czasie w odniesieniu do pikietażu drogi określone na podstawie obserwacji poczynionych w otworach wiertniczych podczas wykonywania prac polowych, w piezometrach po zakończeniu prac polowych, uzupełnione danymi archiwalnymi oraz danymi z monitoringu, np. prowadzonego przez PSH,
- ocenę zanieczyszczenia powierzchni ziemi uwzględniającą wymagania określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi, zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.8.
- zestawienie procedur poboru, transportu i przechowywania próbek wody,
- informację na temat wykorzystanego sprzętu oraz metod użytych do badań polowych i laboratoryjnych.

DH podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

DGI podlega aktualizacji i uzupełnieniu na kolejnych etapach prac projektowych - w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DGI, zgodnie z obowiązującymi przepisami sporządza się Dodatek do Dokumentacji hydrogeologicznej (dDH - rozdział 8.6.6).

DGI stanowi podstawę do szczegółowego ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich dla wybranego, najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji oraz optymalnego usytuowania obiektów budowlanych względem warunków geologiczno-inżynierskich.

W przypadku inwestycji obejmujących wykonanie obiektów budowlanych mogących wpływać na warunki przepływu wód podziemnych (tunele, przesłony przeciwnieprzepuszczalne, ściany szczelne, etc.) zalecane jest przeprowadzenie obliczeń modelowych określających wpływ realizacji tych obiektów na stosunki wodne.

8.5.2 Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)

Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH) to dokument wykonywany na etapie STEŚ-R

Etap II lub KP lub na innym etapie w zależności od potrzeb, który sporządza się w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DH na etapie STEŚ lub STEŚ-R Etap I. dDH ma charakter opracowania syntetycznego w zakresie badań uzupełniających w stosunku do DH.

dDH poprzedzony jest wykonaniem dodatku do projektu robót geologicznych - dPRG (rozdział 4.3.2).

dDH poza elementami wymaganymi w przypadku DH (rozdział 8.5.1) obejmuje opis przyczyn wykonania dodatku, zakres i wyniki wykonanych prac geologicznych i robót geologicznych oraz opis zmian w stosunku do danych przedstawionych w zatwierdzonej DH.

dDH przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dDH zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

dDH podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

dDH należy opracować, w przypadkach gdy został opracowany dodatek do projektu robót geologicznych.

8.5.3 Studium geologiczno-inżynierskie (SGI)

Studium geologiczno-inżynierskie (SGI) stanowi opracowanie studialne wykonywane na etapie STEŚ, STEŚ-R Etap I, którego głównym celem jest dostarczenie podstawowych i zgeneralizowanych informacji na temat podłoża budowlanego drogi i inżynierskich obiektów drogowych.

SGI nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji geologicznej. SGI nie podlega aktualizacji na kolejnych etapach prac projektowych.

SGI wykonuje się w oparciu o zebrane materiały archiwalne (rozdział 3) oraz dane uzyskane w wyniku wizji terenowej, kartowania geologiczno-inżynierskiego uzupełnione badaniami polowymi, w szczególności wierceniami i badaniami geofizycznymi (rozdział 4, 5, 6, 7).

SGI zawiera wstępne rozpoznanie i ocenę warunków geologiczno-inżynierskich zwłaszcza w zakresie występowania zagrożeń geologicznych, które mogą znacząco wpływać na realizację inwestycji oraz charakterystykę koncepcyjnego modelu geologicznego.

SGI przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych SGI opracowuje się na podstawie załącznika (Załącznik 21). Zawartość SGI powinna być zgodna z listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 21. 4. 1).

SGI stanowi podstawę do ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich dla każdego wariantu lokalizacji inwestycji oraz wskazania najkorzystniejszego z przeanalizowanych.

8.5.4 Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI)

Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI) to dokument wykonywany na etapie KP, STEŚ-R Etap II, który ma charakter syntezy obejmującej wszystkie wykonane, zinterpretowane, i ocenione wyniki badań oraz zebrane i przeanalizowane informacje o obszarze badań.

DGI opracowuje się dla wszystkich dróg ekspresowych i autostrad z uwagi na zaliczenie ich do trzeciej kategorii geotechnicznej, jako obiekty budowlane zaliczone do inwestycji mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko.

DGI sporządza się w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych.

DGI poprzedzona jest wykonaniem projektu robót geologicznych (rozdział 4.3.1).

DGI wykonuje się w oparciu o wyniki prac kartograficznych, wierceń, pomiarów geodezyjnych, badań geofizycznych, sondowań, badań laboratoryjnych, pomiarów hydrogeologicznych oraz badań środowiskowych w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń (rozdział 4, 5, 6, 7).

DGI szczegółowo określa budowę geologiczną, warunki geologiczno-inżynierskie podłoża budowlanego oraz przydatność badanego obszaru do realizacji zamierzonej inwestycji (Ustawa prawo geologiczne i górnicze).

DGI przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości DGI zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych opracowuje się na podstawie załącznika (Załącznik 21). Zawartość DGI powinna być zgodna z obowiązującymi przepisami i listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 21. 4. 3).

DGI podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

DGI podlega aktualizacji i uzupełnieniu na kolejnych etapach prac projektowych - w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DGI, zgodnie z obowiązującymi przepisami sporządza się Dodatek do Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI - rozdział 8.5.5).

DGI stanowi podstawę do szczegółowego ustalenia warunków geologiczno-inżynierskich dla wybranego, najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji oraz usytuowania obiektów budowlanych.

8.5.5 Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)

Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI) to dokument wykonywany na etapie PB lub na innym etapie w zależności od potrzeb, który sporządza się w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DGI na etapie KP, STEŚ-R Etap II. dDGI ma charakter opracowania syntetycznego w zakresie badań uzupełniających w stosunku do DGI.

dDGI sporządza się w celu uzupełnienia opisu warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych.

dDGI poprzedzony jest wykonaniem dodatku do projektu robót geologicznych - dPRG o ile jest wymagany (rozdział 4.3.2).

dDGI wykonuje się w oparciu o wyniki uzupełniających prac terenowych i laboratoryjnych (rozdział 4, 5, 6, 7).

dDGI poza elementami wymaganymi w przypadku DGI (rozdział 8.5.4) obejmuje opis przyczyn wykonania dodatku, zakres i wyniki wykonanych prac geologicznych i robót geologicznych oraz opis zmian w stosunku do danych przedstawionych w zatwierdzonej DGI.

dDGI przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dDGI zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych opracowuje się na podstawie załącznika (Załącznik 21). Zawartość dDGI powinna być zgodna z obowiązującymi przepisami i listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 21. 4. 3).

dDGI podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

dDGI należy opracować, w przypadku, gdy został opracowany dodatek do projektu robót

geologicznych.

8.5.6 Dokumentacja badań podłoża (DBP, GIR)

Dokumentacja badań podłoża (DBP, GIR - ground investigation report wg PN-EN 1997-2) to forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych, którą wykonuje się na etapie (PB) oraz w razie potrzeb aktualizuje na etapie budowy (B) i/lub eksploatacji (E).

DBP (GIR) opracowuje się dla wszystkich dróg ekspresowych i autostrad z uwagi na zaliczenie ich do trzeciej kategorii geotechnicznej, jako obiekty budowlane zaliczone do inwestycji mogących zawsze znacząco oddziaływać na środowisko.

DBP (GIR) sporządza się w celu określenia warunków geotechnicznych oraz opracowania projektu geotechnicznego.

DBP (GIR) poprzedzona jest wykonaniem programu badań geotechnicznych - PBG (PN-EN 1997-2 pkt. 2) - rozdział 4.3.3.

Do sporządzenia DBG (GIR) wykorzystuje się wyniki wcześniej wykonanych badań z SGI, DGI, dDGI, DH i dDH oraz sprawozdania z poszczególnych badań polowych i laboratoryjnych wykonane na podstawie PBG (rozdział 4, 5, 6, 7).

DBP (GIR) zawiera wyniki badań polowych i laboratoryjnych, ich interpretacji i ocenę, zestawienie wyprowadzonych i charakterystycznych wartości parametrów geotechnicznych, szczegółowy opis wydzielonych warstw gruntów i skał, model geologiczny z DGI, dDGI, geotechniczną ocenę danych oraz zalecenia dotyczące dalszych prac terenowych i laboratoryjnych, jeśli są potrzebne.

DBP (GIR) przedstawia się w formie tekstowej i graficznej. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości DBP (GIR) określa rozporządzenie w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych oraz norma PN-EN 1997-2 pkt. 6. Układ i zawartość tekstu oraz wykaz i zawartość załączników graficznych opracowuje się na podstawie załącznika (Załącznik 21). Zawartość DBP (GIR) powinna być zgodna z obowiązującymi przepisami i listą kontrolną zamieszczoną w załączniku (Załącznik 21. 4. 4).

DBP (GIR) nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji. Podlega archiwizacji przez inwestora.

DBP (GIR) podlega aktualizacji i uzupełnieniu na etapach realizacji i eksploatacji inwestycji drogowej.

DBP (GIR) stanowi podstawę do szczegółowego ustalenia nośności oraz warunków geotechnicznych pod każdy obiekt budowlany.

8.6 Dokumentacja badań w formie dokumentu elektronicznego

Opracowania związane z wykonywaniem badań podłoża budowlanego (Tabela 3, rozdział 4.3 i 8.5) przedstawia się w formie dokumentu elektronicznego, który stanowi zbiór danych uporządkowanych w określonej strukturze wewnętrznej i zapisany na informatycznym nośniku danych, zabezpieczonej przed ingerencją w jej treść (ustawa o informatyzacji). Dokument elektroniczny sporządza się w zestandaryzowanych formatach danych w celu łatwej wymiany i korzystania z danych (rozdział 9) oraz dołącza do dokumentu analogowego.

Uwaga: Załącznik 21. 5 podaje szczegółowe wymagania dotyczące dokumentacji badań w formie dokumentu elektronicznego.

9 Wytyczne gromadzenia, przetwarzania, aktualizowania i archiwizowania danych o podłożu budowlanym

Dane o podłożu budowlanym gromadzone w postaci analogowej i cyfrowej są podstawą opisu i analizy procesów zachodzących w podłożu. Zakres danych uzyskiwanych z badań podłoża, na wszystkich etapach procesu inwestycyjnego jest bardzo szeroki, dlatego niezwykle ważną rzeczą jest odpowiedni wybór i przygotowanie danych o podłożu w celu ich gromadzenia, przetwarzania, archiwizacji i wykorzystywania na kolejnych etapach w celu optymalizacji kosztów badań podłoża budowlanego.

Dane analogowe przechowywane i gromadzone w postaci papierowej lub zeskanowanych dokumentacji (format quasi-cyfrowy) nie mogą być bezpośrednio przetwarzane w dokumentowaniu podłoża budowlanego. Odpowiednio pozyskane, uporządkowane i zweryfikowane dane, posiadające informacje o odwzorowaniu kartograficznym mogą być wykorzystane do przetwarzania za pomocą specjalistycznego oprogramowania oraz baz danych. Dane o podłożu archiwizowane w systemach katalogowych lub środowiskach bazodanowych stanowią podstawę do tworzenia łatwo dostępnych banków informacji o podłożu budowlanym wykorzystywanych podczas całego procesu inwestycyjnego.

Gromadzenie, przetwarzanie, aktualizowanie i archiwizowanie danych o podłożu budowlanym dotyczy dokumentowania hydrogeologicznego, geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego.

9.1 Zalecenia do prowadzenia dokumentacji projektowej w technologii GIS i BIM

Podstawą utworzenia bazy danych przy wykorzystaniu systemów informacji przestrzennej (GIS) lub dowolnych systemów bazodanowych jest odpowiednie przygotowanie i standaryzacja danych wejściowych pozyskiwanych na wszystkich etapach realizacji inwestycji drogowych.

Dane przestrzenne dotyczące badań podłoża budowlanego zapisywane w ogólnodostępnych (otwartych) formatach powinny być w pełni edytowalne oraz posiadać przypisane odwzorowanie kartograficzne.

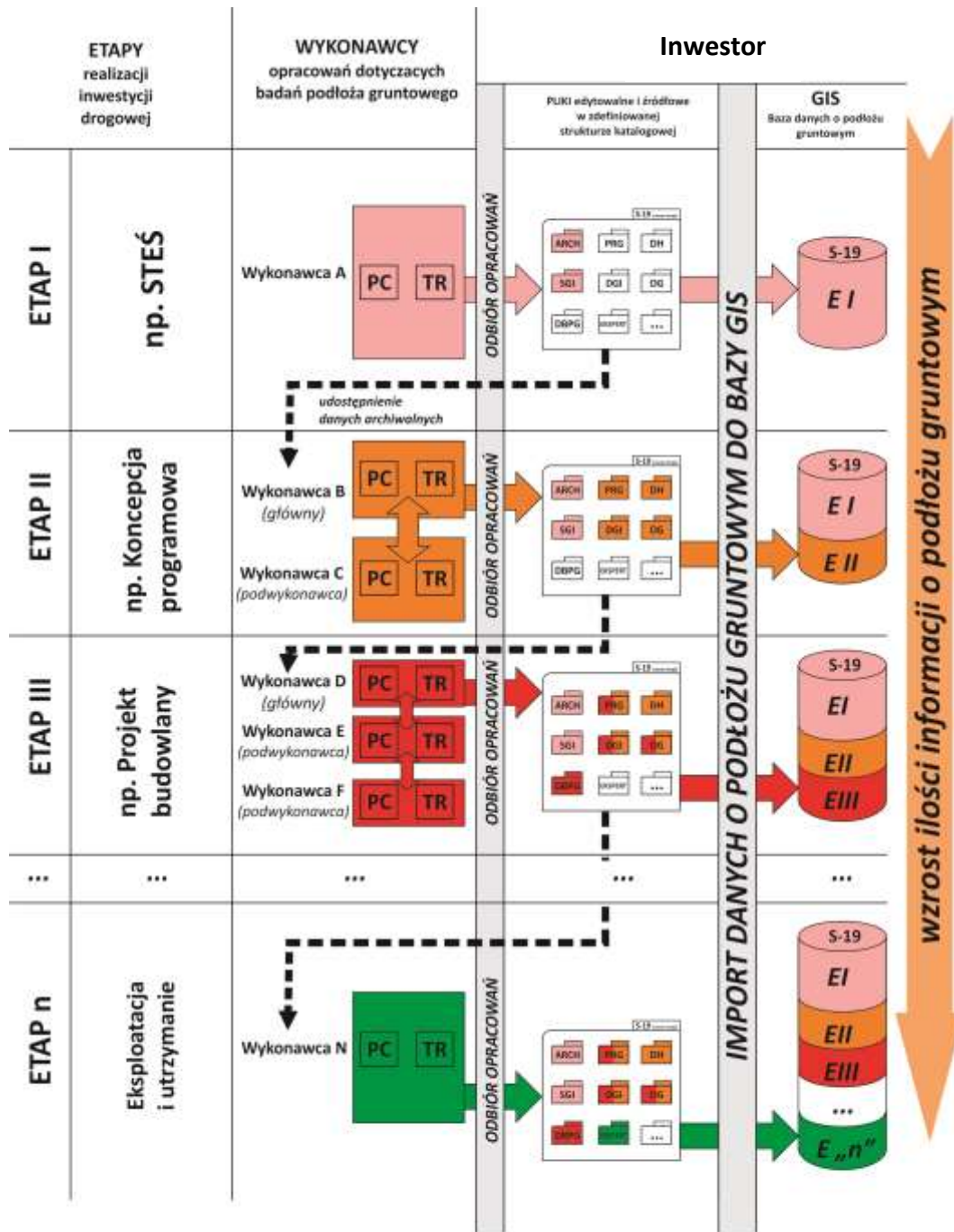
Dane dotyczące badań podłoża budowlanego (występujące w postaci plików) muszą być zestawione i umieszczone w zestandaryzowanych strukturach katalogowych wraz z przypisanymi schematami ich nazw, formatów i struktur wewnętrznych. Elementem uzupełniającym zbiory danych przestrzennych są słowniki branżowe porządkujące symbolikę i terminologię pojęć stosowanych w opracowaniach projektowych (Załącznik 22).

Zgodnie z definicją przytoczoną w załączniku (Załącznik 1. 13) BIM (Building Information Modelling) jest to proces obejmujący tworzenie i zarządzanie cyfrowym odwzorowaniem fizycznych i funkcjonalnych cech obiektu budowlanego oparty o zestaw plików w standardowych formatach wymiany danych o zdefiniowanej zawartości - w tym o zdefiniowanej strukturze katalogów i szczegółowo określonych nazwach plików. Dzięki jednolitemu nazewnictwu mogą one być pobierane i efektywnie współdzielone przez uczestników procesu budowlanego w celu usprawnienia procesu decyzyjnego i projektowanego inwestycji.

Wytyczne dotyczą nazewnictwa plików i katalogów, sporządzania tabel referencyjnych oraz założeń obiegu dokumentacji cyfrowej między wykonawcami badań podłoża a Inwestorem. Zwraca się uwagę, że poprawnie przygotowana dokumentacja cyfrowa składająca się z odpowiednio nazwanych plików cyfrowych (w dalszej części wytycznych oznaczane skrótem **PC**) zapisanych w standardowych formatach danych oraz tabele referencyjne wykonanych badań podłoża (w dalszej części wytycznych oznaczane skrótem **TR**) są niezbędnym warunkiem umożliwiającym import danych do baz GIS oraz zastosowanie narzędzi BIM w drogowym procesie

inwestycyjnym.

Na rysunku (Rysunek 12) przedstawiono schemat obiegu danych o podłożu budowlanym w relacji dokumentatora/wykonawcy badań podłoża z inwestorem w trakcie całego wieloetapowego procesu realizacji przykładowej inwestycji drogowej.



OBJAŚNIENIA:

PC - opracowanie w formie plików cyfrowych

TR - tabele referencyjne

Rysunek 12 Schemat obiegu danych o podłożu budowlanym w relacji wykonawców badań podłoża z inwestorem

Cały schemat ilustruje jeden wybrany proces inwestycyjny. Przykładowo założono, że jest nim

realizacja drogi krajowej S-19. W trakcie realizacji pierwszego etapu inwestycji STEŚ (Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe) został wyłoniony w drodze procedury zamówień publicznych projektant wraz z wykonawcą badań podłoża budowlanego (Wykonawca A). Wykonawca ten ma przygotować opracowanie konieczne do wykonania studium geologiczno-inżynierskiego (SGI), zgodnie z wymaganiami specyfikacji, którą dostarcza mu inwestor.

Wykonawca wykonując przedmiotowe opracowanie przygotowuje je w postaci dokumentacji cyfrowej - plików cyfrowych (PC) oraz tabel referencyjnych (TR). Oznacza to, że tekst dokumentacji, wszystkie załączniki graficzne i tabelaryczne, karty otworów, wyniki badań geofizycznych itd. są zapisywane przez niego pod odpowiednimi, zdefiniowanymi nazwami (zgodnie z wytycznymi załącznika Załącznik 22) oraz w odpowiednich folderach (zgodnie ze schematami z rysunków (Rysunek 13, Rysunek 14). Tak przygotowane opracowanie SGI jest składane po zakończeniu prac do odbioru przez Inwestora. Przedstawiciel Inwestora prowadzący odbiór, oprócz sprawdzenia merytorycznej zawartości opracowania, dokonuje sprawdzenia, czy pliki i foldery oraz tabele referencyjne są odpowiednio przygotowane, oraz czy formaty plików są poprawne.

Po dokonaniu procedury odbioru opracowania Inwestor dokonuje umieszczenia plików cyfrowych w swojej strukturze katalogowej dla danej inwestycji, w odpowiednim dla odbieranego opracowania katalogu (w tym przypadku będzie to katalog SGI /studium geologiczno-inżynierskie/). Struktura katalogowa po stronie inwestora jest stała przez cały okres realizacji danej inwestycji drogowej i stanowi przestrzeń roboczą projektu (inwestycji).

Dzięki poprawnie przygotowanym tabelom referencyjnym (TR) możliwe jest dokonanie importu danych o podłożu budowlanym do bazy GIS. Jest to pokazane na schemacie (Rysunek 12). Inwestor dokonuje importu tabel referencyjnych do oprogramowania GIS gdzie zamienia tabelaryczne zestawienia badań punktowych (otwory geologiczne, sondowania, i.in.) oraz liniowych (przekroje geologiczne, geofizyczne, i.in.) i powierzchniowych (załączniki mapowe, zobrazowania satelitarne, ortofotomapy, i.in.) na klasy obiektów przestrzennych w bazie.

Tabele referencyjne zawierają m.in. pole z nazwą plików, więc po imporcie do bazy danych w powiązaniu z informacją o położeniu danego obiektu mogą powstać hiperłącza do plików źródłowych w formatach nieedytowalnych (podgląd i drukowanie - format *.pdf) oraz formatach edytowalnych (np. *.doc, *.sta, *.shp., itp.). Baza danych o podłożu budowlanym GIS jest również przestrzenią roboczą projektu (inwestycji) i rozwija się wraz z realizacją kolejnych etapów inwestycji drogowej - ilość informacji w niej zgromadzonej systematycznie rośnie.

Baza GIS umożliwia inwestorowi poruszanie się w obrębie danych zgromadzonych w projekcie w kontekście przestrzennym. Oznacza to, że wyszukiwanie potrzebnych w danym momencie treści jest dokonywane z poziomu mapy (na podkładach topograficznych) a nie z poziomu struktury katalogowej i zgromadzonych w niej plików. Takie podejście umożliwia m.in. sprawne przekazywanie informacji między wykonawcami badań podłoża budowlanego na kolejnych etapach realizacji inwestycji oraz umożliwia uniknięcie problemów związanych z ponownym wykonywaniem badań w tych samych miejscach, ponownym cyfrowaniem już raz wprowadzonych do bazy danych otworów i sondowań oraz pomijania już wcześniej pozyskanej informacji geologicznej.

Zgodnie ze schematem (Rysunek 12), wykonawca A po zakończeniu prac nad Studium Geologiczno-Inżynierskim na etapie STEŚ przekazał pliki inwestorowi. Pliki te znajdują się w odpowiednich katalogach w przestrzeni roboczej dla inwestycji oraz zostały zaimportowane do bazy danych GIS. Inwestor przystępuje do realizacji II etapu inwestycji - Koncepcji Programowej. Na tym etapie inwestor wyłania(w przypadku STEŚ-R wyłoniony wcześniej wykonawca kontynuuje prace) kolejnego wykonawcę badań podłoża budowlanego(i jego ewentualnych

podwykonawców) wskazanych odcinków drogi, którzy mają wykonać następujące opracowania - projekty robót geologicznych (PRG), dokumentację geologiczno-inżynierską (DGI) oraz opinię geotechniczną (OG) i inne. Wykonawca B (wykonawca główny) dobiera sobie podwykonawcę (wykonawca C). Na potrzeby realizacji zadania inwestor przekazuje wykonawcy B (wykonawcy głównemu) dostępne dane archiwalne pobrane z przestrzeni roboczej projektu (czyli dane z opracowania SGI), które następnie wykonawca B rozdziela w miarę potrzeb swoim podwykonawcom (wykonawca C). Opracowania są sporządzane, a kiedy nastąpi procedura odbioru inwestor odbiera całość prac od wykonawcy B (wykonawcy głównego).

Objęte odbiorem są tak samo jak w przypadku etapu STEŚ zarówno pliki cyfrowe (PC) jak i tabele referencyjne (TR), kryteria formalne odbioru są również takie same jak w przypadku etapu STEŚ. Zgodnie z rysunkiem (Rysunek 12) pliki cyfrowe oraz tabele referencyjne zostają umieszczone w odpowiednich katalogach (PRG, DH, DGI oraz OG). Wykonywany jest import danych z tabel referencyjnych do bazy danych GIS. Na tym etapie zawartość katalogu roboczego oraz bazy danych się powiększa.

Kolejne etapy realizacji inwestycji są prowadzone w analogiczny sposób jak powyżej. W przypadku, kiedy poszczególne typy opracowań - np. projekty robót geologicznych (PRG) są sporządzane na więcej niż jednym etapie realizacji inwestycji są one umieszczane w tym samym katalogu odpowiadającym typom opracowania (w tym przypadku PRG lub dPRG), a elementem pozwalającym na ich rozróżnienie jest unikatowe nazewnictwo katalogów podrzędnych i poszczególnych plików.

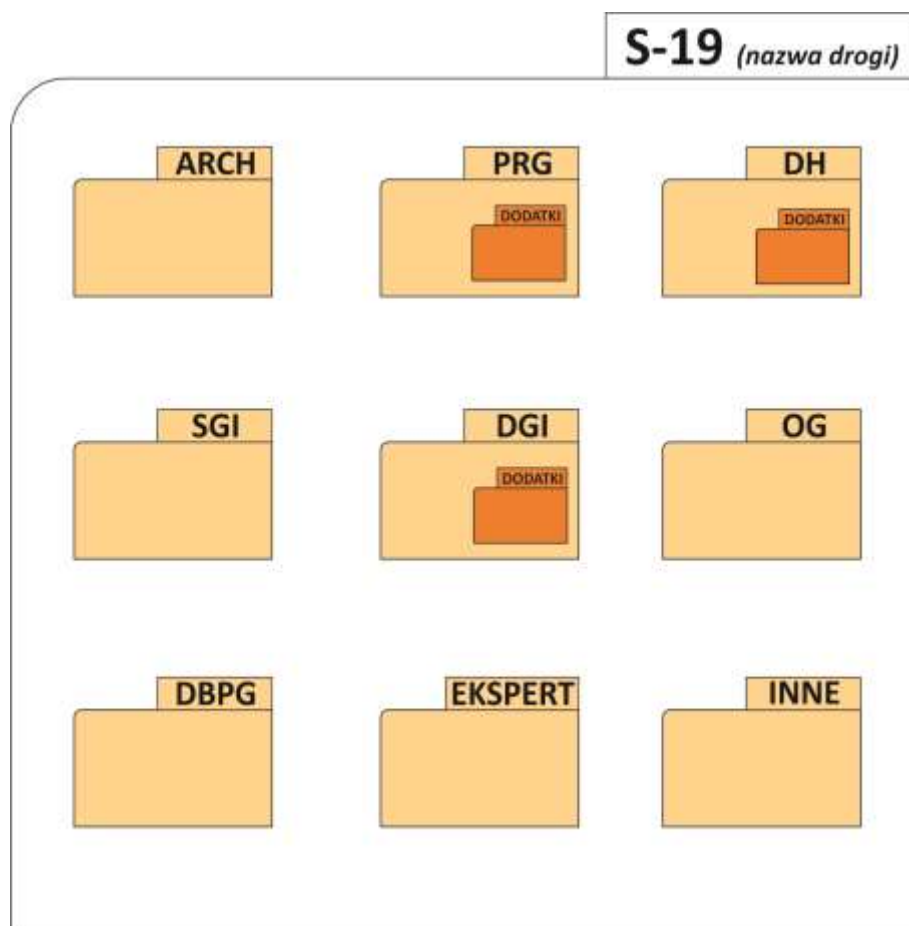
Rysunek 13 przedstawia strukturę katalogową dla pojedynczej inwestycji. Niektóre z katalogów - PRG, DH oraz DGI mogą mieć podkatalogi zawierające dodatki do dokumentacji oraz projektów. Dzięki takiemu zorganizowaniu przestrzeni roboczej projektu inwestycyjnego możliwe jest zachowanie porządku w gromadzonych danych o podłożu budowlanym oraz ich usystematyzowane przeszukiwanie, zarówno z poziomu katalogów, jaki i z poziomu bazy danych GIS i umieszczonych w niej hiperłączy.

Poszczególne katalogi odpowiadają rodzajom opracowań zawierających wyniki badań podłoża budowlanego. Takie założenie wynika z faktu, że kolejne etapy realizacji inwestycji drogowej mogą dzielić przedmiotowy obiekt na coraz mniejsze odcinki (np. STEŚ jest wykonywany dla całości drogi, natomiast projekty robót geologicznych i dokumentacje na etapie projektu budowlanego są już wykonywane dla kilku mniejszych odcinków), co powoduje, że w danym etapie realizacji może pracować na raz kilku wykonawców badań podłoża budowlanego wykonujących takie same typy opracowań.

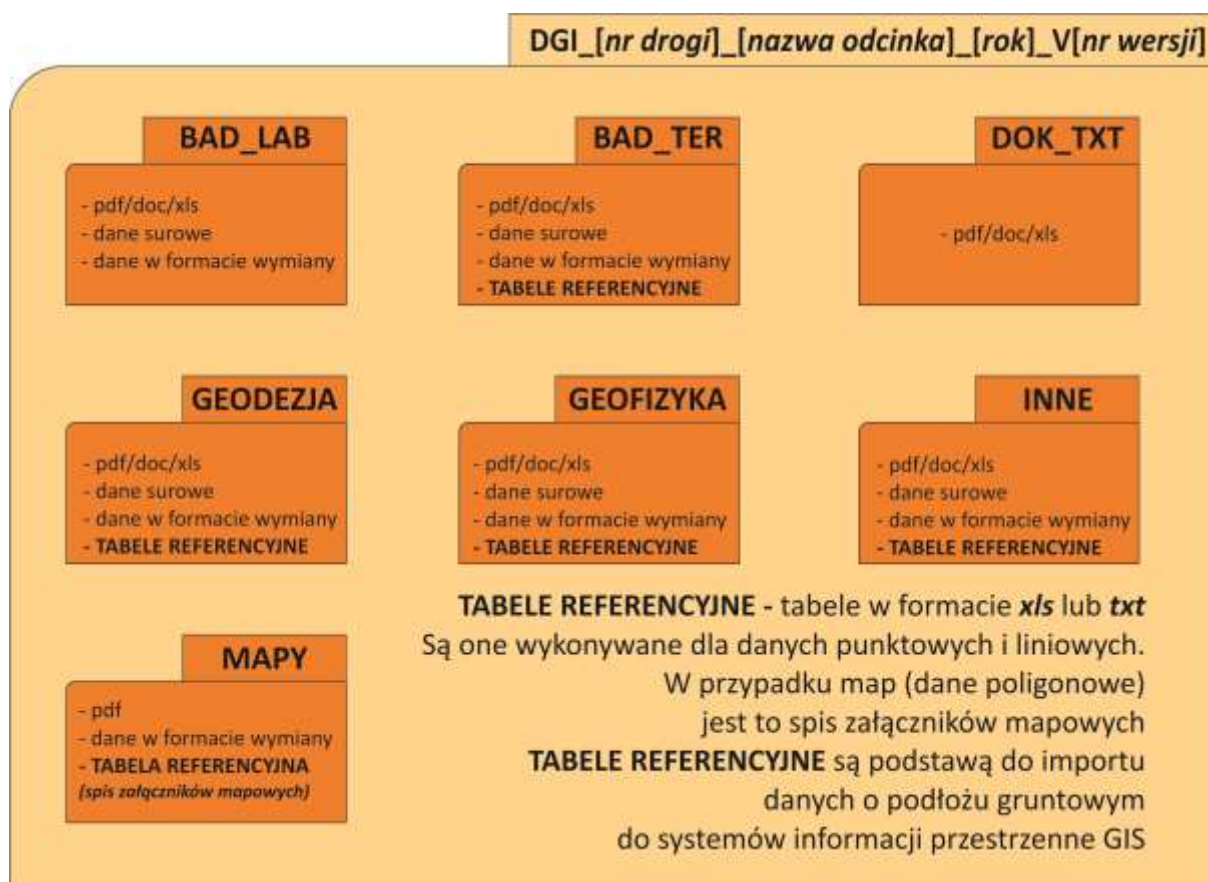
Na rysunku (Rysunek 14) przedstawiono strukturę katalogową w obrębie każdego typu opracowania zawierającego dane o podłożu budowlanym. Zawartość opracowania w zależności od tego jakiego typu informacje i dane zawiera musi być umieszczana w odpowiednich folderach. Pliki cyfrowe, w jakich zapisywana jest zawartość opracowania muszą być załączane zarówno w postaci edytowalnej oraz nieedytowalnej - w zakresie tekstu opracowań, dokumentacji i raportów dotyczy to głównie plików tekstowych i zestawień tabelarycznych (pdf, xls, doc). W przypadku plików zawierających wyniki badań - np. wierceń badawczych (OW), sondowań (CPT, DMT, FVT, i in.) czy tomografii elektrooporowej (ERT) dane te muszą być zamieszczane w postaci plików z danymi surowymi- czyli takich jakie są rejestrowane bezpośrednio w urządzeniu pomiarowym (patrz formaty danych źródłowych - rozdział 8.6). Dodatkowo w celu zapewnienia wymiany danych w ramach przestrzeni roboczej projektu inwestycyjnego (wymiana plików między wykonawcami i inwestorem) oraz umożliwienia reinterpretacji i ponownego wykorzystania wyników przez innych użytkowników konieczne jest zamieszczenie wyników badań podłoża również w formacie wymiany - zalecany formatem wymiany są pliki *.txt, *.csv i

*.xml, a w przypadku danych przestrzennych są to pliki *.shp. Tabele referencyjne zamieszczane są bezpośrednio w katalogach odpowiadających poszczególnym rodzajom danych oraz są zapisywane w formacie *.xls lub *.txt.

Uwaga: Załącznik 22 podaje szczegółowe wymagania dotyczące przygotowania danych cyfrowych na potrzeby wykorzystywania danych w technologiach GIS i BIM.



Rysunek 13 Schemat struktury katalogowej dla pojedynczej inwestycji drogowej na poziomie rodzajów opracowań. Objaśnienia skrótów: ARCH - opracowania archiwalne, PRG - projekt robót geologicznych, DH - dokumentacja hydrogeologiczna, SGI - studium geologiczno-inżynierskie, DGI - dokumentacja geologiczno-inżynierska, OG - opinia geotechniczna, DBP - dokumentacja badań podłoża, EKSPERT - ekspertyzy, INNE - pozostałe opracowania, DODATKI - dodatki do dokumentacji geologicznych i projektów robót geologicznych



Rysunek 14 Schemat struktury katalogowej i zawartości poszczególnych katalogów na poziomie pojedynczego opracowania. Objasnienia: BAD_LAB - wyniki badań laboratoryjnych, BAD_TER - wyniki badań terenowych, DOK_TXT - tekst dokumentacji (opracowania), GEODEZJA - dane i wyniki pomiarów geodezyjnych, GEOFIZYKA - dane i wyniki pomiarów geofizycznych, MAPY - załączniki mapowe, INNE - dane i wyniki innych metod badawczych (np. teledetekcja)

9.2 Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym

W trakcie realizacji procesu inwestycyjnego różni wykonawcy na różnych etapach wykonują badania podłoża budowlanego, przygotowując dokumentację w postaci zestandaryzowanych plików cyfrowych, co przedstawiono na rysunku (Rysunek 12). Podłoże budowlane jest rozpoznawane wieloma metodami, w efekcie powstaje szereg opracowań (dokumentacje badań podłoża, dokumentacje geologiczno-inżynierskie, studia geologiczno-inżynierskie, etc.), zaś badania podłoża budowlanego mogą być wykonywane kilkakrotnie tymi samymi metodami (na kolejnych etapach, w celu uszczegółowienia modelu geologicznego). Aby możliwe było systemowe gromadzenie powyższych danych oraz ich efektywne wykorzystanie i współdzielenie w ramach realizacji inwestycji drogowej, konieczne jest zastosowanie rozwiązań bazodanowych. Rysunek (Rysunek 15) przedstawia w sposób schematyczny, w jaki sposób należy projektować strukturę bazy danych GIS o podłożu budowlanym.

Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym jest oparta na trzech głównych klasach obiektów punktowych, liniowych i poligonowych. Są to: sondowania geofizyczne oraz punkty badawcze (klasy obiektów punktowych), linie przekrojów (klasa obiektów liniowych), mapy i efekty pomiarów teledetekcyjnych (klasy obiektów poligonowych). Każdej z wymienionych klas obiektów odpowiada tabela atrybutów, która jest nadrzędną tabelą dla danego rodzaju badań. Każda z głównych tabel atrybutów jest tworzona w oparciu o strukturę odpowiednich tabel referencyjnych (Tabela 114, Tabela 117, Tabela 121, Tabela 125, Tabela 127) z dodanym polem

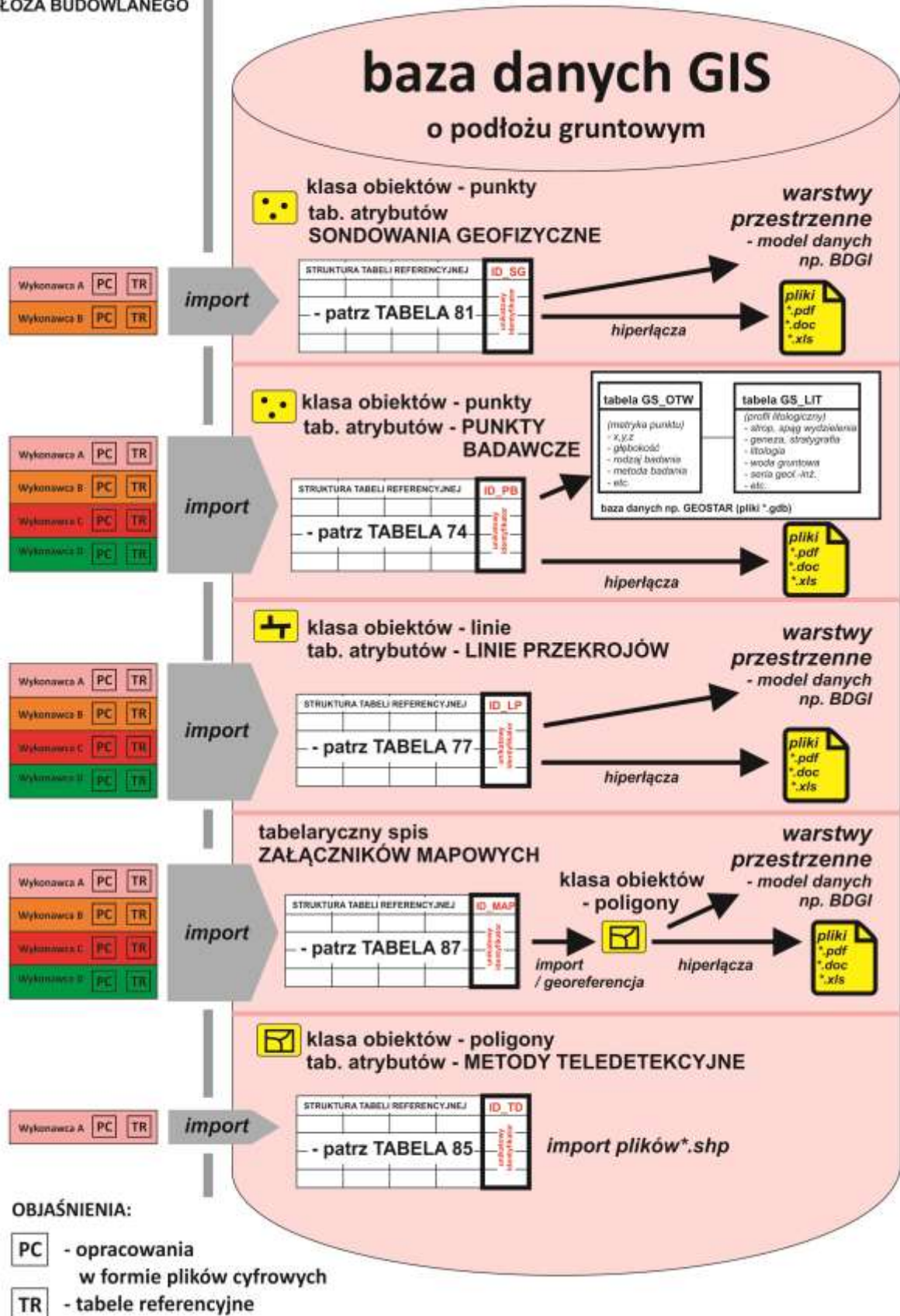
unikatowego identyfikatora. Pola w tabeli atrybutów odpowiadające unikatowym identyfikatorom to: ID_SG (dla sondowań geofizycznych), ID_PB (dla punktów badawczych), ID_LP (dla linii przekrojów), ID_MAP (dla map) oraz ID_TD (dla metod teledetekcyjnych).

Trzy główne klasy obiektów (Rysunek 15) umożliwiają import danych o podłożu budowlanym z opracowań wykonywanych przez różnych wykonawców na różnych etapach drogowego procesu inwestycyjnego. Przykładowo sondowania geofizyczne (np. sondowania elektrooporowe VES) mogą być wykonywane np. na etapie STEŚ oraz na etapie projektu budowlanego przez dwóch różnych wykonawców (np. Wykonawca A i Wykonawca B). Każdy z nich po zakończeniu swoich prac przekazuje inwestorowi swoje opracowania w formie cyfrowej wraz z tabelami referencyjnymi badań. Tak przygotowane opracowania są następnie importowane do bazy danych GIS dzięki wykorzystaniu tabel referencyjnych. W omawianym przypadku mamy do czynienia z dwoma opracowaniami, z których każde ma odrębną tabelę referencyjną. Importując dane o podłożu budowlanym z tabel referencyjnych w sposób przedstawiony na rysunku (Rysunek 16) tabela atrybutów w bazie danych GIS się powiększa, a co za tym idzie wszystkie dane gromadzone są w tej samej przestrzeni roboczej i możliwe jest uniknięcie powtórzenia badań podłoża w tych samych miejscach.

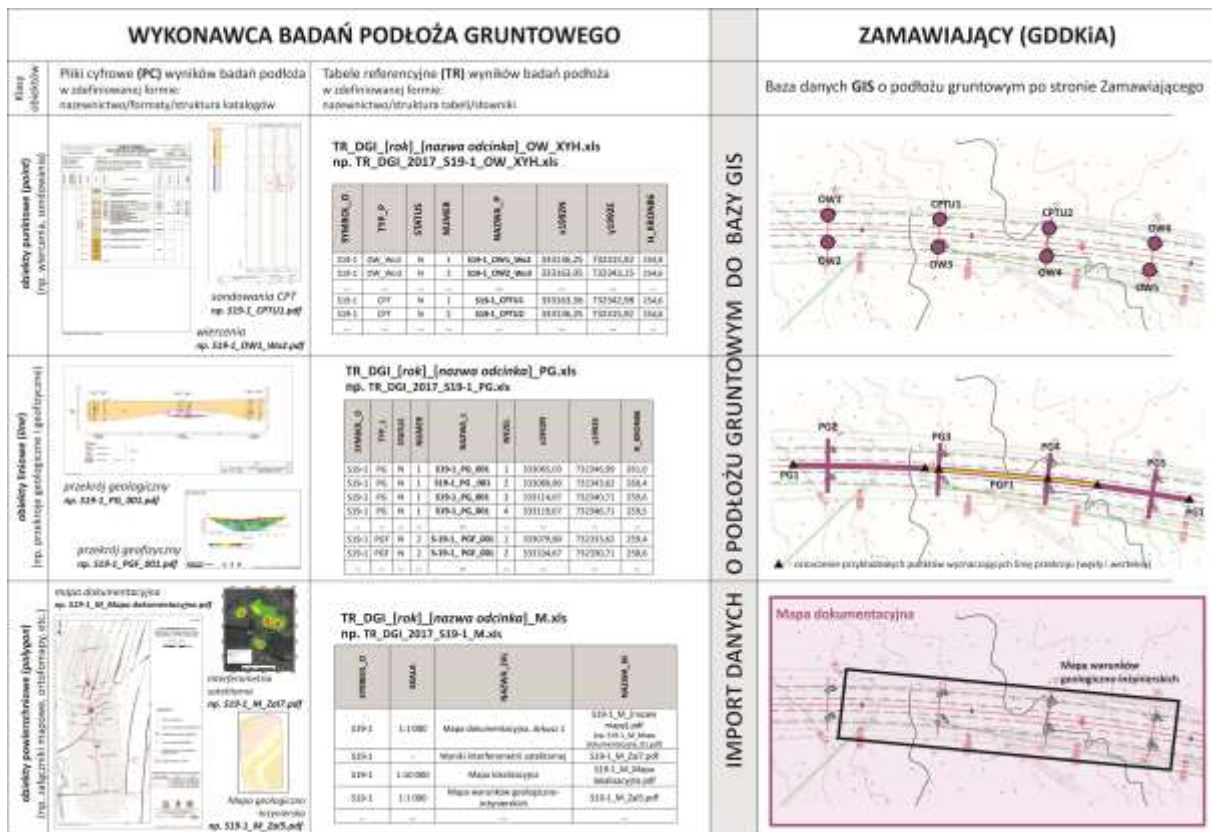
Na schemacie (Rysunek 16) przedstawiono sposób, w jaki importowanie zawartości tabel referencyjnych prowadzi do utworzenia w bazie danych GIS kolejnych klas obiektów (punktowych, liniowych i powierzchniowych). Należy zaznaczyć również, że w przypadku danych dotyczących otworów badawczych i sondowań zgromadzonych w bazie danych w standardzie pakietu np.: GeoStar (pliki interbase *.gdb) możliwe jest utworzenie klas obiektów w bazie danych GIS bezpośrednio z listy otworów z pliku interbase.

Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym powinna być oparta w zakresie klas obiektów o struktury tabel referencyjnych (stają się one wówczas tabelami atrybutów). W zakresie danych otworowych struktura bazy danych GIS powinna odzwierciedlać strukturę danych bazy otworowej np.: pakietu GeoStar (standard: interbase, format: gdb).

Główne klasy obiektów i ich tabele atrybutów umożliwiają zarządzanie danymi o podłożu budowlanym, a możliwość importowania kolejnych tabel referencyjnych w miarę zwiększania ilości wykonanych badań, pozwala na zachowanie porządku w bazie w miarę postępu realizacji inwestycji drogowej. Główne klasy obiektów i ich tabele atrybutów pełnią funkcję uproszczonej metryki poszczególnych badań oraz pozwalają na założenie hiperłączy umożliwiających błyskawiczne dotarcie do plików z dokumentacji źródłowej w formie plików *.pdf/*.xls/*.doc. Dodatkowo na bazie tabel atrybutów, dzięki wprowadzeniu kolumn unikatowych identyfikatorów (ID_SG, ID_PB, ID_LP, ID_MAP, ID_TD) możliwe jest dalsze rozwijanie struktury bazy danych GIS o powiązane tabele zawierające szczegółowe informacje (np. metrykę punktów badawczych, profil geologiczny, metadane przekrojów, etc.). W zależności od wymogów danego procesu inwestycyjnego, szczegółowa struktura danych (model danych) dla powiązanych tabel może być ustalony przez koordynatora GIS/BIM, w przypadku kiedy nie jest to ustalone zalecanym modelem danych jest model danych geologiczno-inżynierskich Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI – <http://atlasy.pgi.gov.pl>) dla warstw przestrzennych (klasy obiektów linie przekrojów i mapy, sondowania geofizyczne). W przypadku klasy obiektów punkty badawcze (obejmującej m.in. wiercenia i sondowania) przykładowym modelem danych tabel powiązanych może być struktura bazy otworowej pakietu GeoStar (w formacie gdb).



Rysunek 15 Struktura bazy danych GIS o podłożu budowlanym



Rysunek 16 Ideogram procedury importu danych o podłożu budowlanym do baz danych GIS

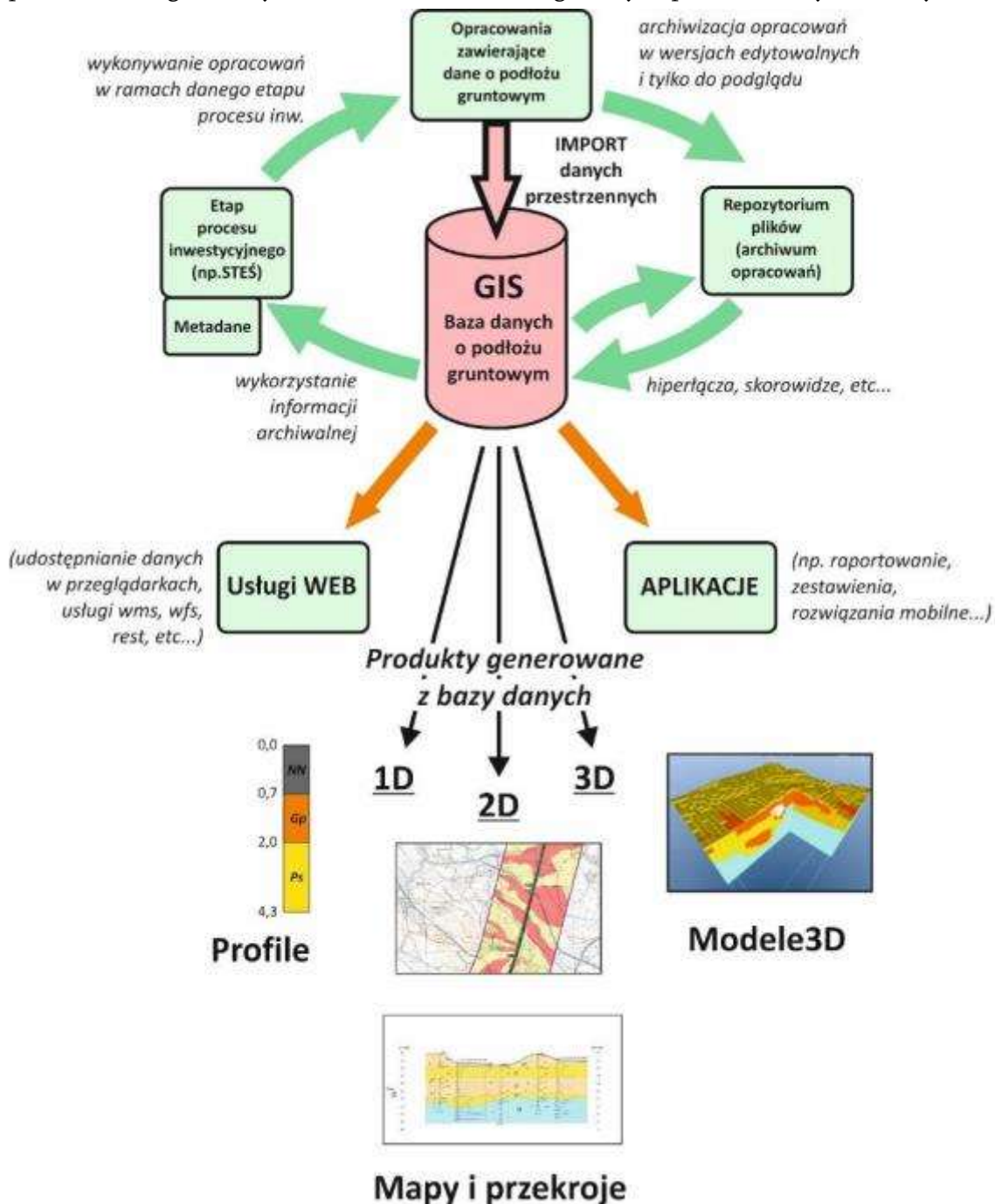
W przypadku map procedura importu klas obiektów do bazy GIS opiera się o nadanie georeferencji plikom zebranych w tabeli załączników mapowych (będącej tabelą referencyjną dla obiektów poligonowych w opracowaniach zawierających wyniki badań podłoża budowlanego). Mapy po nadaniu georeferencji mogą być gromadzone w bazie zarówno w postaci plików graficznych (nieedytowalnych – np. jpg, tiff, pdf) oraz w postaci edytowalnych przestrzennych warstw informacyjnych (np.: wektorowych plików *.shp w standardzie oprogramowania GIS i/lub *.dwg/*.dxf/*.dgn w standardzie CAD). W przypadku plików wektorowych w standardzie CAD warunkiem importu do bazy danych jest przygotowanie plików o zdefiniowanych układach współrzędnych w aktualnie obowiązującym państwowym układzie współrzędnych geodezyjnych (PUWG).

Wyniki przetwarzania pomiarów teledetekcyjnych np. wyniki pomiarów metodą interferometrii satelitarnej (InSAR) są gromadzone w bazie bezpośrednio w postaci plików *.shp o zdefiniowanej w tabeli (Tabela 125) strukturze pól.

Dane geologiczne umieszczone w systemach GIS mogą być także przydatne w przyszłości do odwzorowania informacji o podłożu budowlanym w technologiach BIM (Building Information Modelling). Podstawowym warunkiem efektywnego wykorzystania danych geologicznych dotyczących inwestycji drogowej w standardzie BIM jest zapewnienie jej odpowiedniego przygotowania poprzez standaryzację formatów, procedury weryfikacji oraz importu do dowolnych struktur bazodanowych oraz przekazywanie w formacie IFC.

Głównym celem standaryzacji procesów przygotowania danych wejściowych do dokumentacji projektowych jest uruchomienie ich cyfrowego obiegu zakończonego przetworzeniem, weryfikacją i umieszczeniem danych o podłożu w dowolnych strukturach baz danych przestrzennych GIS. Taki sposób uporządkowania danych w bazach danych o podłożu budowlanym pozwoli na uzyskanie konkretnej informacji geologicznej wydawanej i publikowanej

w formie produktów końcowych (map, profili, przekrojów, modeli 3D i in.) wykorzystywanych przez szerokie grono użytkowników. Schemat obiegu danych przedstawia rysunek (Rysunek 17).



Rysunek 17 Schemat gromadzenia i obiegu danych o podłożu budowlanym w bazie danych GIS dla każdego z etapów z realizacji procesu inwestycyjnego w drogownictwie

10 Wytyczne kontroli i odbioru prac dokumentacyjnych

Kontrola prac dokumentacyjnych ma na celu zapewnienie zgodności ich wykonania z wymaganiami:

- kontraktu i opisu przedmiotu zamówienia (OPZ),
- przepisów prawa,
- przywołanych norm i specyfikacji technicznych,
- niniejszych wytycznych,
- projektu robót geologicznych (PRG) i/lub programu badań geotechnicznych (PBG).

Kontrola obejmuje:

- kontrolę potencjału technicznego Wykonawcy przed rozpoczęciem robót,
- kontrolę zakresu prac w projekcie robót geologicznych (PRG) i/lub programie badań geotechnicznych (PBG),
- bieżącą kontrolę realizacji badań terenowych i laboratoryjnych i ich zgodności z PRG i/lub PBG,
- kontrolę i odbiór opracowań końcowych (DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP).

Kontrolę przeprowadza się zgodnie z wymaganiami rozdziałów 10.1 - 10.4.

10.1 Kontrola potencjału technicznego Wykonawcy

Kontrola potencjału technicznego Wykonawcy może nastąpić przed rozpoczęciem prac terenowych i laboratoryjnych oraz na każdym etapie ich realizacji. Kontrola ma celu potwierdzenie zdolności Wykonawcy (i jego Podwykonawców) do wykonania wymaganych prac i robót. Kontrola obejmuje:

- sprawdzenie zgodności sprzętu terenowego i laboratoryjnego z deklarowanym w ramach procedury przetargowej,
- sprawdzenie personelu pod kątem dokumentów potwierdzających kwalifikacje (jeśli wymagane),
- sprawdzenie dokumentów kalibracyjnych (jeśli wymagane),
- sprawdzenie dokumentów dotyczących wdrożonego systemu jakości (jeśli wymagane),
- sprawdzenie wymaganych prawem zgód na wykonywanie tych prac (decyzji zatwierdzających, uzgodnień, zgód właścicieli działek itp.),
- sprawdzenie sposobu przechowywania prób i próbek w wymaganym okresie.

Kontrola zakończona jest protokołem kontroli potencjału technicznego Wykonawcy (Załącznik 23).

10.2 Kontrola realizacji badań terenowych

Kontrola realizacji badań terenowych może nastąpić na każdym etapie realizacji prac i może dotyczyć czynności związanych z:

- wizją terenową,
- kartowaniem hydrogeologicznym i geologiczno-inżynierskim,
- pomiarami geodezyjnymi,
- pomiarami fotogrametrycznymi i teledetekcyjnymi,
- badaniami geofizycznymi,
- wierceniami,
- sondowaniami,
- oceną masywu skalnego,
- pomiarami i badaniami hydrogeologicznymi,
- badaniami środowiskowymi.

Kontrola może polegać na stałej lub czasowej obecności przedstawiciela Inwestora przy wykonywaniu powyższych czynności.

Z tego powodu Wykonawca powinien zgłosić rozpoczęcie każdego z wymienionych rodzajów prac terenowych pisemnie (mailem lub faksem) z 3 dniowym wyprzedzeniem podając rodzaj planowanych do wykonania badań, kilometrów drogi lub numer obiektu inżynierskiego oraz dane osoby do kontaktu.

Aktualizacji lokalizacji poszczególnych ekip terenowych Wykonawca dokonuje raz w tygodniu. Dodatkowo wykonawca badań podłoża na bieżąco informuje Inwestora o wszelkich przerwach w pracy i awariach powodujących nieobecność ekipy terenowej na miejscu badań.

Brak zgłoszenia skutkuje koniecznością powtórzenia badań przez Wykonawcę w obecności przedstawiciela Inwestora.

Kontroli podlega:

- zgodność wykonywanych prac z wymaganiami PRG i/lub PBG w zakresie rodzaju, głębokości i metodyki,
- posiadanie wymaganych prawem zgód na wykonywanie tych prac (decyzji zatwierdzających, uzgodnień, zgód właścicieli działek itp.),
- zgodność wykonywanych prac z przepisami, normami, specyfikacjami technicznymi i wytycznymi,
- obecność dozoru geologicznego/geotechnicznego (jeśli wymagany),
- stan techniczny sprzętu, aparatury wykorzystywanej do badań terenowych,
- aktualność dokumentów potwierdzających kalibrację sprzętu i aparatury badawczej, jeśli jest wymagany i zalecany przez producenta i/lub inwestora lub wynika z przepisów prawa.

Kontrola zakończona jest protokołem kontroli prac terenowych (Załącznik 23).

10.3 Kontrola realizacji badań laboratoryjnych

Kontrola realizacji badań laboratoryjnych następuje na żądanie inwestora i może dotyczyć czynności związanych z:

- laboratoryjnymi badaniami klasyfikacyjnymi gruntów i skał,
- laboratoryjnymi badaniami do celów wyznaczania parametrów geotechnicznych gruntów i skał,
- laboratoryjnymi badaniami gruntów i wody.

Kontrola polega na wizycie w laboratorium i sprawdzeniu na losowo wybranej próbie:

- sposobu przechowywania prób i próbek gruntów, skał i wód podziemnych przeznaczonych do badań laboratoryjnych,
- formularzy z badań,
- stanu technicznego aparatury badawczej,
- kwalifikacji osób wykonujących badania laboratoryjne,
- dokumentów systemu jakości (jeśli są wymagane).

Wykonawca zgłasza rozpoczęcie badań z 5 dniowym wyprzedzeniem podając rodzaj planowanych do wykonania badań oraz dane osoby do kontaktu. Dodatkowo należy informować na bieżąco o wszelkich przerwach w pracy laboratorium.

Brak zgłoszenia może skutkować koniecznością powtórzenia badań.

Kontroli podlega:

- zgodność wykonywanych prac z wymaganiami PRG i/lub PBG w zakresie rodzaju i metodyki,
- zgodność wykonywanych prac z wymaganiami wdrożonego systemu jakości (jeśli

wymagany),

- zgodność wykonywanych prac z przepisami, normami, specyfikacjami technicznymi i wytycznymi,
- doświadczenie laboranta,
- stan techniczny sprzętu, aparatury wykorzystywanej do badań laboratoryjnej,
- aktualność dokumentów potwierdzających kalibrację sprzętu i aparatury badawczej, jeśli jest wymagany i zalecany przez producenta i/lub inwestora lub wynika z przepisów prawa.

Kontrola zakończona jest protokołem kontroli prac laboratoryjnych (Załącznik 23).

10.4 Kontrola opracowań

Kontrola opracowań powinna następować systematycznie po zakończeniu sporządzania poszczególnych dokumentów.

Kontrola dokumentów polega na ich weryfikacji pod kątem:

- kompletności,
- zgodności z wymaganiami kontraktu i OPZ, przepisów prawa, norm, specyfikacji technicznych,
- zgodności zakresu wykonanych prac z niniejszymi wytycznymi,
- zgodności z ustaleniami projektu robót geologicznych (PRG) i/lub programu badań geotechnicznych (PBG) - w przypadku opracowań powykonawczych,
- poprawności merytorycznej tj. przydatności do celów projektowych (czy rozpoznanie jest wystarczające do zaprojektowania obiektu),
- zgodności zakresu wykonanych badań z rozwiązaniami projektowymi inwestycji.

W przypadku dokumentów podlegających procedurze administracyjnej, przed przekazaniem ich do odpowiedniego organu należy przeprowadzić ich kontrolę zgodnie z poniższymi wymaganiami.

Kontrola dokumentów podstawowych przebiega w oparciu o weryfikację pracowników oddziału GDDKiA, pracowników centrali GDDKiA, inżyniera kontraktu lub/i weryfikatorów zewnętrznych. Uwagi przekazywane są w formie pisemnej opinii wraz z listą kontrolną (Załącznik 7. 6, Załącznik 21. 4) do następujących dokumentów:

- projektu robót geologicznych (PRG) wraz ze wszystkimi niezbędnymi dodatkami (dPRG),
- programu badań geotechnicznych (PBG),
- dokumentacji hydrogeologicznej (DH) ze wszystkimi dodatkami (dDH),
- studium geologiczno-inżynierskiego (SGI),
- dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (DGI) ze wszystkimi dodatkami (dDGI),
- dokumentacji badań podłoża (DBP).

Kontroli mogą podlegać następujące dokumenty uzupełniające (jeśli zostały opracowane):

- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych (SPG),
- Dokumentacja badań geofizycznych (DBG),
- Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych (SPT),
- Sprawozdanie z wizji lokalnej (SWL),
- Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego (DKGI),
- Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego (DKH),
- Raport z wierceń (RW),
- Raport z sondowań (RS),
- Raport z badań laboratoryjnych (RBL).

W przypadku pozytywnej weryfikacji, potwierdzonej pisemnie, opracowanie przekazuje się odpowiednio:

- do odpowiedniego organu (jeśli wymaga zatwierdzenia),
- do odbioru (jeśli nie wymaga zatwierdzenia).

W przypadku negatywnej weryfikacji opracowanie uznaje się za wadliwe. Wykonawcy wyznaczony zostanie termin na usunięcie wad zgodnie z zapisami kontraktu.

10.5 Odbiór opracowań

Odbiór opracowań następuje po pozytywnej weryfikacji (rozdział 10.4) i zakończony jest protokołem zdawczo-odbiorczym zawierającym:

- datę wystawienia/odbioru protokołu,
- oznaczenie kontraktu/umowy,
- nazwę strony przekazującej i odbierającej wraz z miejscem na podpisy,
- tytuł odbieranego opracowania,
- listę załączników.

Do protokołu załącza się:

- liczbę egzemplarzy opracowania będącego przedmiotem odbioru wraz załącznikami, wynikającą z kontraktu/umowy,
- wersję cyfrową opracowania zgodnie z wymaganiami rozdziału 9,
- kopie decyzji, uzgodnień, zgód, notatek, protokołów uzyskanych w celu wykonania robót,
- inne dokumenty wymagane kontraktem/umową.

Zaleca się dostarczanie dokumentów do weryfikacji w formie dokumentu elektronicznego.

Załączniki

Załącznik 1 Terminologia

Załącznik 1.1 Terminologia ogólna

GEOLOGIA INŻYNIERSKA - dziedzina geologii, która zajmuje się badaniami, studiami oraz rozwiązywaniem inżynierskich i środowiskowych problemów, które mogą powstać, jako rezultat wzajemnego oddziaływania podłoża budowlanego i obiektu budowlanego (w szerszym ujęciu sposobu zagospodarowania terenu), jak również przewidywaniem odpowiednich środków i sposobów zapobiegania zagrożeniom geologicznym (Majer E., Sokołowska M, Frankowski Z., 2018).

GEOTECHNIKA - nauka o pracy i badaniach ośrodka gruntowego dla celów projektowania i wykonawstwa budowli ziemnych i podziemnych oraz fundamentów budynków i nawierzchni drogowych. Jest jednocześnie nauką i sztuką. Nauką, gdy wykorzystując gruntoznawstwo oraz mechanikę gruntów i skał rozpatruje podłoże gruntowe, jako ośrodek nośny i odkształcalny, a sztuką, gdy wybiera z wielu możliwych sposobów posadowienia budowli nadziemnej, podziemnej albo wykonania budowli ziemnej, najbardziej ekonomiczne i bezpieczne rozwiązanie (Wiłun Z., 2003) (Majer E., Sokołowska M, Frankowski Z., 2018).

PODŁOŻE BUDOWLANE (PODŁOŻE GRUNTOWE) - strefa skał i gruntów naturalnych lub antropogenicznych współpracująca z obiektem budowlanym, w której właściwości gruntów i skał mają wpływ na projektowanie, wykonywanie i eksploataowanie obiektów budowlanych (Majer E., Sokołowska M, Frankowski Z., 2018).

ŚRODOWISKO GEOLOGICZNE - obejmuje całą skorupę ziemską wraz z wpływającymi na nią czynnikami atmo-, hydro-, i biosfery oraz czynnikami wewnątrz- i podskorupowymi (Kowalski W. C., 1988).

Załącznik 1.2 Terminologia dotycząca normalizacji

NORMA - dokument przyjęty na zasadzie konsensu i zatwierdzony przez upoważnioną jednostkę organizacyjną (normalizacyjną), ustalający - do powszechnego i wielokrotnego stosowania - zasady, wytyczne lub charakterystyki, odnoszące się do różnych rodzajów działalności lub ich wyników i zmierzający do uzyskania optymalnego stopnia uporządkowania w określonym zakresie (Dz. U. 2015 poz. 1483).

NORMALIZACJA - działalność zmierzającą do uzyskania optymalnego, w danych okolicznościach, stopnia uporządkowania w określonym zakresie, poprzez ustalanie postanowień przeznaczonych do powszechnego i wielokrotnego stosowania, dotyczących istniejących lub mogących wystąpić problemów (Dz. U. 2015 poz. 1483).

POLSKA NORMA - jest normą krajową, przyjętą w drodze konsensu i zatwierdzoną przez krajową jednostkę normalizacyjną, powszechnie dostępną, oznaczoną - na zasadzie wyłączności - symbolem PN (Dz. U. 2015 poz. 1483).

WYMAGANIA KRAJOWE - załączniki krajowe do norm europejskich, wymagania techniczne, specyfikacje techniczne lub inne dokumenty przenoszące zapisy norm serii PN-EN, jakie zostaną uznane przez Zarządcę Drogi za obowiązujące w odniesieniu do stosowanych materiałów i technologii.

Załącznik 1.3 Terminologia dotycząca obszaru badań

OBSZAR BADAŃ - obszar, na którym wykonywane są badania podłoża budowlanego, który wyznaczają granice: pasa drogowego/osi wariantu, strefy buforowej oraz strefy zagrożeń.

REGION - obszar, na którym jest planowana lokalizacja lub jest zlokalizowana inwestycja drogowa (w zależności od etapu inwestycji), na którym podłoże budowlane cechuje wspólny styl

budowy geologicznej.

REJON - obszar, na którym jest planowana lokalizacja lub jest zlokalizowana inwestycja drogowa (w zależności od etapu inwestycji), na którym podłoże budowlane cechuje identyczny profil litologiczny.

STREFA BUFOROWA - obszar poza pasem drogowym/wariantem, wyznaczony w wymaganej odległości od osi drogi/osi wariantu ustalany indywidualnie dla każdego etapu badań (rozdział 4).

STREFA ZAGROŻEŃ - obszar poza pasem drogowym/wariantem i strefą buforową, który wyznaczają granice zagrożeń mających wpływ na obiekty budowlane zidentyfikowane poza pasem drogowym/wariantem i strefą buforową.

TEREN ZABUDOWY - rozumie się przez to teren leżący w otoczeniu drogi, na którym dominują obszary o miejskich zasadach zagospodarowania, wymagające urządzeń infrastruktury technicznej, lub obszary przeznaczone pod takie zagospodarowanie w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (Dz. U. 2016 poz. 124).

Załącznik 1. 4 Terminologia dotycząca dokumentowania i badań podłoża

ANOMALIA GEOFIZYCZNA – 1) strefa o wartościach parametrów fizycznych wyznaczonych w wyniku badań geofizycznych znacząco odbiegających od średnich uzyskanych dla danego przekroju geofizycznego; 2) różnica (odchylenie, stosunek) pomiędzy zmierzonymi wartościami parametru geofizycznego (przedstawionymi jako krzywa, mapa, przekrój itd.), a wybranym poziomem odniesienia (tła). Może mieć charakter względny lub bezwzględny;

BADANIA GEOFIZYCZNE - ogół czynności związanych z badaniem środowiska geologicznego za pomocą jakościowych i ilościowych metod fizycznych w celu poznania jego budowy oraz wyjaśnienia zachodzących w nim procesów. Pozwalają ocenić charakter, strukturę i parametry fizyczne, jakimi cechuje się środowisko geologiczne.

GEOFIZYKA INŻYNIERSKA (geotechnical geophysics) - badania geofizyczne wykonywane głównie w celu rozpoznania budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych oraz oszacowania parametrów mechanicznych badanego ośrodka, głównie dla celów budownictwa inżynierskiego.

BADANIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE - badania podłoża budowlanego wykonywane na potrzeby dokumentowania badań geologiczno-inżynierskich. Szczególnym przypadkiem badań geologiczno - inżynierskich są prace i roboty geologiczne.

BADANIA GEOTECHNICZNE - badania podłoża budowlanego wykonywane na potrzeby dokumentowania badań geotechnicznych.

BADANIA HYDROGEOLOGICZNE – badania podłoża budowlanego wykonywane na potrzeby dokumentowania badań hydrogeologicznych. Szczególnym przypadkiem badań geologiczno - inżynierskich są prace i roboty geologiczne.

BADANIA KLASYFIKACYJNE GRUNTÓW I SKAŁ - badania laboratoryjne wykonywane w celu wyznaczenia składu granulometrycznego i wskaźnikowych właściwości każdej wydzielonej warstwy gruntu i skały oraz do sprawdzenia, czy pobrane próby i próbki gruntów i skał są reprezentatywne

BADANIA LABORATORYJNE GRUNTÓW I SKAŁ - badania próbek gruntów i skał wykonane w celu oznaczenia fizycznych i mechanicznych a także chemicznych właściwości podłoża budowlanego (PN-B-02479). Wyróżniamy następujące badania laboratoryjne:

- ze względu na właściwości fizyczno-mechaniczne:
 - badania chemiczne,
 - badania fizyczne,

- badania mechaniczne (geomechaniczne):
 - badania pęcznienia,
 - badania odkształcenia,
 - badania wytrzymałości,
 - badania zagęszczalności,
 - badania przepuszczalności,
- ze względu na wyznaczane parametry:
 - badania klasyfikacyjne gruntów i skał,
 - badania w celu wyznaczenia wartości parametrów geotechnicznych.

BADANIA LABORATORYJNE WÓD POWIERZCHNIOWYCH I PODZIEMNYCH - badania próbek wód powierzchniowych i podziemnych wykonane w celu oznaczenia fizycznych i chemicznych właściwości wód. Wyróżniamy następujące badania laboratoryjne:

- badania chemiczne,
- badania fizyczne.

BADANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO (PODŁOŻA GRUNTOWEGO) - zespół czynności terenowych i laboratoryjnych wykonywanych w określonym celu na podstawie programu badań/projektu robót geologicznych na wyznaczonym granicami obszarze badań w różnych etapach procesu inwestycyjnego (Majer E., Sokołowska M, Frankowski Z., 2018 zmodyfikowana). Wyróżnia się następujące badania podłoża budowlanego:

- ze względu na przepisy prawa:
 - badania hydrogeologiczne,
 - badania geologiczno-inżynierskie,
 - badania geotechniczne,
 - badania środowiskowe (badania zanieczyszczenia),
- ze względu na miejsce:
 - badania terenowe,
 - badania laboratoryjne.

BADANIA ŚRODOWISKOWE (BADANIA ZANIECZYSZCZENIA) - pomiary zawartości substancji powodującej ryzyko w gruntach, skałach, wodach powierzchniowych i podziemnych, w tym pobieranie próbek oraz związane z tymi pomiarami badania właściwości gruntów, skał, wód powierzchniowych i podziemnych wykonywane na potrzeby dokumentowania badań hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych. Szczególnym przypadkiem badań środowiskowych są badania zanieczyszczenia gleby i ziemi rozumiane jako pomiary zawartości substancji powodującej ryzyko w glebie i w ziemi, w tym pobieranie próbek oraz związane z tymi pomiarami badania właściwości gleby i ziem (POiŚ).

BADANIA TERENOWE (BADANIA POLOWE) - badania podłoża budowlanego wykonywane w terenie różnymi technikami w celu sporządzenia modelu geologicznego. Wyróżnia się następujące badania terenowe:

- prace kartograficzne,
- wiercenia,
- sondowania,
- badania i pomiary geodezyjne,
- badania i pomiary teledetekcyjne,
- badania geofizyczne.

BADANIA W CELU WYZNACZENIA WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH - badania laboratoryjne wykonywane w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych każdej

wydzielonej warstwy gruntu i skały.

DOKUMENTOWANIE BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO - proces, który polega na wykonaniu prac dokumentacyjnych obejmujących:

- zbieranie dostępnych informacji o terenie i jego podłożu budowlanym (gruntowym),
- projektowanie i wykonywanie badań terenowych i laboratoryjnych,
- przetwarzanie, interpretowanie, analizę i ocenę wyników badań,
- przedstawianie wyników badań w określonej formie,
- gromadzenie i archiwizowanie wyników badań,

jest prowadzony w określonym celu (rozdział 4.1) (Majer E., Sokołowska M, Frankowski Z., 2018) na podstawie wymagań inwestora, przepisów prawa, norm, literatury branżowej i doświadczenia. Wyróżnia się trzy rodzaje dokumentowania:

DOKUMENTOWANIE BADAŃ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH - dokumentowanie badań podłoża budowlanego prowadzone w oparciu o zapisy ustawy prawo geologiczne i górnicze. Obejmuje strefę stwierdzonego lub przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich) oraz strefę stwierdzonego lub przewidywanego wpływu środowiska geologicznego na obiekty i procesy wywołane przez budownictwo drogowe (strefa oddziaływań geologicznych),

DOKUMENTOWANIE BADAŃ GEOTECHNICZNYCH - dokumentowanie badań podłoża budowlanego prowadzone w oparciu o zapisy ustawy prawo budowlane. Obejmuje strefę stwierdzonego lub przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich),

DOKUMENTOWANIE BADAŃ HYDROGEOLOGICZNYCH - dokumentowanie badań podłoża budowlanego prowadzone w oparciu o zapisy ustawy prawo geologiczne i górnicze. Obejmuje strefę przewidywanego wpływu budownictwa na środowisko geologiczne (strefa oddziaływań inżynierskich).

KARTOWANIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE - zespół czynności mających na celu zebranie, opisanie i graficzne opracowanie wszystkich obserwacji, zjawisk i procesów geologicznych, geodynamicznych i antropogenicznych, występujących w strefie przypowierzchniowej i mających znaczenie z punktu widzenia warunków i potrzeb budowlanych, przedstawiane w formie kart obserwacji terenowych, map tematycznych, dokumentacji fotograficznej, zestawień tabelarycznych oraz opisu tekstowego (Malinowski J., 1960 zmienione).

KARTOWANIE HYDROGEOLOGICZNE - zespół czynności mających na celu zebranie, opisanie i graficzne opracowanie wszystkich obserwacji, zjawisk i procesów hydrogeologicznych oraz antropogenicznych, mających wpływ na wody podziemne, przedstawiane w formie kart obserwacji terenowych, map tematycznych, dokumentacji fotograficznej, zestawień tabelarycznych oraz opisu tekstowego.

WYKONAWCA BADAŃ PODŁOŻA BUDOWLANEGO – osoba fizyczna, osoba prawna, jednostka organizacyjna nie będąca osobą prawną, dysponująca potencjałem kadrowym i technicznym oraz doświadczeniem w wykonywaniu określonych badań podłoża budowlanego (zgodnie z wymaganiami wskazanymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamówienia). Ponoś odpowiedzialność za wykonanie badań podłoża budowlanego zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa i wymaganiami inwestora. Wyróżnia się następujących wykonawców badań podłoża budowlanego:

- ze względu na przepisy prawa:
 - wykonawca badań hydrogeologicznych,
 - wykonawca badań geologiczno-inżynierskich,

- wykonawca badań geotechnicznych,
- ze względu na miejsce:
 - wykonawca badań terenowych,
 - wykonawca badań laboratoryjnych,
- ze względu na rodzaj badań terenowych:
 - wykonawca prac kartograficznych,
 - wykonawca wierceń,
 - wykonawca sondowań,
 - wykonawca badań i pomiarów geodezyjnych,
 - wykonawca badań i pomiarów teledetekcyjnych,
 - wykonawca badań i pomiarów geofizycznych,
 - wykonawca badań środowiskowych.

PROJEKTANT – osoba fizyczna posiadająca wymagane uprawnienia budowlane, która jest uczestnikiem procesu budowlanego i w związku z tym ma ustalone prawa i obowiązki określone w obowiązujących aktach prawnych.

DOKUMENTATOR – osoba fizyczna, posiadająca doświadczenie i wiedzę w projektowaniu i dokumentowaniu badań podłoża budowlanego (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamówienia). Ponośi odpowiedzialność za zaprojektowanie badań podłoża budowlanego, interpretację, analizę i ocenę wyników badań podłoża budowlanego, oraz za opracowanie dokumentów zawierających projektowane badania podłoża budowlanego (rozdział 4.3) i dokumentów zawierających wyniki badań podłoża budowlanego (rozdział 8). Wyróżnia się następujących dokumentatorów:

- dokumentator hydrogeologiczny - osoba posiadająca kwalifikacje geologiczne kategorii IV lub V lub uprawnienia geologiczne CUG 04 lub 05 lub osoba świadcząca usługi transgraniczne oraz posiadająca doświadczenie i wiedzę w projektowaniu i dokumentowaniu badań hydrogeologicznych,
- dokumentator geologiczno-inżynierski - osoba posiadająca kwalifikacje geologiczne kategorii IV lub V lub uprawnienia geologiczne CUG 06 lub 07 lub osoba świadcząca usługi transgraniczne oraz posiadająca doświadczenie i wiedzę w projektowaniu i dokumentowaniu badań geologiczno-inżynierskich,
- dokumentator geotechniczny – osoba posiadająca odpowiednie doświadczenie i wiedzę w projektowaniu i dokumentowaniu badań geotechnicznych (zgodnie z wymaganiami określonymi przez inwestora np.: w specyfikacji istotnych wymagań zamówienia),
- osoba wykonująca prace pod nadzorem osób wymienionych w punktach powyżej.

Załącznik 1.5 Terminologia dotycząca warunków geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych

EKSPOZYCJA - to ludzie, ich zdrowie i życie, mienie (dobra materialne, kulturowe, przyrodnicze), infrastruktura, środowisko i inne elementy, które mogą potencjalnie zostać zniszczone.

OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKICH - określa złożoność warunków geologiczno-inżynierskich z uwagi na warunki: geomorfologiczne, geologiczne (w tym charakter wykształcenia gruntów i skał, ich cechy chemiczne, fizyczne i mechaniczne), hydrogeologiczne i zagrożenia geologiczne. W zależności od złożoności wydziela się następujące warunki geologiczno-inżynierskie: korzystne, średnio korzystne, niekorzystne.

PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKICH - przewidywanie zmian warunków geologiczno - inżynierskich, jakie zajądą w środowisku geologicznym podczas

budowy i eksploatacji obiektów budowlanych (Jakubicz, Łozińska, 1988 zmienione).

PRZYDATNOŚĆ GRUNTÓW I SKAŁ NA POTRZEBY BUDOWNICTWA - określenie właściwości gruntów i skał oraz procesów i zjawisk występujących w podłożu budowlanym, które mogą mieć wpływ na sposób posadowienia oraz na warunki wykonania i eksploatacji obiektów budowlanych i budowli na podstawie danych archiwalnych i badań podłoża budowlanego (Jakubicz, Łozińska., 1988 zmienione).

RYZIKO - to prawdopodobieństwo wystąpienia szkodliwych konsekwencji i oczekiwanych strat, które wynikają z interakcji pomiędzy naturalnymi lub wywołanymi przez człowieka zagrożeniami i podatnością narażonych elementów ekspozycji. Ryzyko można wyrazić posługując się poniższym algorytmem: RYZIKO (risk) = ZAGROŻENIA (hazards) x PODATNOŚĆ (vulnerability) (wg Klein, Jarva, 2008).

RYZIKO GEOLOGICZNE - to prawdopodobieństwo wystąpienia szkodliwych konsekwencji i oczekiwanych strat, które wynikają z interakcji pomiędzy naturalnymi lub wywołanymi przez człowieka zagrożeniami geologicznymi i podatnością narażonych elementów ekspozycji.

RYZIKO GEOTECHNICZNE - to prawdopodobieństwo wystąpienia szkodliwych konsekwencji i oczekiwanych strat, które wynikają z interakcji pomiędzy naturalnymi lub wywołanymi przez człowieka zagrożeniami geotechnicznymi i podatnością narażonych elementów ekspozycji.

STOPIEŃ ROZPOZNANIA PODŁOŻA BUDOWLANEGO - liczbowy wskaźnik dokładności rozpoznania podłoża budowlanego wyrażony, jako liczba punktów dokumentacyjnych przypadających na obiekt budowlany/obszar badań w zależności od skali mapy i stopnia skomplikowania warunków gruntowych/złożoności warunków geologiczno-inżynierskich.

WARUNKI GEOLOGICZNE - zespół cech charakteryzujących sposób ułożenia i następstwo występowania skał i gruntów, ich litologiczno-petrograficzny charakter, wiek, genezę, tektonikę (Bażyński J. i in., 1969).

WARUNKI GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE - zespół cech charakteryzujących naturalne i sztuczne środowisko geologiczne pod względem morfologii, budowy geologicznej, tektoniki, sposobu i charakteru wykształcenia gruntów i skał, ich cech fizycznych i mechanicznych, występowania i charakteru wód podziemnych oraz zagrożeń geologicznych (Jakubicz, Łozińska, 1988 zmienione).

WARUNKI GEOMORFOLOGICZNE - zespół cech charakteryzujących formy ukształtowania powierzchni terenu oraz intensywność rzeźby w związku z budową geologiczną (Bażyński i in., 1969).

WARUNKI GEOTECHNICZNE (STOPIEŃ SKOMPLIKOWANIA WARUNKÓW GRUNTOWYCH, WARUNKI GRUNTOWE, WARUNKI WODNE, WARUNKI GRUNTOWO-WODNE) - określa złożoność warunków gruntowych i wodnych oraz występowanie niekorzystnych procesów i zjawisk geologicznych uzależniony od trzech czynników: ułożenia i wykształcenia warstw gruntów i skał w podłożu, położenia zwierciadła wody poziomej oraz możliwości wystąpienia niekorzystnych procesów i zjawisk geologicznych (Załącznik 3. 2). W zależności od stopnia skomplikowania wydziela się następujące warunki gruntowe (Dz. U. 2012 poz. 463): proste, złożone, skomplikowane (Tabela 18). O stopniu skomplikowania warunków gruntowych decyduje najbardziej niekorzystny czynnik.

Tabela 18 Ocena stopnia skomplikowania warunków gruntowych (Dz. U. 2012 poz. 463 uzupełnione o skały)

Warunki geotechniczne / Stopień skomplikowania	GRUNTOWE	WODNE	NIEKORZYSTNE PROCESY I ZJAWISKA GEOLOGICZNE
PROSTE	jednorodne,	poniżej	brak

Warunki geotechniczne Stopień skomplikowania	GRUNTOWE	WODNE	NIEKORZYSTNE PROCESY I ZJAWISKA GEOLOGICZNE
	warstwy zalegające poziomo, wszystkie grunty poza gruntami mineralnymi słabonośnymi, organicznymi oraz nasypami niekontrolowanymi, skały twarde ($R_c > 5$ MPa) niespękane	projektowanego poziomu posadowienia	
ZŁOŻONE	niejednorodne, warstwy nieciągłe, zmienne litologicznie i genetycznie, grunty mineralne słabonośne, grunty organiczne i nasypy niekontrolowane, skały twarde ($R_c > 5$ MPa) spękane, skały miękkie ($R_c \leq 5$ MPa) niespękane	w poziomie lub ponad poziomem projektowanego posadowienia	brak
SKOMPLIKOWANE	grunty ekspansywne (np. ility), grunty zapadowe (np. lessy), grunty obszarów dolinnych i deltowych, grunty na obszarach morskich, skały miękkie ($R_c \leq 5$ MPa) spękane, nieciągłe deformacje górotworu	ponad poziomem projektowanego posadowienia	kras osuwiska deformacje filtracyjne procesy kurzkawkowe glacitektonika tektonika sejsmika obszary szkód górniczych

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE - zespół cech charakteryzujących wody podziemne i środowisko ich występowania (Bażyński i in., 1969).

ZAGROŻENIE - to niebezpieczne zjawisko lub proces np.: podtopienie, powódź, osuwisko, trzęsienie ziemi, upłynnienie, osiadanie, które może spowodować utratę życia, zdrowia, zniszczenie mienia, infrastruktury, zakłócenie funkcjonowania społeczeństwa, degradację środowiska, straty materialne.

ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE (GEOZAGROŻENIA) - naturalne lub wzbudzone przez działalność człowieka procesy i zjawiska geologiczne występujące w obrębie litosfery, hydrosfery bądź atmosfery, których oddziaływanie na ludzi, środowisko, mienie, a także na infrastrukturę powoduje negatywne skutki (straty i szkody) np.: procesy i zjawiska geologiczne, geodynamiczne i antropogeniczne.

ZAGROŻENIA GEOTECHNICZNE - spowodowane przez działalność człowieka procesy i zjawiska występujące w środowisku geologicznym, które wpływają na zachowanie się obiektu budowlanego powodując negatywne skutki (awaria, katastrofa) np.: błędy obliczeniowe, projektowe i techniczne, brak systemów zapobiegania zarówno w skali obiektu jak i planowania przestrzennego, brak prognozy długoterminowego zachowania się podłoża budowlanego (Rodriguez, 2009).

Załącznik 1.6 Terminologia dotycząca modelu geologicznego

DOŚWIADCZENIE PORÓWNYWALNE - udokumentowane lub w inny sposób jednoznacznie ustalone dane związane z podłożem budowlanym rozpatrywanym w projekcie, dotyczące tych samych rodzajów gruntów i skał, o podobnym spodziewanym zachowaniu oraz dotyczące podobnych konstrukcji (PN-EN 1997-1).

KLASYFIKACJA GRUNTÓW I SKAŁ - wydzielenie w podłożu budowlanym grup gruntów i skał na podstawie określonego kryterium posiadających określone granice, rozprzestrzenienie i charakterystykę. Grupy gruntów i skał w podłożu budowlanym wyróżnia się na podstawie jednej lub wielu cech, które zmieniają się w ustalonych granicach. Wydzielenia grup są różnego rzędu. Im wyższe wydzielenie tym większe zróżnicowanie profilu geologicznego. Z uwagi na różne

kryteria w podłożu budowlanym wyróżnia się następujące wydzielenia (wymienione w hierarchii od najbardziej ogólnego do najbardziej szczegółowego):

KOMPLEKSY STRATYGRAFICZNE - wydzielenia grup gruntów i skał tego samego wieku - wydzielenie stratygraficzne,

SERIE GENETYCZNE - wydzielenia grup gruntów i skał tej samej genezy w obrębie kompleksu genetycznego - wydzielenie genetyczne,

WARSTWY LITOLOGICZNE - wydzielenia grup gruntów i skał tego samego rodzaju (tej samej frakcji głównej) w obrębie serii genetycznej - wydzielenie litologiczne,

WARSTWY GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE - wydzielenia grup gruntów i skał o podobnych właściwościach fizycznych i mechanicznych/wartościach wyprowadzonych parametrów geotechnicznych w obrębie warstwy litologicznej - wydzielenie geologiczno-inżynierskie,

WARSTWY GEOTECHNICZNE - wydzielenia grup gruntów i skał, które zagrażają lub mogą stanowić zagrożenie dla obiektu budowlanego/budowli w obrębie kompleksów, serii i warstw - wydzielenie geotechniczne.

MODEL GEOLOGICZNY - aproksymacja rzeczywistości stworzona na potrzeby rozwiązania problemu (Parry i in., 2014).

Załącznik 1.7 Terminologia dotycząca właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał

CHARAKTERYSTYCZNE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH (X_k) - ostrożne oszacowanie wartości decydującej o wystąpieniu stanu granicznego (PN-EN 1997-1).

MIERZONE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH (WYNIKI BADAŃ) - wartości ustalane podczas badania. Szczegółowe zestawienie wyników badań znajduje się w załączniku „A” do PN-EN 1997-2. Należy dokładnie zapoznać się z wykazem podanych w załączniku wyników badań z uwagi na fakt, że w praktyce dokumentowania, bardzo często mylone są wartości mierzone i wartości wyprowadzone parametrów geotechnicznych.

OBLICZENIOWE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH (X_d) - oceniane bezpośrednio lub wyprowadzane z wartości charakterystycznej za pomocą wzoru, gdzie γ_M to współczynnik częściowy (PN-EN 1997-1):

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}$$

WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH - wartości fizyczne i mechaniczne gruntów i skał, uzyskiwane różnymi metodami, wykorzystywane do charakterystyki warstw w podłożu budowlanym oraz obliczeń stanów granicznych.

WYPROWADZONE WARTOŚCI PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH - wartości uzyskiwane z wyników badań, na podstawie teorii, korelacji albo doświadczenia (PN-EN 1997-2).

Załącznik 1.8 Terminologia dotycząca geodezji, kartografii i teledetekcji

ARCHIWALNE MATERIAŁY GEODEZYJNO-KARTOGRAFICZNE - materiały i zbiory danych gromadzone w centralnej, wojewódzkiej oraz powiatowej części państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego na podstawie ustawy z dnia 17 maja 1989 r. Prawo geodezyjne i kartograficzne oraz rozporządzenia Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 5 września 2013 r. w sprawie organizacji i trybu prowadzenia państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, w szczególności bazy danych, o których mowa w art. 4 ustawy Prawo geodezyjne i kartograficzne opracowane na podstawie danych pomiarowych starszych niż rok.

BEZZAŁOGOWY STATEK POWIETRZNY – statek powietrzny, który musi być wyposażony w

takie same urządzenia umożliwiające lot, nawigację i łączność jak załogowy statek powietrzny wykonujący lot z widocznością (VFR) lub według wskazań przyrządów (IFR) w określonej klasie przestrzeni powietrznej. Odstępstwa mające zastosowanie w tym zakresie dla załogowych statków powietrznych stosuje się jednakowo do bezzałogowych statków powietrznych (UAV).

NIWELACJA PRECYZYJNA - pomiary geodezyjne mające na celu wyznaczenie wysokości punktów geodezyjnych względem przyjętego poziomu odniesienia, wykonywane przy użyciu niwelatorów precyzyjnych cechujących się błędem średnim mniejszym niż 2 mm/km.

NIWELACJA TECHNICZNA - pomiary geodezyjne mające na celu wyznaczenie wysokości punktów terenowych i geodezyjnych względem przyjętego poziomu odniesienia, wykonywane z wykorzystaniem instrumentów geodezyjnych (niwelator, tachimetr, odbiornik GNSS) zapewniających dokładność wyznaczenia przewyższania w zakresie od 2 mm/km do 20 mm/km.

PAŃSTWOWY SYSTEM ODNIESIEN PRZESTRZENNYCH - jednolity dla całego kraju zbiór definicji i zasad umożliwiających precyzyjną i jednoznaczną lokalizację punktów na powierzchni Polski zdefiniowany poprzez: geodezyjny układ odniesienia określający geometryczne i geofizyczne parametry Ziemi (aktualnie PL-ETRF2000 oraz PL-ETRF89), układ wysokościowy (PL-KRON86-NH i PL-EVRF2007-NH) definiujący poziom odniesienia pomiarów wysokościowych oraz układy współrzędnych płaskich prostokątnych, w którym wyrażane jest położenie obiektów sytuacyjnych na płaszczyźnie mapy. W zależności od potrzeb, stosowane są następujące układy współrzędnych prostokątnych płaskich: PL-2000, PL-1992, PL-UTM, PL-LCC, PL-LAEA (Dz. U. 2017 poz. 2101, Dz. U. 2012 poz. 1247).

POMIAR I BADANIE TELEDETEKCYJNE - analizy jakościowe i ilościowe wykonane w oparciu o zdalnie pozyskane obrazy satelitarne i lotnicze. W ramach wytycznych obejmują wykorzystanie zakresu optycznego promieniowania elektromagnetycznego (promieniowanie widzialne, bliska i średnia podczerwień) oraz mikrofałe (pasmo radarowe). Pomiary i badania teledetekcyjne prowadzone są na obrazach wieloczasowych na etapie wstępnego rozpoznania obszaru inwestycji, celem wykrycia potencjalnych zmian podłoża zachodzących w przeszłości, celem wskazania miejsc potencjalnie nadmiernie zawilgoconych oraz zdobycia informacji o aktualnym pokryciu i użytkowaniu terenu.

POMIAR RTK GNSS - pomiary kinematyczne GNSS w czasie rzeczywistym dla których wykorzystywane są dane z pojedynczej stacji referencyjnej.

POMIAR RTN GNSS - pomiary kinematyczne GNSS czasu rzeczywistego dla których wykorzystywane są jednocześnie dane z wielu stacji referencyjnych.

POMIARY I BADANIA FOTOGRAMETRYCZNE - ogół czynności geodezyjnych prowadzonych w celu odtwarzania kształtów, rozmiarów i wzajemnego położenia obiektów w terenie na podstawie zdjęć fotogrametrycznych (fotogramów) pozyskanych w ramach obserwacji naziemnych lub lotniczych (w tym z poziomu bezzałogowych statków powietrznych).

POMIARY I BADANIA GEODEZYJNE - ogół czynności geodezyjnych prowadzonych w celu wyznaczenia położenia sytuacyjnego i wysokościowego określonych punktów lub elementów przestrzennych, a także wskazania położenia w terenie punktów projektowanych niezbędnych do realizacji projektu robót geologicznych. Pomiary i badania geodezyjne prowadzone są również w ramach monitoringu zachowania podłoża, terenów eksploatacji górniczej, obiektów inżynierskich lub osuwisk poprzez prowadzenie pomiarów przemieszczeń i odkształceń.

POZIOM ODNIESIENIA PL-EVRF2007-NH - geodezyjny układ wysokości normalnych, odniesiony do średniego poziomu Morza Północnego, wyznaczonego dla mareografu w Amsterdamie (Holandia).

POZIOM ODNIESIENIA PL-KRON86-NH - geodezyjny układ wysokości normalnych, odniesiony

do średniego poziomu Morza Bałtyckiego, wyznaczonego dla mareografu w Kronsztadzie koło Sankt Petersburga (Federacja Rosyjska).

PRACE GEODEZYJNE - (Dz. U. 2017 poz. 2101) to:

- projektowanie i wykonywanie pomiarów: geodezyjnych, grawimetrycznych, magnetycznych oraz astronomicznych,
- projektowanie i wykonywanie zobrazowań lotniczych oraz zobrazowań satelitarnych,
- obliczanie lub przetwarzanie wyników pomiarów, opracowań i zobrazowań,
- tworzenie zbiorów danych, ortofotomapy oraz dokumentacji geodezyjnej na potrzeby postępowań administracyjnych, postępowań sądowych oraz czynności cywilnoprawnych związanych z nieruchomościami, a także wykonywanie opracowań geodezyjno-kartograficznych na potrzeby budownictwa.

PRACE KARTOGRAFICZNE - wykonywanie map topograficznych, map ogólnogeograficznych oraz kartograficznych opracowań tematycznych i specjalnych (Dz. U. 2017 poz. 2101).

RÓŻNICOWY FAZOWY ODBIORNIK GNSS – odbiornik posiadający możliwość uwzględniania korekt różnicowych dla obserwacji sygnału satelitarnego w którym mierzona jest faza sygnału nośnego. Odbiornik taki pozwala realizować pomiary w trybie RTK lub RTN. Różnicowe fazowe odbiorniki GNSS zapewniają wyższą dokładność (przewidzianą dla typowych prac geodezyjnych) niż różnicowe kodowe odbiorniki GNSS.

RÓŻNICOWY KODOWY ODBIORNIK GNSS - odbiornik posiadający możliwość uwzględniania korekt różnicowych dla obserwacji kodów nakładanych na sygnał satelitarny (w tym odbiorniku **nie** jest mierzona faza sygnału nośnego). Odbiornik taki pozwala realizować pomiary w trybie DGPS. Pomiary różnicowym kodowym odbiornikiem GNSS znajdują zastosowanie przede wszystkim w nawigacji, turystyce oraz gromadzeniu danych dla systemów GIS. Różnicowy kodowy odbiornik GNSS **nie może** być używane w pracach dla których wymagane lub konieczne jest, ze względu na wymogi dokładnościowe, stosowanie różnicowych fazowych odbiorników GNSS.

SKALA - stosunek długości odcinka na mapie do długości poziomej odpowiadającego mu odcinka terenowego. Skalę przedstawiamy w postaci ułamka zwykłego 1:M, którego licznik oznacza jednostkę miary mapy, zaś mianownik liczbę tych samych jednostek w terenie. Skala jest tym większa im mniejszy jest jej mianownik (np. skala 1:500 jest większa od skali 1:10000). Z wielkością skali związana jest dokładność mapy. Oko ludzkie ocenia wielkości liniowe z dokładnością 0,1 mm, dlatego też długość w terenie odpowiadająca wielkości liniowej 0,1 mm na mapie nazywamy dokładnością danej skali. Skala jest jednym z podstawowych kryteriów podziału map. Z tego względu mapy dzielimy na: wielkoskalowe (skale 1:250-1:5000), średnioskalowe (skale 1:10000-1:50000) oraz małoskalowe (skale 1:100000 i mniejsze).

SKANOWANIE LASEROWE - metoda obrazowania powierzchni terenu, polegającą na pomiarze odległości między obiektem objętym pomiarem a urządzeniem (skanerem), zainstalowanym na statku powietrznym, pojeździe lądowym lub stanowisku stacjonarnym, emitującym i odbierającym impulsy laserowe odbite od tego obiektu, z jednoczesnym wyznaczaniem współrzędnych przestrzennych (X, Y, Z), określających położenie tego urządzenia w przestrzeni, oraz kierunku promienia laserowego w momencie wysłania impulsu. Metoda skanowania laserowego może być wykorzystywana, jako metoda do prowadzenia geodezyjnych wysokościowych pomiarów terenowych lub jako metoda do prowadzenia geodezyjnych sytuacyjnych i wysokościowych pomiarów fotogrametrycznych.

UKŁAD 1942 - państwowy układ współrzędnych wprowadzony w roku 1953 i oficjalnie obowiązujący do połowy lat 60.

UKŁAD 1965 - państwowy układ współrzędnych wprowadzony w roku 1968 i oficjalnie obowiązujący do końca 2009 r.

UKŁAD BOROWA GÓRA - układ współrzędnych płaskich wprowadzony przez Wojskowy Instytut Geograficzny w 1936 r. i obowiązujący do 1952 r.

UKŁAD GUGIK'80 - układ współrzędnych wprowadzony w 1980 r. dla potrzeb sporządzania map topograficznych w skalach 1:25 000 i mniejszych.

UKŁAD PL-1992 - układ współrzędnych wprowadzony w 2000 r., stosowany na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10 000 do 1:250 000.

UKŁAD PL-2000 - układ współrzędnych wprowadzony w 2000 r., stosowany na potrzeby wykonywania map wielkoskalowych (większych od 1:10 000), a w szczególności mapy ewidencyjnej i zasadniczej.

UKŁAD PL-LAEA - układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany dla potrzeb analiz przestrzennych i sprawozdawczych na poziomie ogólnoeuropejskim.

UKŁAD PL-LCC - układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany na potrzeby wydawania map w skali 1:500 000 i mniejszych.

UKŁAD PL-UTM - układ współrzędnych wprowadzony w 2012 r., stosowany na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10 000 do 1:250 000, wydawania map morskich oraz wydawania innych map przeznaczonych na potrzeby bezpieczeństwa i obronności państwa.

Załącznik 1.9 Terminologia dotycząca budownictwa

BUDOWA DROGI - wykonywanie połączenia drogowego między określonymi miejscami lub miejscowościami, a także jego odbudowę i rozbudowę (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

BUDOWNICTWO DROGOWE - część budownictwa komunikacyjnego, drogi kołowe wraz z dworcami, skrzyżowania dróg, mosty, obiekty ich zaplecza technicznego (http://zasoby.open.agh.edu.pl/~08tszymanski/data/podzial_budownictwa.html).

DROGA - budowla wraz z drogowymi obiektami inżynierskimi, urządzeniami oraz instalacjami, stanowiąca całość techniczno-użytkową, przeznaczoną do prowadzenia ruchu drogowego, zlokalizowana w pasie drogowym (Dz. U. 2017 poz. 2222).

DROGOWY OBIEKT INŻYNIERSKI (DOI) - obiekt mostowy, tunel, przepust i konstrukcja oporowa (Dz. U. 2017 poz. 2222).

INFRASTRUKTURA TECHNICZNA NIEZWIĄZANA Z DROGĄ - (Zarządzenie nr 17 GDDKiA) infrastruktura techniczna niezwiązana bezpośrednio z funkcjonowaniem drogi znajdująca się w pasie drogowym, do której należą w szczególności:

- linie elektroenergetyczne,
- linie telekomunikacyjne,
- przewody: kanalizacyjne (nie służące do odwodnienia drogi), gazowe, ciepłownicze i wodociągowe,
- urządzenia wodnych melioracji,
- urządzenia podziemne specjalnego przeznaczenia,
- ciągi transportowe.

INNE OBIEKTY - (Zarządzenie nr 17 GDDKiA) są to obiekty budowlane lub przeszkody naturalne nie zaliczane do obiektów drogowych i obiektów inżynierskich, takie jak:

- ciek i zbiorniki wodne wraz z urządzeniami regulacyjnymi, spiętrzającymi i zabezpieczającymi,

- obiekty transportu liniowego: linie kolejowe, metro i linie tramwajowe, itp. nadziemne i podziemne.

KATEGORIA GEOTECHNICZNA OBIEKTU BUDOWLANEGO - kategoria zagrożenia bezpieczeństwa obiektu wynikająca ze stopnia skomplikowania projektowanej konstrukcji, jej fundamentów i oddziaływań oraz warunków geotechnicznych, mająca wpływ na zaprogramowanie rodzaju i zakresu badań geotechnicznych, obliczeń projektowych i kontroli konstrukcji (PN-B-02479).

KONSTRUKCJA NAWIERZCHNI LUB NAWIERZCHNIA - zespół odpowiednio dobranych warstw, którego celem jest rozłożenie naprężeń od kół pojazdów na podłoże gruntowe nawierzchni oraz zapewnienie bezpieczeństwa i komfortu jazdy pojazdów. Konstrukcja nawierzchni spoczywa na podłożu budowlanym. Określenia „konstrukcja nawierzchni” i „nawierzchnia” są równoznaczne i mogą być stosowane wymiennie (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

KONSTRUKCJA OPOROWA - budowla przeznaczona do utrzymywania w stanie stateczności nasypu lub wykopu (Dz. U. 2017 poz. 2222).

KORYTARZ DROGOWY - pas terenu pod nowe zamierzenie drogowe z uwzględnieniem regionalnych i lokalnych uwarunkowań geograficznych, przyrodniczych i społecznych (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

NASYP - budowla ziemna ukształtowana z materiału gruntowego znajdująca się powyżej powierzchni terenu, powstała w wyniku robót budowlanych polegających na układaniu i zagęszczaniu kolejnych warstw materiału gruntowego/skalnego.

OBIEKT BUDOWLANY - budynek, budowla bądź obiekt małej architektury, wraz z instalacjami zapewniającymi możliwość użytkowania obiektu zgodnie z jego przeznaczeniem, wzniesiony z użyciem wyrobów budowlanych (Dz. U. 2017 poz. 1332).

OBIEKT LINIOWY - obiekt budowlany, którego charakterystycznym parametrem jest długość, w szczególności droga wraz ze zjazdami, linia kolejowa, wodociąg, kanał, gazociąg, ciepłociąg, rurociąg, linia i trakcja elektroenergetyczna, linia kablowa nadziemna i, umieszczona bezpośrednio w ziemi, podziemna, wał przeciwpowodziowy oraz kanalizacja kablowa, przy czym kable w niej zainstalowane nie stanowią obiektu budowlanego lub jego części ani urządzenia budowlanego (Dz. U. 2017 poz. 1332).

OBIEKT MOSTOWY - budowla przeznaczona do przeprowadzenia drogi, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszo-rowerowego, szlaku wędrowek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji nad przeszkodą terenową, w szczególności: most, wiadukt, estakada, kładka, półmost, przejście dla zwierząt, przejazd itd. (Dz. U. 2017 poz. 2222).

PAS DROGOWY - wydzielony liniami granicznymi grunt wraz z przestrzenią nad i pod jego powierzchnią, w którym są zlokalizowane droga oraz obiekty budowlane i urządzenia techniczne związane z prowadzeniem, zabezpieczeniem i obsługą ruchu, a także urządzenia związane z potrzebami zarządzania drogą (Dz. U. 2017 poz. 2222).

POZIOM NIWELETY ROBÓT ZIEMNYCH (Zarządzenie nr 17 GDDKiA):

- poziom górnej powierzchni gruntu nasypowego w nasypie, lub
- poziom górnej powierzchni gruntu rodzimego w wykopie, lub
- poziom górnej powierzchni warstwy ulepszanego podłoża, o ile taka warstwa występuje.

Poziom niwelety robót ziemnych pokrywa się ze spodem konstrukcji nawierzchni.

PROCES INWESTYCYJNY - całość działań zmierzających do realizacji inwestycji budowlanej, od ustalenia warunków zabudowy, przez oddanie obiektu do użytkowania, jego eksploatację i likwidację (https://www.paih.gov.pl/prawo/proces_budowlany, zmodyfikowany).

PRZEBUDOWA DROGI - wykonywanie robót, w których wyniku następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi, niewymagających zmiany granic pasa drogowego (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

PRZEPUST - budowla o przekroju poprzecznym zamkniętym, przeznaczona do przeprowadzenia cieków, szlaków wędrówek zwierząt dziko żyjących lub urządzeń technicznych przez nasyp drogi (Dz. U. 2017 poz. 2222).

REMONT DROGI - wykonywanie robót przywracających pierwotny stan drogi, także przy użyciu wyrobów budowlanych innych nieużyte w stanie pierwotnym (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

SKARPA - sztucznie ukształtowana i pochylona powierzchnia np. skarpa wykopu, skarpa nasypu.

TUNEL - budowla przeznaczona do przeprowadzenia drogi, samodzielnego ciągu pieszego lub pieszo-rowerowego, szlaku wędrówek zwierząt dziko żyjących lub innego rodzaju komunikacji przez przeszkodę terenową lub pod nią, w tym przejście podziemne (Dz. U. 2017 poz. 2222). Z uwagi na usytuowanie wysokościowe tunelu względem poziomu terenu oraz stosunek zagłębienia stropu (H) poniżej powierzchni terenu do dwukrotnej szerokości wyrobiska (B), tunele dzieli się na (Madryas C. i in., 2009):

TUNEL GŁĘBOKI - gdy stosunek $H/B \geq 5$,

TUNEL PŁYTKI - gdy stosunek $H/B < 5$.

UTRZYMANIE DROGI - wykonywanie robót konserwacyjnych, porządkowych i innych zmierzających do zwiększenia bezpieczeństwa i wygody ruchu, w tym także odśnieżanie i zwalczanie śliskości zimowej (Zarządzenie nr 17 GDDKiA).

WARIANT PRZEBIEGU PROJEKTOWANEJ DROGI - wydzielony liniami granicznymi teren wraz z przestrzenią nad i pod jego powierzchnią, w którym planuje się zlokalizować drogę oraz obiekty budowlane i urządzenia techniczne związane z prowadzeniem, zabezpieczeniem i obsługą ruchu, a także urządzenia związane z potrzebami zarządzania drogą (Dz. U. 2017 poz. 2222).

WYKOP - budowla ziemna ukształtowana w postaci sztucznie uformowanej otwartej przestrzeni poniżej powierzchni terenu, w wyniku robót budowlanych polegających na usunięciu z niej gruntu/skały.

WYPOSAŻENIE TECHNICZNE DRÓG - (Zarządzenie nr 17 GDDKiA) do wyposażenia technicznego dróg należą m.in.:

- urządzenia odwadniające oraz odprowadzające wodę (rowy odwadniające drogę, urządzenia ściekowe, urządzenia do powierzchniowego odwodnienia placu, urządzenia do wgłębnego odwodnienia drogi, kanalizacja deszczowa, inne urządzenia wg rozwiązań indywidualnych),
- urządzenia oświetleniowe,
- obiekty i urządzenia obsługi uczestników ruchu (w tym: MOP, punkty kontroli samochodów ciężarowych, MPO, zatoki postojowe, zatoki autobusowe, perony tramwajowe, pętle autobusowe, place do zawracania, mijanki, przejścia dla pieszych),
- obwody utrzymania,
- urządzenia techniczne drogi (w tym: bariery ochronne, osłony energochłonne, ogrodzenia, osłony przeciwoślńieniowe, osłony przeciwwietrzne, stałe przejazdy awaryjne, pasy technologiczne),
- urządzenia bezpieczeństwa i organizacji ruchu,
- ekrany akustyczne, przejścia dla zwierząt,
- urządzenia infrastruktury znajdujące się w pasie drogowym niezwiązane z drogą.

ZBOCZE - naturalnie ukształtowana i pochylona powierzchnia np.: zbocze doliny, zbocze góry.

Załącznik 1. 10 Terminologia dotycząca badań terenowych i laboratoryjnych

ARTEZYJSKIE ZWIERCIADŁO WÓD PODZIEMNYCH - określenie techniczne, zwierciadło wód podziemnych ustabilizowane powyżej powierzchni terenu wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m npt].

GLEBA - przypowierzchniowa strefa gruntu (zwietrzalej skały) przeobrażona działalnością roślin, drobnoustrojów, zwierząt i człowieka. Składa się m.in. ze składników mineralnych i humusu.

GRUNT SŁABY - grunt, co do którego zachodzi podejrzenie, że nie można na nim bezpośrednio posadzić budowli z uwagi na możliwość przekroczenia dopuszczalnych stanów granicznych użytkowości. Umownie przyjmuje się, że do gruntów słabych zalicza się: grunty organiczne (namuły, torfy, gytie), grunty spoiste w stanie gorszym niż plastyczny, grunty niespoiste w stanie luźnym, grunty antropogeniczne poza gruntami w nasypach budowlanych. Określany często, jako: grunt słabonośny, grunt nienadający się do posadowienia lub błędnie jako grunt nienośny.

HUMUS - substancje próchniczne nagromadzone w glebie wskutek obumierania i rozkładu szczątków roślin i zwierząt. Humus to składnik gleby.

HYDROWĘZEŁ - zespół składający się z otworu hydrogeologicznego pompowego (studni) i otworów obserwacyjnych (piezometrów) służących do przeprowadzenia pompowania badawczego (próbnego pompowania) (Kleczkowski A. i in., 1997).

KATEGORIA METODY POBIERANIA PRÓB GRUNTU/SKAŁY - klasyfikacja metod pobierania prób gruntu/skały z uwagi na klasę jakości (PN-EN 1997-2, PN-EN ISO 22475-1(E)).

KLASA JAKOŚCI (PRÓBY) - klasyfikacja, na podstawie której w laboratorium oszacowana jest jakość próby gruntu/skały (PN-EN 1997-2). Wyróżnia się pięć klas jakości prób gruntu i skał.

MASYW SKALNY - 1) skała in situ wraz z powierzchniami nieciągłości i strefami zwietrzalymi (PN-EN ISO 14689-1); 2) element strukturalny górotworu. Tworzy go zespół różnych złóż skalnych, uformowanych w wyniku różnorodnych procesów skałotwórczych i tektonicznych. W całości jest ośrodkiem in situ zawierającym powierzchnie uwarstwienia, fałdy, uskoki, pęknięcia i inne strukturalne cechy. Można przyjąć, że w przypadku prowadzenia działalności górniczej lub budowlanej na mniejszą skalę (działalność związana z budownictwem podziemnym) miejscem tej działalności będzie maszyw skalny (Tajduś A. i in., 2012).

NAWIERCONE ZWIERCIADŁO WÓD PODZIEMNYCH - określenie techniczne, głębokość na której natrafiono w otworze wiertniczym na zwierciadło wód podziemnych wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m].

OTWÓR WIERTNICZY - otwór określonej średnicy i głębokości wykonany w dowolnych utworach geologicznych z zastosowaniem wiercenia.

PIEZOMETR (OTWÓR OBSERWACYJNY) – urządzenie, w hydrogeologii najczęściej małosrednicowy otwór, służące do pomiaru wysokości ciśnienia piezometrycznego w określonym punkcie warstwy wodonośnej (a tym samym wysokości hydraulicznej). Pomiar polega bądź na pomiarze ciśnienia p i przeliczeniu go na wysokość ciśnienia p/γ jako składowej wysokości hydraulicznej, bądź na bezpośrednim pomiarze wysokości hydraulicznej (a więc rzędnej zwierciadła), jeśli dotyczy to zwykłych, niezmineralizowanych wód podziemnych. (Kleczkowski, Rózkowski [red], 1997. Słownik Hydrogeologiczny).

POBIERANIE PRÓB GRUNTU/SKAŁY - wydobywanie prób gruntu/skały z otworu wiertniczego za pomocą wiercenia.

POLETKO BADAWCZE - fragment obszaru badań przeznaczony do badań podłoża budowlanego w celach doświadczalnych np.: wyznaczenie korelacji wyników badań i wartości wyprowadzonych.

POMIARY I BADANIA HYDROGEOLOGICZNE - badania terenowe i laboratoryjne, które umożliwiają charakterystykę warunków hydrogeologicznych w formie map, przekrojów, tabel i opisu tekstowego.

PRÓBA - porcja gruntu albo fragment skały pobrana z podłoża budowlanego przy zastosowaniu odpowiednich technik pobierania (PN-EN 1997-2).

PRÓBKA - część próby gruntu lub skały używana w badaniach (testach) laboratoryjnych (PN-EN 1997-2).

PRÓBNE POMPOWANIE (pompowanie badawcze) - pompowanie w studni (otworze hydrogeologicznym pompowym) w hydrowężle z obserwacjami wydatków w studni i stanów w piezometrach (otworach obserwacyjnych).

PUNKT DOKUMENTACYJNY - miejsce, w którym dokonuje się bezpośrednich obserwacji, pomiarów i badań, charakteryzujących podłoże budowlane np.: obserwacja powierzchniowa, węzeł badawczy, wiercenie, sondowanie, szurf, szybik, wykop, wyrobisko, odsłonięcie, odkrywka, piezometr, studnia, źródło, wysięk, miejsca przeprowadzenia badań geofizycznych itp.

SĄCZENIE - określenie techniczne, głębokość na której natrafiono w otworze wiertniczym na zwierciadło wód podziemnych, które nie wykazuje zmian w położeniu wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m], poniżej którego występuje warstwa słabo przepuszczalna lub nieprzepuszczalna.

SWOBODNE ZWIERCIADŁO WÓD PODZIEMNYCH - określenie techniczne, głębokość na której natrafiono w otworze wiertniczym na zwierciadło wód podziemnych, które nie wykazuje zmian w położeniu wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m]. Szczególnym przypadkiem jest sączenie.

SZYBIK - wykop o pionowych lub bardzo stromych ścianach, o głębokości większej niż 5 m wykonany w celu określenia warunków gruntowych in situ, pozyskania próbek lub przeprowadzenia badań.

USTABILIZOWANE ZWIERCIADŁO WÓD PODZIEMNYCH - określenie techniczne, głębokość na którą wzniosło się i nie zmieniło swojego położenia zwierciadło wód podziemnych stwierdzone w otworze wiertniczym wyrażone w [m n. p. m.] lub w [m].

WĘZEŁ BADAWCZY - to punkt dokumentacyjny, który składa się z minimum jednego wiercenia i jednego sondowania.

WIERCENIE - 1) drążenie w podłożu budowlanym otworu cylindrycznego (otwór wiertniczy) za pomocą różnych technik wiertniczych. Z uwagi na techniki wiertnicze wyróżnia się wiercenia: mechaniczne, ręczne, udarowe, obrotowe (rotacyjne), okrętne, wibracyjne, suche, płuczkowe, rdzeniowe, kierunkowe. Z uwagi na cel, wiercenia dzielimy na: wiercenia geologiczno-inżynierskie, wiercenia geotechniczne, wiercenia hydrogeologiczne, wiercenia złożowe, wiercenia środowiskowe, wiercenia kartograficzne itp. Wiercenie wykonuje się na potrzeby opracowania modelu geologicznego; 2) proces, podczas którego wykonywany jest otwór wiertniczy w dowolnych utworach geologicznych, realizowany metodą obrotową, obrotowo-udarową, udarową lub wrzutową w dowolnym założonym kierunku w stosunku do urządzenia wiertniczego.

WIERCENIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE – wiercenie wykonywane na potrzeby badań geologiczno-inżynierskich.

WIERCENIE GEOTECHNICZNE - wiercenie wykonywane na potrzeby badań geotechnicznych.

WIERCENIE HYDROGEOLOGICZNE - wiercenie wykonywane na potrzeby badań hydrogeologicznych.

WIERCENIE MAŁOŚREDNICOWE - wiercenie w gruncie o średnicy większej niż 30 mm i mniejszej niż 80 mm.

WYKOP BADAWCZY - wykop wykonany w celu określenia warunków gruntowych in situ,

pozyskania próbek lub przeprowadzenia badań.

ZWIETRZELINA (POKRYWA ZWIETRZELINOWA) - produkt procesów wietrzeniowych określany, jako strefa zmian wietrzeniowych, charakteryzująca się osłabieniem zwięzłości skały, zmianą jej barwy i przeobrażeniami tekstury (Migoń, 2009).

Załącznik 1.11 Terminologia dotycząca graficznego przedstawiania wyników badań podłoża

KARTA OBSERWACJI TERENOWYCH - przedstawia w sposób graficzny, opisowy i tabelaryczny, w odpowiedniej, czytelnej skali wyniki obserwacji terenowych. Zaleca się, żeby karta obserwacji terenowych posiadała także ogólne informacje o lokalizacji, inwestorze, wykonawcy i rodzaju wiercenia.

KARTA SONDOWANIA - przedstawia w sposób graficzny i opisowy, w odpowiedniej, czytelnej skali profile pionowe sondowań wraz z wynikami pomiarów oraz ich interpretacją, litologią, nazwą sondowania, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania sondowania. Zaleca się, żeby karta sondowania posiadała także ogólne informacje o lokalizacji sondowania (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy i rodzaju sondowania.

KARTA WIERCENIA - przedstawia w odpowiedniej, czytelnej skali profile pionowe odwierconych gruntów i skał wraz z ich litologią, stratygrafią, genezą, poziomem nawierconych i ustalonych zwierciadeł wód podziemnych, nazwą otworu, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania wiercenia. Zaleca się, żeby karta otworu posiadała także ogólne informacje o lokalizacji wiercenia (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy i rodzaju (techniki) wiercenia.

KARTA WYNIKÓW BADAŃ LABORATORYJNYCH - przedstawia w sposób graficzny, opisowy i tabelaryczny, w odpowiedniej, czytelnej skali pomiary i wyniki badań laboratoryjnych oraz ich interpretację. Zaleca się, żeby karta wyników badań laboratoryjnych posiadała także ogólne informacje o lokalizacji, inwestorze, wykonawcy, powołanie na normę/procedurę badawczą i jej punkt, według którego badanie zostało wykonane, imiona i nazwiska osób wykonujących badanie, datę wykonania.

KARTA WYNIKÓW BADAŃ TERENOWYCH - przedstawia w odpowiedniej, czytelnej skali wyniki badań terenowych wraz z ich rodzajem, nazwą punktu dokumentacyjnego, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania. Zaleca się, żeby karta badań posiadała także ogólne informacje o lokalizacji badań (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy i rodzaju wiercenia.

MAPA - odwzorowany na płaszczyźnie obraz powierzchni Ziemi przedstawiony w pomniejszeniu w sposób umowny, a jednocześnie matematycznie określony, na którym za pomocą ustalonego katalogu znaków oddaje się wybraną treść. Mapa jest podstawowym źródłem informacji dotyczącej przestrzennego rozmieszczenia przedmiotów i zjawisk występujących w terenie. Podstawowym kryterium klasyfikacji map jest ich treść (z tego względu mapy dzieli się na ogólnogeograficzne oraz tematyczne). Standardowymi mapami, tworzonymi na podstawie odpowiednich zbiorów danych zawartych w bazach danych, są (Dz. U. 2017 poz. 2101): mapy ewidencyjne w skalach: 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000; mapy zasadnicze w skalach: 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000; mapy topograficzne w skalach: 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000; mapy ogólnogeograficzne w skalach: 1:250 000, 1:500 000, 1:1 000 000.

MAPA DO CELÓW PROJEKTOWYCH - opracowanie kartograficzne niezbędne do wykonania projektu budowlanego, na bazie, którego wykonywany jest projekt zagospodarowania działki lub terenu. Sporządzana jest na kopii aktualnej mapy zasadniczej lub na mapie jednostkowej przyjętej do PZGiK. Ponadto zawiera informacje o liniach rozgraniczających tereny o różnym

przeznaczeniu, linie zabudowy oraz osie ulic, dróg itp. (jeżeli zostały ustalone w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego lub w decyzji o ustaleniu warunków zabudowy i zagospodarowania terenu), usytuowaniu zieleni wysokiej ze wskazaniem pomników przyrody, służebnościach gruntowych oraz o obiektach i szczegółach wskazanych przez projektanta potrzebnych do wykonania projektu. Obejmuje swym zakresem teren planowanej inwestycji oraz obszar otaczający ten teren w pasie, co najmniej 30 m (Dz. U. 1995 nr 25 poz. 133 oraz Dz. U. 2011 nr 263 poz. 1572).

MAPA DOKUMENTACYJNA - mapa przedstawiająca lokalizację i rodzaj poszczególnych badań (wiercenia, sondowania, odślonięcia, geofizyka itd.), przebieg wykonanych na ich podstawie przekrojów geologicznych oraz inne elementy istotne ze względu na charakter inwestycji drogowej.

MAPA EWIDENCYJNA - standardowe opracowanie kartograficzne sporządzane w skalach 1:500, 1:1000, 1:2000 oraz 1:5000 tworzonych na podstawie zbiorów danych zawartych w bazie danych ewidencji gruntów i budynków. Treścią mapy ewidencyjnej są granice działek ewidencyjnych (jak również państwa, jednostek podziału terytorialnego państwa, jednostek ewidencyjnych oraz obrębów), punkty graniczne, kontury użytków gruntowych oraz klas bonitacyjnych oraz obrysy budynków. Mapy te wykonuje się w kroju arkuszowym, którego schemat podziału jest indywidualnie dobrany dla każdego obrębu ewidencyjnego.

MAPA GEOLOGICZNA - opracowanie kartograficzne zaliczane do klasy map tematycznych (grupy map fizjograficznych). Przedstawia budowę geologiczną danego terenu, a więc obszary występowania poszczególnych typów utworów geologicznych, kierunki nachylenia warstw skalnych, przebieg uskoków itp. Powstaje poprzez zrzutowanie pionowe na podkład mapowy granic geologicznych, może być wykonana na wybranej głębokości (na cięciu). Podkładem jest mapa sytuacyjno-wysokościowa powstała na bazie materiałów z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (mapy topograficzne, mapy zasadnicze i inne). Ze względu na skalę mapy geologiczne dzielimy na: ogólne (1:1000000 i poniżej), przeglądowe (1:100000 - 1:500000), szczegółowe (1:10000 - 1:50000) oraz plany geologiczne (1:5000 i powyżej). Wydzielenia geologiczne oznaczane są odpowiednimi kolorami, najczęściej kolory te odzwierciedlają wiek skał. Jednakże stosuje się szereg innych, specjalnych map, w których kolor ma inne znaczenie. Przykładem jest mapa złożowa, geologiczno-inżynierska, hydrogeologiczna, geośrodowiskowa, geofizyczna itp.

MAPA GEOMORFOLOGICZNA - przedstawiająca rozmieszczenie i zasięg form rzeźby terenu, ich pochodzenie i wiek. Zwykle są to opracowania drobnoskalowe w skalach mniejszych niż 1:50 000.

MAPA GLEBOWO-ROLNICZA - mapa zawierająca klasy gleby, kompleksy przydatności rolniczej gleb.

MAPA HYDROGEOLOGICZNA - mapa przedstawiająca w nawiązaniu do morfologii, hydrografii i litologii warunki występowania i rozprzestrzeniania wód podziemnych oraz ich dynamiki, właściwości fizykochemicznych i jakości. W zależności od potrzeb, może być wykonana w dwóch wersjach, tj. mapy głębokości występowania wód podziemnych (mapa hydroizobat) lub mapy hydroizohips.

MAPA LOKALIZACYJNA - mapa w skali obejmującej cały obszar badań w razie potrzeb rejon i region, przedstawiająca m.in. lokalizację terenu inwestycji drogowej, jego sąsiedztwo, granice administracyjne i lokalizację względem dróg, miejscowości i hydrografii.

MAPA OSIADANIA TERENU - mapa przedstawiająca przestrzenny zasięg i wielkość historycznych, pomierzonych lub prognozowanych osiadań terenu.

MAPA ROZKŁADU WILGOTNOŚCI PODŁOŻA BUDOWLANEGO - mapa przedstawiająca rozkład przestrzenny wilgotności powierzchniowej warstwy gruntu/gleby.

MAPA SYTUACYJNO-WYSOKOŚCIOWA - opracowanie kartograficzne na treść, którego składa się rozmieszczenie elementów terenowych znajdujących się na powierzchni Ziemi oraz wybranych charakterystycznych elementów związanych z formami rzeźby terenu, stanem wód powierzchniowych, a także zagospodarowaniem. Na mapie tej oprócz treści przedmiotowej umieszcza się rysunek warstwiczny oraz punktową charakterystykę wysokości wybranych elementów terenu. Mapy te powinny być wykonywane w odwzorowaniu równokątnym, zaś treść należy pozyskiwać za pomocą pomiarów sytuacyjno-wysokościowych w oparciu o osnowę geodezyjną w państwowym układzie współrzędnych płaskich.

MAPA TEMATYCZNA - opracowanie kartograficzne eksponujące kilka wybranych elementów treści ogólnogeograficznej, bądź określone zagadnienie społeczno-gospodarcze lub przyrodnicze. Przykładowymi mapami tematycznymi są mapy: sozologiczne, hydrologiczne czy też glebowo-rolnicze.

MAPA TOPOGRAFICZNA - 1) opracowanie kartograficzne o treści przedstawiającej elementy środowiska geograficznego powierzchni Ziemi i ich przestrzenne związki (Dz. U. 2017 poz. 2101); 2) standardowe opracowanie kartograficzne sporządzane w skalach 1:10000, 1:25000 oraz 1:50000 tworzone na podstawie zbiorów danych zawartych w bazach o których mowa w art. 4 ust 1a oraz 1b ustawy Prawo geodezyjne i kartograficzne. Przedstawia w jednolitej konwencji umownych znaków i szczegółowych opisów wybrane elementy środowiska geograficznego powierzchni Ziemi (m.in. rzeźbę terenu, hydrografię, komunikację, osadnictwo, szatę roślinną itp. oraz niektóre zjawiska fizyczne, infrastrukturę i toponomastykę) i ich przestrzenne związki. Charakteryzuje się odrębną konstrukcją matematyczno-kartograficzną, posiada siatkę kilometrową, zunifikowaną szatę graficzną i objaśnienia pozaramkowe oraz jednolity krój arkuszy w danej serii (każdy arkusz w układzie sekcyjnym posiada godło pozwalające na ustalenie skali i jego lokalizację w określonym układzie współrzędnych). Mapy topograficzne ze względu na stopień szczegółowości dzielą się na: wielkoskalowe (skale 1:5000 i 1:10000), średnioskalowe (skale 1:25000 i 1:50000) oraz małoskalowe (skale 1:100000, 1:200000 i 1:500000). Stanowią ważny materiał kartograficzny dla opracowań średnioskalowych map społeczno-gospodarczych i przyrodniczych (m.in. map geologicznych). Dzięki zachowaniu związków przestrzennych między obiektami terenowymi przedstawionymi na mapie, możliwe jest ustalenie odległości między nimi oraz odczytanie pozycji punktu w układzie współrzędnych geograficznych lub w państwowym układzie współrzędnych płaskich na podstawie siatki kilometrowej.

MAPA UŻYTKOWANIA I POKRYCIA TERENU - mapa przedstawiająca typy pokrycia naturalnego oraz użytkowania ziemi.

MAPA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH - syntetyczna mapa wykonana w oparciu o inne mapy i dane analityczne przedstawiająca sumę istotnych elementów niezbędnych dla charakterystyki geologiczno-inżynierskiej terenu, wykonana w oparciu o wydzielenia litologiczne na określonej lub ustalonej głębokości (charakterze wykształcenia gruntów i skał, ich cech chemicznych, fizycznych i mechanicznych), dane hydrogeologiczne oraz wszystkie podstawowe czynniki odzwierciedlające warunki geologiczno-inżynierskie i związane z nimi problemy (na przykład: wywierzyśka, elementy tektoniczne, spadki terenu, szkody górnicze, tereny chronione i wiele innych), mapa może być wykonana w dwóch wersjach: jako mapa warunków geologiczno-inżynierskich (przedstawia warunki geologiczno-inżynierskie) lub mapa rejonizacji geologiczno-inżynierskiej (przedstawia ocenę warunków geologiczno-inżynierskich).

MAPA ZAGOSPODAROWANIA TERENU - mapa przedstawiająca historyczny, aktualny lub planowany rodzaj zagospodarowania terenu.

MAPA ZASADNICZA - 1) wielkoskalowe opracowanie kartograficzne, zawierające informacje o przestrzennym usytuowaniu: punktów osnowy geodezyjnej, działek ewidencyjnych, budynków, konturów użytków gruntowych, konturów klasyfikacyjnych, sieci uzbrojenia terenu, budowli i urządzeń budowlanych oraz innych obiektów topograficznych, a także wybrane informacje opisowe dotyczące tych obiektów (Dz. U. 2017 poz. 2101); 2) wielkoskalowe opracowanie kartograficzne zaliczane do klasy map tematycznych (grupy map gospodarczych). Zawiera informacje o przestrzennym usytuowaniu: punktów osnowy geodezyjnej, działek ewidencyjnych, budynków, konturów użytków gruntowych, konturów klasyfikacyjnych, sieci uzbrojenia terenu, budowli i urządzeń budowlanych oraz innych obiektów topograficznych, a także wybrane informacje opisowe dotyczące tych obiektów. Mapę zasadniczą tworzy się na podstawie odpowiednich zbiorów danych za pomocą systemów teleinformatycznych pozwalających na wykonanie zobrazowania kartograficznego w skalach bazowych 1:500, 1:1000, 1:2000 oraz 1:5000. Zbiory danych to: bazy danych PRPOG, EGİB, GESUT, PRG, BDSOG oraz BDOT500. Mapa prowadzona jest w obowiązującym Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych, zaś jej treść pozyskiwana jest na podstawie pomiarów sytuacyjno-wysokościowych wykonanych w oparciu o państwową osnowę geodezyjną i przyjętych do Państwowego Zasobu Geodezyjno-Kartograficznego. Mapa ta jest podstawowym dokumentem PZGK. Jest także najważniejszym materiałem kartograficznym stosowanym w gospodarce narodowej i materiałem źródłowym do sporządzania innych map pochodnych i tematycznych, jak również do aktualizacji mapy topograficznej.

MAPA ZASIĘGU GRUNTÓW ORGANICZNYCH - mapa przedstawiająca przestrzenny zasięg i miąższość gruntów organicznych.

MAPA ZJAWISK I PROCESÓW GEOLOGICZNYCH, GEODYNAMICZNYCH I ANTROPOGENICZNYCH - mapa obrazująca rozprzestrzenienie oraz rodzaj zjawisk i procesów naturalnych (np.: osuwiska, osiadanie zapadowe, kras, ekspansywność, podtopienia) lub wynikających z działalności człowieka (np.: szkody górnicze, szkody budowlane, drgania komunikacyjne, leje depresji) mogących mieć wpływ na inwestycję drogową.

MAPY GŁĘBOKOŚCI I/LUB MIĄŻSZOŚCI GRUNTÓW PROBLEMATYCZNYCH (ekspansywnych, zapadowych, luźnych, skrasowiałych itp.) - mapa przedstawiająca morfologię i głębokość położenia stropu i/lub miąższość gruntów problematycznych mogących stanowić problem dla inwestycji drogowej.

MAPY WYSTĘPOWANIA SUROWCÓW BUDOWLANYCH - mapa przedstawiająca położenie, rodzaj i zasoby złóż kopalin (piasek, kruszywo, grunty spoiste) przydatnych do realizacji inwestycji budowlanych, mapa ta może także zawierać prognozę możliwości wydobycia surowców. Podstawą wykonania mapy są: Bilans zasobów kopalin i wód w Polsce ...” - wydawany co roku przez PIG-PIB, dostępny w formie .pdf, .wfm, dokumentacje geologiczno-inżynierskie zgromadzone w Centralnym Archiwum Geologicznym lub w archiwach administracji geologicznej, pakiety informacyjne dla złóż surowców miejscowych zlokalizowanych w pobliżu projektowanej autostrady A-4 w podziale na województwa, Geologiczno-Inżynierskie Konsorcjum Budowy Autostrad Sp. z o. o., strony internetowe w tym: System Gospodarki i Ochrony Bogactw Mineralnych MIDAS, <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/MIDASGIS/start>, witryna Surowce mineralne Polski <http://geoportal.pgi.gov.pl/surowce>, Centralna Ewidencja i Informacja o Działalności Gospodarczej CEIDG <https://prod.ceidg.gov.pl/ceidg.cms.engine/>, strony internetowe właścicieli złóż, kopalń, Urzędy Gmin, w których znajduje się informacja o udzielonych koncesjach na poszukiwanie i rozpoznanie kopalin lub wydobywanie kopalin ze złóż, wywiad środowiskowy i wizja lokalna.

NUMERYCZNY MODEL POKRYCIA TERENU (NMPT) - cyfrowa reprezentacja rzeźby terenu

oraz obiektów znajdujących się na niej (budynków, roślinności, innych zdefiniowanych obiektów).

NUMERYCZNY MODEL TERENU (NMT) - numeryczna reprezentacja powierzchni terenu wraz z algorytmem interpolującym umożliwiającą określenie wysokości dowolnego punktu o znanych współrzędnych sytuacyjnych, odtworzenie kształtu powierzchni terenu a także określenie wielkości pochodnych do kształtu (spadku, krzywizny, ekspozycji).

ORTOFOTOMAPA - rastrowy, kartometryczny obraz terenu powstały w wyniku ortogonalnego przetworzenia zdjęć lotniczych lub scen satelitarnych.

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNO-GEOLOGICZNY - przekrój przedstawiający wyniki interpretacji badań geofizycznych z uwzględnieniem badań geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, hydrogeologicznych oraz relacji litologia - parametry geofizyczne określonej na podstawie badań ilościowych.

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNY - przekrój 2D przedstawiający wyniki badań geofizycznych; (może mieć charakter jakościowy lub ilościowy) odzwierciedlający zmienność budowy ośrodka geologicznego w oparciu o zróżnicowane właściwości fizycznych tego ośrodka. W pewnych przypadkach na jednym przekroju mogą być przedstawione wyniki badań kilku metod geofizycznych.

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI - przekrój geologiczny obrazujący na tle morfologii terenu oraz niwelety drogi układ warstw gruntów i zwierciadła wody podziemnej, czyli interpretację budowy podłoża budowlanego na podstawie przeprowadzonych lub archiwalnych badań terenowych i laboratoryjnych. Przekroje powinny posiadać zapewniającą czytelność, odpowiednie przewyższenie skali pionowej w stosunku do poziomej (zalecane przewyższenie 1:10 dla pasa drogowego, 1:1 dla obiektów mostowych, w przypadku obiektów mostowych długich dopuszcza się odstępstwa), powinny przebiegać przez możliwie jak największą liczbę wydzielonych jednostek o różnych warunkach geologiczno-inżynierskich i powinny prezentować lokalizację punktów dokumentacyjnych wraz z ich rzędną, głębokością i odpowiednio opisanym profilem pionowym (litologia, stany gruntów, zwierciadło wody itd.).

PRZEKRÓJ GEOLOGICZNY - graficzne przedstawienie budowy geologicznej danego terenu wzdłuż zadanej płaszczyzny pionowej. Obrazuje następstwa wydzielonych warstw oraz ich wzajemne stosunki w oparciu o interpretację danych geologicznych zaobserwowanych bezpośrednio (np. wiercenia) oraz informacje uzyskane pośrednio (głównie badaniami geofizycznymi) wprost na płaszczyźnie przecięcia lub w jej bliskim sąsiedztwie.

PRZEKRÓJ GEOTECHNICZNY - graficzne przedstawienie warunków geotechnicznych w podłożu obiektu budowlanego/budowli wzdłuż zadanej płaszczyzny pionowej, wykonany w odpowiedniej skali, zinterpretowany na podstawie wyników badań geotechnicznych oraz danych archiwalnych, zawiera dane dotyczące poziomu posadowienia obiektu budowlanego.

PRZEKRÓJ HYDROGEOLOGICZNY - przekrój geologiczny przedstawiający warunki hydrogeologiczne, wykonany w odpowiedniej skali, zinterpretowany na podstawie wierceń i danych z piezometrów oraz danych archiwalnych.

Załącznik 1.12 Terminologia dotycząca dokumentów odnoszących się do badań podłoża

DODATEK DO DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEJ (dDGI) - opracowanie sporządzane w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dodatek do Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (poza elementami wymaganymi w przypadku dokumentacji geologiczno-inżynierskiej) obejmuje

opis przyczyn wykonania dodatku, zakres i wyniki wykonanych prac geologicznych i robót geologicznych oraz opis zmian w stosunku do danych przedstawionych w zatwierdzonej dokumentacji. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dodatku do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dodatek do Dokumentacji należy opracować, gdy: w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej lub przyjętej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej; Wykonawca uzna za konieczne rozpoznanie podłoża na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej; zaprojektowane rozwiązania techniczne nie będą zgodne z rozwiązaniami przyjętymi w Koncepcji Programowej/STEŚ-R lub wykraczać będą poza zakres rozpoznania zrealizowanego na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej; w każdym innym przypadku, gdy wymóg jego sporządzenia wynikać będzie z obowiązujących przepisów. Dodatek podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

DODATEK DO DOKUMENTACJI HYDROGEOLOGICZNEJ (dDH) - opracowanie sporządzane w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej lub przyjętej Dokumentacji hydrogeologicznej. Dodatek do Dokumentacji hydrogeologicznej (poza elementami wymaganymi w przypadku dokumentacji geologiczno-inżynierskiej) obejmuje opis przyczyn wykonania dodatku, zakres i wyniki wykonanych prac geologicznych i robót geologicznych oraz opis zmian w stosunku do danych przedstawionych w zatwierdzonej dokumentacji. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dokumentacji hydrogeologicznej zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dodatek do Dokumentacji należy opracować, gdy: w ramach badań geotechnicznych lub geologiczno-inżynierskich stwierdzone zostaną warunki hydrogeologiczne odmiennie od wskazanych w zatwierdzonej lub przyjętej Dokumentacji hydrogeologicznej; Wykonawca uzna za konieczne rozpoznanie warunków hydrogeologicznych w zakresie szerszym, niż przedstawiono to w zatwierdzonej lub przyjętej Dokumentacji hydrogeologicznej; zaprojektowane rozwiązania techniczne nie będą zgodne z rozwiązaniami przyjętymi w Koncepcji Programowej/STEŚ-R, wykraczać będą poza zakres zrealizowanego rozpoznania, a ich zastosowanie będzie mogło potencjalnie negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie; w każdym innym przypadku, gdy wymóg jego sporządzenia wynikać będzie z obowiązujących przepisów. Dodatek podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne.

DODATEK DO PROJEKTU ROBÓT GEOLOGICZNYCH (dPRG) - dokument, który stanowi podstawę wykonania kolejnego etapu robót geologicznych. Zawiera podsumowanie wyników robót geologicznych uzyskanych w poprzednim etapie oraz szczegółowe określenie rodzaju, zakresu i harmonogramu robót geologicznych, które mają być prowadzone w kolejnym etapie. Zawartość dodatku do projektu robót geologicznych określa rozporządzenie Ministra Środowiska (Dz. U. 2011 nr 288 poz. 1696, Dz. U. 2015 poz. 964). Dodatek do projektu robót geologicznych podlega procedurze administracyjnej (zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej) w efekcie której uzyskuje się decyzję oraz archiwizacji przez odpowiednie archiwa (powiatowe lub wojewódzkie). Jest wymagany do wykonania robót geologicznych na potrzeby opracowania dodatku do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA (DBP, GIR - GROUND INVESTIGATION REPORT wg PN-EN 1997-2) - forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Dokument, który zawiera wyniki badań polowych i laboratoryjnych, założenia poczynione w czasie interpretacji wyników badań, zestawienie mierzonych i wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych, szczegółowy opis wydzielonych warstw, model geologiczny, geotechniczną ocenę danych, oraz zalecenia dotyczące dalszych prac terenowych i laboratoryjnych, jeśli są potrzebne. Do sporządzenia dokumentacji wykorzystuje się sprawozdania z poszczególnych badań polowych i laboratoryjnych. Ocena danych geotechnicznych określa stan faktyczny wyników badań, w tym braki i niekorzystne wyniki, które uwzględnia się przy projektowaniu obiektu budowlanego. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dokumentacji badań podłoża określa rozporządzenie w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz.U. 2012 poz. 463) oraz norma PN-EN 1997-2. Dokumentacja badań podłoża powinna być poprzedzona programem badań, co określa norma PN-EN 1997-2. Dokumentacja badań podłoża nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej oraz archiwizacji.

DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA (DGI) - dokument, który ma charakter syntezy obejmującej wszystkie zebrane, zinterpretowane i ocenione wyniki badań oraz zebrane i przeanalizowane informacje o terenie inwestycji i terenach sąsiadujących. Zgodnie z ustawą prawo geologiczne i górnicze dokumentacja geologiczno-inżynierska szczegółowo określa budowę geologiczną, warunki geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne podłoża budowlanego oraz przydatność badanego obszaru do realizacji zamierzonej inwestycji. W przypadku, jeżeli dla inwestycji nie ma obowiązku sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, dokumentacja zawiera także informację o zagrożeniach zmian w środowisku, jakie mogą powstać na skutek realizacji, funkcjonowania i likwidacji inwestycji. Dokumentację geologiczno-inżynierską sporządza się w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby m.in.: posadawiania obiektów budowlanych oraz posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dokumentacja geologiczno-inżynierska podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne. Dokumentacja geologiczno-inżynierska, jeżeli planowane są prace terenowe, poprzedzona jest wykonaniem projektu robót geologicznych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2011 nr 288 poz. 1696, Dz. U. 2015 poz. 964). Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz.463) dokumentację geologiczno-inżynierską opracowuje się w przypadku obiektów budowlanych zaliczonych do trzeciej kategorii geotechnicznej oraz do drugiej kategorii geotechnicznej w złożonych warunkach gruntowych. Dokumentacja może podlegać aktualizacji i uzupełnieniu na kolejnych etapach prac projektowych - w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej lub przyjętej DGI, zgodnie z obowiązującymi przepisami sporządza się Dodatek do Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

DOKUMENTACJA HYDROGEOLOGICZNA (DH) - dokument, który ma charakter syntezy obejmującej wszystkie zebrane, przetworzone, zinterpretowane, przeanalizowane i ocenione

wyniki badań oraz zebrane i przeanalizowane informacje o terenie inwestycji i terenach sąsiadujących. Zgodnie z ustawą prawo geologiczne i górnicze dokumentacja hydrogeologiczna szczegółowo określa budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne badanego obszaru, warunki występowania wód podziemnych, w tym charakterystykę warstw wodonośnych określonych poziomów, podaje informacje przedstawiające skład chemiczny, cechy fizyczne oraz inne właściwości wód podziemnych, przedsięwzięcia niezbędna do ochrony środowiska, w tym dotyczące nieruchomości gruntowych, związane z działalnością, na potrzeby której jest sporządzana dokumentacja. Dokumentację hydrogeologiczną sporządza się w celu określenia warunków hydrogeologicznych m.in.: w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie. Szczegółowe wymagania dotyczące zawartości dokumentacji hydrogeologicznej zostały określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dokumentacja hydrogeologiczna podlega zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej oraz archiwizacji przez archiwa powiatowe lub wojewódzkie oraz przez Narodowe Archiwum Geologiczne. Dokumentacja hydrogeologiczna, jeżeli planowane są prace terenowe, poprzedzona jest wykonaniem projektu robót geologicznych zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji. Dokumentacja hydrogeologiczna powinna obejmować wszystkie rozpatrywane warianty inwestycji i dostarczyć dane niezbędne do opracowania raportu oddziaływania na środowisko. Dokumentacja może podlegać aktualizacji i uzupełnieniu na kolejnych etapach prac projektowych - w przypadku konieczności uzupełnienia lub wprowadzenia zmian w zatwierdzonej DH, zgodnie z obowiązującymi przepisami sporządza się dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej.

GEOTECHNICZNE WARUNKI POSADOWIENIA OBIEKTÓW BUDOWLANYCH - zakres czynności polegających na: zaliczeniu obiektu budowlanego do odpowiedniej kategorii geotechnicznej; zaprojektowaniu odwodnienia budowlanych; przygotowaniu oceny przydatności gruntów stosowanych w budowlach ziemnych; zaprojektowaniu barier lub ekranów uszczelniających; określeniu nośności, przemieszczeń i ogólnej stateczności podłoża budowlanego; ustaleniu wzajemnego oddziaływania obiektu budowlanego i podłoża budowlanego w różnych fazach budowy i eksploatacji, a także wzajemnego oddziaływania obiektu budowlanego z obiektami sąsiadującymi; ocenie stateczności zboczy, skarp wykopów i nasypów; wyborze metody wzmacniania podłoża budowlanego i stabilizacji zboczy, skarp wykopów i nasypów; ocenie wzajemnego oddziaływania wód gruntowych i obiektu budowlanego; ocenie stopnia zanieczyszczenia podłoża budowlanego i doboru metody oczyszczania gruntów. Szczegółowe wymagania dotyczące geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych określa rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej (Dz. U. 2012 poz. 463).

OPINIA GEOTECHNICZNA (OG) - forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Dokument, którego celem jest ustalenie przydatności gruntów na potrzeby budownictwa oraz wskazanie kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego wykonywane dla obiektów budowlanych wszystkich kategorii geotechnicznych. Nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej oraz archiwizacji.

OPRACOWANIA GEODEZYJNO-KARTOGRAFICZNE - rozumie się przez to ogół dokumentacji, cyfrowych baz danych oraz map powstałych w wyniku realizacji pomiarów i badań geodezyjnych, w szczególności do podstawowych opracowań kartograficznych należą: mapa zasadnicza, mapa ewidencyjna, mapa ogólnogeograficzna oraz mapa topograficzna. Przez opracowania geodezyjno-

kartograficzne rozumie się również dokumentację formalno-prawną dotyczącą nieruchomości pozwalającą na określenie granic praw własności, a także zawierające dane dotyczące właścicieli nieruchomości, a w przypadku braku danych o właścicielach, danych osób i jednostek organizacyjnych, które tymi nieruchomościami władają. Wszelkie mapy i plany sytuacyjne opracowuje się w formie numerycznej w jednym z układów współrzędnych płaskich prostokątnych określonych w rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych. Wszelkie odstępstwa od tej zasady polegające na rezygnacji z wersji numerycznej na rzecz innych form opracowań komputerowych (np. z wykorzystaniem map i planów rastrowych) są dopuszczalne wyłącznie za zgodą Zamawiającego. Ponadto szczególnie preferowanymi opracowaniami są materiały geodezyjno-kartograficzne tzw. hybrydowe, które oprócz klasycznych map (mapa zasadnicza, ewidencyjna lub topograficzna) w kolejnych warstwach zawierają ortofotomapy, numeryczny model terenu, a także miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego.

OPRACOWANIA TELEDETEKCYJNE - produkty przetwarzania obrazów teledetekcyjnych w tym ortofotomapy i cyfrowe modele terenu (NMT), na potrzeby tworzenia mapy morfologicznej, glebowo-rolniczej, rozkładu wilgotności podłoża budowlanego, użytkowania i pokrycia terenu.

PROGRAM BADAŃ GEOTECHNICZNYCH (PBG)/PROGRAM BADAŃ LABORATORYJNYCH (PBL)/PROGRAM BADAŃ POLOWYCH (PBP) - dokument, który stanowi podstawę wykonania badań laboratoryjnych i polowych na potrzeby opracowania dokumentacji badań podłoża. Program badań polowych zawiera plan z lokalizacją punktów badawczych, rodzaje badań, głębokość badań, rodzaje próbek do pobrania, rodzaj stosowanego sprzętu, stosowane normy oraz sposób wykonania pomiarów wody podziemnej. Program badań laboratoryjnych określa rodzaj i ilość badań laboratoryjnych w każdej wydzielonej warstwie. Szczegółową zawartość programów badań określa norma PN-EN 1997-2. Programy badań nie podlegają procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej oraz archiwizacji.

PROJEKT GEOTECHNICZNY (PG, GDR - GEOTECHNICAL DESIGN REPORT wg PN-EN 1997-1) - forma przedstawienia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych. Dokument, który zawiera przyjęte założenia, dane, metody obliczeń oraz wyniki analizy stanów granicznych (bezpieczeństwa) i użyteczności oraz dane opracowane na potrzeby dokumentacji badań podłoża budowlanego. Oprócz powyższych, projekt geotechniczny określa wartości charakterystyczne i obliczeniowe parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw gruntów i skał, przydatność terenu do lokalizacji proponowanego obiektu i poziom dopuszczalnego ryzyka, zawiera geotechniczne obliczenia projektowe i rysunki oraz zalecenia dotyczące projektowania fundamentów. W razie potrzeb projekt geotechniczny obejmuje program nadzoru i monitorowania, który jednoznacznie określa elementy konstrukcji wymagające sprawdzania w czasie budowy albo utrzymania po wybudowaniu. W zależności od rodzaju obiektu, poziom szczegółowości projektu geotechnicznego może się znacznie różnić. Projektu geotechnicznego nie należy traktować, jako obliczanie i projektowanie fundamentów, lecz jako ocenę współpracy konstrukcji z podłożem. Szczegółowe wymagania dotyczące projektu geotechnicznego zawiera rozporządzenie w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463) oraz norma PN-EN 1997-1. Projekt geotechniczny nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej oraz archiwizacji.

PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH (PRG) - dokument, który stanowi podstawę wykonania robót geologicznych. Zawiera cel zamierzonych robót geologicznych, sposób jego osiągnięcia, rodzaj dokumentacji geologicznej, która powstanie w efekcie wykonania robót, harmonogram

robót, przestrzeń objętą robotami oraz przedsięwzięcia konieczne z uwagi na ochronę środowiska. Szczegółową zawartość projektu robót geologicznych określa rozporządzenie Ministra Środowiska (Dz. U. 2011 nr 288 poz. 1696, Dz. U. 2015 poz. 964). Projekt robót geologicznych podlega procedurze administracyjnej (zatwierdzeniu przez odpowiedni organ administracji geologicznej) w efekcie której uzyskuje się decyzję oraz archiwizacji przez odpowiednie archiwa (powiatowe lub wojewódzkie). Jest wymagany do wykonania robót geologicznych na potrzeby opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub dokumentacji hydrogeologicznej.

STUDIUM GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE (SGI) - opracowanie studialne wykonywane na wstępnym etapie badań (rozdział Załącznik 5. 1), którego głównym celem jest dostarczenie podstawowych i zgeneralizowanych informacji na temat podłoża budowlanego drogi przy wykorzystaniu materiałów archiwalnych oraz danych uzyskanych w wyniku wizji terenowej, kartowania geologiczno-inżynierskiego uzupełnionych badaniami polowymi, w szczególności wierceniami i pracami geofizycznymi. Wymaga się, aby studium zawierało wstępne rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych oraz geotechnicznych, a także wskazywało zagrożenia geologiczne, które mogą znacząco wpływać na realizację inwestycji. Studium nie podlega procedurze administracyjnej w zakresie zatwierdzania przez odpowiedni organ administracji samorządowej lub państwowej. Opracowanie nie podlega aktualizacji na kolejnych etapach prac projektowych. Studium geologiczno-inżynierskie stanowi podstawę do wyboru najkorzystniejszego wariantu lokalizacji inwestycji, oszacowania kosztów realizacji inwestycji oraz opracowania raportu oddziaływania na środowisko.

Załącznik 1.13 Terminologia dotycząca systemów informacji przestrzennej (GIS) i baz danych o podłożu budowlanym

BAZA DANYCH GIS O PODŁOŻU BUDOWLANYM - cyfrowy zbiór informacji, który przechowuje podstawowe typy geometrii (w klasach obiektów): punkty, linie, poligony, opisy oraz inne elementy (trasy, topologia, relacje, sieci), jak również rastry, inne tabele z danymi opisowymi oraz powiązania między nimi. W przypadku bazy danych gromadzących informację o podłożu budowlanym wyróżnia się trzy zasadnicze typy geobaz: geobaza profesjonalna ArcSDE, geobaza plikowa oraz geobaza osobista. Gromadzenie wyników badań podłoża budowlanego w bazie danych umożliwia ich dalsze efektywne przetwarzanie, wizualizację oraz tworzenie dedykowanych aplikacji i raportów w celu uzyskania zintegrowanej informacji na potrzeby realizacji inwestycji drogowej (projektowanie, budowa, utrzymanie).

BIM (BUILDING INFORMATION MODELLING) - proces obejmujący tworzenie i zarządzanie cyfrowym odwzorowaniem fizycznych i funkcjonalnych cech obiektu budowlanego. Modele BIM to zestaw plików (zazwyczaj w standardowych formatach wymiany danych o zdefiniowanej zawartości), które mogą być pobierane i współdzielone przez uczestników procesu budowlanego w celu usprawnienia procesu decyzyjnego i projektowanego inwestycji. Obecnie oprogramowanie BIM wykorzystywane jest coraz częściej do projektowania i zarządzania procesem inwestycyjnym w projektach takich jak: obiekty infrastruktury drogowej, energetycznej, przesyłowej, obiekty hydrotechniczne, mostowe, portowe, tunele, i in.

DANE SUROWE - oryginalne, podstawowe dane rejestrowane i eksportowane z urządzeń pomiarowych w określonych formatach.

DOKUMENTACJA CYFROWA - opracowania związane z wykonywaniem badań podłoża budowlanego przedstawione formie dokumentu elektronicznego, który stanowi zbiór danych uporządkowanych w określonej strukturze wewnętrznej, o określonym nazewnictwie plików i katalogów, zapisany na informatycznym nośniku danych. Dokumentację cyfrową sporządza się w zestandaryzowanych formatach danych w celu łatwej wymiany i korzystania z danych (rozdział

8.6, rozdział 9).

GIS (GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM - GIS, SYSTEM INFORMACJI PRZESTRZENNEJ - SIP) - system informacyjny, służący do wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania i wizualizacji danych, którego jednym z głównych celów jest wspomaganie procesu decyzyjnego. GIS to baza danych zawierająca identyfikację zgromadzonych danych z uwzględnieniem ich położenia w przestrzeni (współrzędne x, y, z) oraz w czasie z uwzględnieniem ich geometrii (punkt, linia, poligon). Dane gromadzone w bazach danych przestrzennych GIS są to zarówno dane analogowe (mapy drukowane, materiały archiwalne - plany i dokumentacje, etc.) jak i cyfrowe (istniejące od początku swojego powstania w postaci binarnej, zarówno wektorowe jak i rastrowe - materiały CAD, ortofotomapy, zdjęcia satelitarne, wektorowe warstwy tematyczne SHP, klasy obiektów, topograficzna baza danych TBD, cyfrowe modele terenu DEM, etc.).

STANDARD WYMIANY DANYCH - zalecane formaty edytowalnych plików (danych), które umożliwiają łatwą wymianę dokumentów (danych) pomiędzy różnymi systemami, co zapewnia ich odczyt w dowolnym programie obsługującym standardowe formaty wymiany danych (np., niezależnie od tego, w jakim wcześniej zostały utworzone).

TABELA REFERENCYJNA - tabela (w formacie pliku cyfrowego *.xls lub *.txt) zawierająca podstawowe dane dotyczące położenia obiektów (punktów dokumentacyjnych) zawierająca m.in. współrzędne kartograficzne x, y, z, określenie typu wykonanych badań, identyfikację nazwy punktów dokumentacyjnych oraz zunifikowane nazewnictwo plików cyfrowych zawierających wyniki badań podłoża. Tabela referencyjna jest podstawą do dokonania importu dokumentacji cyfrowej zawierającej wyniki badań do bazy danych GIS o podłożu budowlanym.

Załącznik 2 Katalog metod badawczych

W tabeli (Tabela 19) przedstawiono wymagania dotyczące doboru badań podłoża budowlanego na różnych etapach inwestycji drogowej.

Tabela 19 Katalog metod badawczych wraz z wymaganiami w zakresie doboru badań podłoża w zależności od etapu inwestycji drogowej

Etapy procesu inwestycyjnego Rodzaj badań podłoża budowlanego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ STEŚ-R I Etap	KP STEŚ-R II Etap	P B	B OB, RB, NB	R/P	
						PB	B
Kartowanie hydrogeologiczne	NW	W	Z	Z	Z	Z	Z
Kartowanie geologiczno-inżynierskie w tym kartowanie na potrzeby oceny masywu skalnego	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Pomiary geodezyjne	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Niwelacja geometryczna	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.2						
Pomiary tachymetryczne							
Pomiary GNSS							
Pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne	NW	W*	W*	Z	Z	Z	Z
Satelitarne zdjęcia multispektralne	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.2						
Satelitarne zdjęcia w paśmie radarowym							
Zdjęcia termalne							
Zdjęcia hiperspektralne							
Zdjęcia lotnicze							
Lotniczy skanining laserowy							
Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe statki powietrzne							
Naziemny skanining laserowy							
Naziemne zdjęcia cyfrowe							
Naziemny radar interferometryczny							
Badania geofizyczne	NW	W	W	Z	Z	Z/W	Z/W
Sondowanie elektrooporowe VES	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.3						
Tomografia elektrooporowa ERT							
Profilowanie konduktometryczne GCM							
Sejsmika refleksyjna SR							
Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne SPR							
Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P, fali S, SRT, SRT-P, SRT-S							
Analiza fal powierzchniowych MASW, SASW, CSWS							
Geofizyka otworowa (down-hole, up-hole) prześwietlania międzyotworowe falą P, falą S, X-hole-P, X-hole-S							
Tomograficzne sejsmiczne prześwietlania międzyotworowe SBT, SBT-P, SBT-S							
Grawimetria GRAW							
Georadar GPR							
Wiercenia w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie gruntów	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho pojedynczą rdzeniówką	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.4 i 5.5						
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho świdrem przelotowym							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką pojedynczą rdzeniówką							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką podwójną rdzeniówką							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką potrójną rdzeniówką							
Obrotowe wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem							

Etapy procesu inwestycyjnego Rodzaj badań podłoża budowlanego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ	KP	P B	B OB, RB, NB	R/P	
		STEŚ-R I Etap	STEŚ-R II Etap			PB	B
Obrotowe wiercenie rdzeniowane potrójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.4 i 5.5						
Obrotowe wiercenie świdrem							
Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki							
Obrotowe wiercenie świdrem lekkim							
Wiercenie rdzeniowane udarowe (np.: RKS)							
Wiercenie udarowe							
Wiercenie udarowe małośrednicowe							
Wiercenie obrotowo-udarowe pojedynczą rdzeniówką							
Wiercenie obrotowo-udarowe podwójną rdzeniówką							
Wiercenie wibracyjne							
Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym							
Wiercenie hydrauliczne							
Wiercenie chwytakowe							
Wiercenie ręczne							
Pobieranie prób gruntów za pomocą próbników							
Wyrobisko w gruncie np.: szybk, wykop badawczy							
Wykonanie piezometru w gruntach							
Wiercenia w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie skał wraz z oceną rdzenia wiertniczego (RQD, SCR TQR)							
Wiercenie obrotowe na sucho pojedynczą rdzeniówką	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.4 i 5.5						
Wiercenie obrotowe z płuczką pojedynczą rdzeniówką							
Wiercenie obrotowe z płuczką podwójną rdzeniówką							
Wiercenie obrotowe z płuczką potrójną rdzeniówką							
Wiercenie linowym przewodem wiertniczym							
Wiercenie otwarte							
Wyrobisko w skale np.: szybk, wykop badawczy							
Wykonanie piezometru w skałach							
Sondowania	NW	Z	W	Z	Z	Z/W	Z/W
Sondowanie dynamiczne DP	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.6						
Sondowanie statyczne CPTU							
Badanie końcówką sejsmiczną SCPTu							
Sondowanie statyczne RCPTu							
Sondowanie statyczne visCPTu							
Sondowanie statyczne mCPT							
Presjometr PMT do gruntów							
Presjometr PMT do skał							
Dylatometr płaski DMT							
Dylatometr do skał RDT							
Badanie końcówką sejsmiczną SDMT							
Sondowania cylindryczne SPT							
Badania sondą krzyżakową FVT							
Badanie sondą BAT							
Badanie CBR							
Padanie VSS							
Badanie płytą dynamiczną							
Badanie PANDA							
Badania laboratoryjne	NW	Z/W	W	Z	Z	Z	Z
Laboratoryjne badania próbek gruntów	NW	Z	W	Z	Z	Z	Z
Chemiczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 6.1						
Fizyczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów							
Wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów							

Rodzaj badań podłoża budowlanego	Etap przygotowania				Etap realizacji	Etap eksploatacji	
	SK	STEŚ	KP	P B	B OB, RB, NB	R/P	
		STEŚ-R I Etap	STEŚ-R II Etap			PB	B
Badania wytrzymałościowe próbek gruntów	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 6.2						
Badania odkształceniowe próbek gruntów							
Badania pęcznienia próbek gruntów							
Badania zagęszczalności i nośności próbek gruntów							
Badania przepuszczalności próbek gruntów							
Laboratoryjne badania próbek skał	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Fizyczne badania próbek skał	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 6.3						
Badania pęcznienia próbek skał							
Badania wytrzymałościowe próbek skał							
Badania odkształceniowe próbek skał							
Laboratoryjne badania składu chemicznego gruntów, skał i wody	NW	Z/W	W	Z	Z	Z	Z
Agresywności wód podziemnych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4, 6.4 i 7.2						
Badania fizyko-chemiczne próbek wody							
Badania fizyko-chemiczne próbek gruntów							
Badania fizyko-chemiczne próbek skał							
Ocena masywu skalnego	NW	Z/W	W	Z	Z	Z	Z
Badania polowe masywu skalnego - badania właściwości hydraulicznych	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 7.1						
Badania polowe masywu skalnego - pomiar pierwotnego stanu naprężenia							
Badania polowe masywu skalnego - parametrów wytrzymałościowych							
Badania polowe masywu skalnego - parametrów odkształceniowych							
Badania polowe masywu skalnego - w otworach wiertniczych							
Badania polowe masywu skalnego - pomiary punktowe na konturze obiektu podziemnego							
Klasyfikacja masywu skalnego	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 7.3						
Badania hydrogeologiczne (dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)	NW	W	Z	Z	Z	Z	Z
Pomiary zwierciadła wód gruntowych w otworach wiertniczych	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.7						
Pomiary hydrogeologiczne w piezometrze							
Pomiary hydrogeologiczne – próbne pompowania							
Pomiary hydrogeologiczne – zalewanie otworów							
Pomiary hydrogeologiczne – próby nagłej zmiany ciśnienia							
Pobór próbek wód podziemnych							
Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane podczas wierceń (nie dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)	NW	W	W	Z	Z	Z	Z
Pomiary zwierciadła wód gruntowych w otworach wiertniczych	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.7						
Pomiary hydrogeologiczne w piezometrze							
Pomiary hydrogeologiczne – próbne pompowania							
Pomiary hydrogeologiczne – zalewanie otworów							
Pomiary hydrogeologiczne – próby nagłej zmiany ciśnienia							
Pobór próbek wód podziemnych							
Badania środowiskowe (wykonywane podczas wierceń w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń)	NW	W	W	W	W	W	W
Identyfikacja wstępna substancji zanieczyszczających grunt/skałę	Szczegółowe wytyczne w rozdziałach 4 i 5.8						
Identyfikacja szczegółowa substancji zanieczyszczających grunt/skałę							

W - wymagane; NW - niewymagane; Z- zalecane;

* - Pomiary teledetekcyjne mogą być wykonane lub pozyskane z dostępnych źródeł w zależności od metody i ich aktualności

Załącznik 3 Przepisy prawne i procedury administracyjne dotyczące badań podłoża budowlanego

Załącznik 3.1 Prawo geologiczne i górnicze

Zgodnie z przepisami prawa geologicznego i górniczego w celu sporządzenia dokumentacji hydrogeologicznej lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej konieczne jest przygotowanie i zatwierdzenie projektu robót geologicznych przez właściwy organ administracji geologicznej.

Zawartość projektu robót geologicznych podaje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji.

Projekt robót geologicznych przedkłada się do zatwierdzenia do właściwego organu administracji geologicznej w 2 egz.

Właściwy organ administracji geologicznej przesyła projekt robót geologicznych do wójta (burmistrza, prezydenta miasta) właściwego ze względu na miejsce wykonywania robót geologicznych w celu wydania opinii.

W przypadkach szczególnych organ administracji geologicznej może żądać dodatkowych uzgodnień np.: z Regionalnym Dyrektorem Ochrony Środowiska, Okręgowym Urzędem Górniczym.

Właściwy organ administracji geologicznej odmawia zatwierdzenia projektu robót geologicznych, jeżeli:

- projektowane roboty naruszyłyby wymagania ochrony środowiska;
- projekt robót geologicznych nie odpowiada wymaganiom prawa.

Po uzyskaniu opinii i/lub braku podstaw do odmowy zatwierdzenia projektu, organ administracji geologicznej wydaje decyzje zatwierdzającą lub odmawiającą zatwierdzenia projektu robót geologicznych. Projekt zatwierdza się na czas oznaczony, jednak nie dłuższy niż 5 lat. Dla badań podłoża budowlanego w drogownictwie wymaga się wnioskowania o maksymalny możliwy termin zatwierdzenia projektu robót geologicznych. Decyzja uprawomocnia się po 14 dniach od jej wydania. Od decyzji przysługuje odwołanie do organu wyższej instancji, w ciągu 14 dni od daty doręczenia.

Po wydaniu decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych, nie później niż na 2 tygodnie przed zamierzonym terminem rozpoczęcia robót geologicznych, dokonuje się, na piśmie, zgłoszenia zamiaru rozpoczęcia robót geologicznych właściwemu:

- organowi administracji geologicznej,
- wójtowi (burmistrzowi, prezydentowi miasta), a na obszarach morskich Rzeczypospolitej Polskiej - terenowemu organowi administracji morskiej,
- organowi nadzoru górniczego - jeżeli do robót geologicznych stosuje się wymagania dotyczące ruchu zakładu górniczego.

W zgłoszeniu określa się zamierzony terminy rozpoczęcia i zakończenia robót geologicznych, ich rodzaj i podstawowe dane dotyczące robót geologicznych oraz imiona i nazwiska osób sprawujących dozór i kierownictwo, a także numery świadectw stwierdzających kwalifikacje do wykonywania robót.

O zamierzonym poborze próbek w wyniku robót geologicznych zawiadamia się w terminie 7 dni:

- właściwy organ administracji geologicznej,
- państwową służbę geologiczną.

Wykonując roboty geologiczne należy na bieżąco dokumentować przebieg prac geologicznych, w

tym robót geologicznych, oraz ich wyników.

Zmiany do projektu robót geologicznych wprowadza się przez sporządzenie dodatku. Dodatek do projektu robót geologicznych zatwierdza, w drodze decyzji, właściwy organ administracji geologicznej. Zawartość dodatku do projektu reguluje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji. Sporządzając dodatek do projektu obowiązują te same procedury i czynności jak w przypadku projektu robót geologicznych.

Po zakończeniu robót geologicznych należy opracować dokumentację hydrogeologiczną i/lub dokumentację geologiczno-inżynierską, w której przedstawia się wyniki prac geologicznych, wraz z ich interpretacją, określeniem stopnia osiągnięcia zamierzonego celu wraz z uzasadnieniem.

Na potrzeby budownictwa drogowego sporządza się:

- dokumentację geologiczno-inżynierską w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych,
- dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych
- dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych (np.: w przypadku pojedynczych obiektów mostowych),
- dokumentację hydrogeologiczną w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie,
- dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej w celu określenia warunków hydrogeologicznych w związku z zamierzonym wykonywaniem przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na wody podziemne, w tym powodować ich zanieczyszczenie.

Zawartość dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej podaje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Dokumentacja geologiczno-inżynierska określa w szczególności:

- budowę geologiczną, warunki hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie podłoża budowlanego lub określonej przestrzeni,
- przydatność badanego terenu do realizacji zamierzonych przedsięwzięć,
- prognozę zmian w środowisku, które mogą powstać na skutek realizacji, funkcjonowania oraz likwidacji zamierzonych przedsięwzięć - jeżeli nie istnieje obowiązek sporządzenia raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko zgodnie z odrębnymi przepisami.

Dokumentację hydrogeologiczną i dokumentację geologiczno-inżynierską przedkłada się do zatwierdzenia właściwemu organowi administracji geologicznej w 4 egzemplarzach w postaci papierowej i w 4 egzemplarzach w postaci elektronicznej.

Właściwy organ administracji geologicznej zatwierdza dokumentację w drodze decyzji lub odmawia jej zatwierdzenia, jeżeli:

- nie odpowiada wymaganiom prawa,
- powstała w wyniku działań niezgodnych z prawem.

Dokumentację zatwierdza się na czas nieokreślony. Decyzja uprawomocnia się po 14 dniach od jej wydania. Od decyzji przysługuje odwołanie w ciągu 14 dni od daty doręczenia.

Zmiany do dokumentacji hydrogeologicznej oraz do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej

wprowadza się poprzez sporządzenie dodatku. Dodatek do dokumentacji zatwierdza, w drodze decyzji, właściwy organ administracji geologicznej. Zawartość dodatku do dokumentacji geologicznej reguluje rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Sporządzając dodatek do dokumentacji obowiązują te same procedury i czynności jak w przypadku zatwierdzania dokumentacji.

Właściwym organem administracji geologicznej w przypadku wydania decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych oraz dokumentację geologiczną jest marszałek województwa w przypadku ponadwojewódzkich inwestycji liniowych lub starosta w przypadku inwestycji liniowych o zasięgu równym lub mniejszym od województwa.

Zaleca się korzystać ze strony Rządowego Centrum Legislacji (RCL) w celu uzyskania aktualnej informacji w zakresie prowadzonych prac legislacyjnych dotyczących zmian w prawie geologicznym i górnictwem.

Załącznik 3.2 Prawo budowlane

Zgodnie z przepisami prawa budowlanego, projekt budowlany, w zależności od potrzeb, powinien zawierać wyniki badań geologiczno-inżynierskich oraz geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych. Przepisy prawa budowlanego w zakresie badań podłoża dotyczą etapu projektu budowlanego.

Wyniki badań geologiczno-inżynierskich przedstawia się w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (rozdział Załącznik 3. 1). Szczegółowe zasady ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych określa rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. rozporządzenie podaje, na czym polega ustalenie geotechnicznych warunków posadowienia oraz wyróżnia trzy formy przedstawiania geotechnicznych warunków posadawiania:

- opinia geotechniczna,
- dokumentacja badań podłoża,
- projekt geotechniczny.

W opinii geotechnicznej określa się kategorię geotechniczną w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz konstrukcji obiektu budowlanego. Rozporządzenie wyróżnia 3 kategorie geotechniczne:

- pierwsza kategoria geotechniczna,
- druga kategoria geotechniczna,
- trzecia kategoria geotechniczna.

Rysunek (Rysunek 18) określa schemat ustalania kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego. W nawiasach znajdują się odnośniki do numerów rozdziałów normy PN-EN 1997-1.



Rysunek 18 Schemat ustalania kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego (Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. i in., 2018, Frank et.al., 2004)

Stopień skomplikowania warunków gruntowych uzależniony jest od trzech czynników: ułożenia i wykształcenia warstw gruntów w podłożu, położenia zwierciadła wody podziemnej oraz możliwości wystąpienia niekorzystnych procesów i zjawisk geologicznych. Warunki gruntowe w zależności od stopnia skomplikowania dzieli się na: proste, złożone, skomplikowane (Tabela 18).

Zakres badań przy ustalaniu geotechnicznych warunków posadowienia jest uzależniony od zaliczenia obiektu budowlanego do odpowiedniej kategorii geotechnicznej.

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie geotechnicznych warunków posadowiania obiektów budowlanych w przypadku badań laboratoryjnych oraz dokumentacji badań podłoża i projektu geotechnicznego przywołuje normy PN-EN 1997-1 oraz PN-EN 1997-2. Zapis ten nie zmienia dobrowolnego statusu stosowania tych norm w dokumentowaniu badań podłoża (rozdział 2.2).

Po wykonaniu badań podłoża i stwierdzeniu innych od przyjętych warunków gruntowych, projektant obiektu budowlanego może zmienić kategorię geotechniczną obiektu.

W zależności od kategorii geotechnicznej oraz stopnia skomplikowania warunków gruntowych do projektu budowlanego, w zależności od potrzeb, dołącza się:

- opinie geotechniczną w przypadku obiektów budowlanych wszystkich kategorii geotechnicznych,
- dokumentację badań podłoża w przypadku obiektów budowlanych drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej,

- projekt geotechniczny w przypadku w przypadku obiektów budowlanych drugiej i trzeciej kategorii geotechnicznej,
- dokumentacje geologiczno-inżynierska w przypadku obiektów budowlanych trzeciej kategorii geotechnicznej oraz w złożonych warunkach gruntowych drugiej kategorii.

Zgodnie z zapisami rozporządzenia na potrzeby projektu budowlanego opracowuje się dodatkowo dokumentację geologiczno-inżynierską i dokumentację badań podłoża.

Należy podkreślić, że prawo budowlane odsyła również do znowelizowanego rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, które:

- uchyla procedurę określania grup nośności podłoża (Gi),
- wskazuje potrzebę:
 - wykonywania badań geotechnicznych, a w razie potrzeby geologiczno-inżynierskich gruntów na potrzeby prawidłowego zaprojektowania i wykonania drogowej budowli ziemnej,
 - przeprowadzenia badań specjalistycznych wymaganych do zaprojektowania budowli ziemnej i konstrukcji nawierzchni oraz innych urządzeń technicznych posadowionych w pasie drogowym,
 - sprawdzenia ogólnej stateczności skarp i zboczy.

Rozporządzenia odnosi się również do ochrony wód i powierzchniowych utworów geologicznych nakazując, że przy projektowaniu i wykonaniu drogi powinno się uwzględniać warunki hydrogeologiczne i geologiczne panujące w jej otoczeniu, a w szczególności:

- usytuowanie obszarów zasilania wód podziemnych,
- charakterystykę geologiczną utworów powierzchniowych,
- możliwości występowania w strefie oddziaływania drogi procesów geodynamicznych,
- możliwości niekontrolowanego przenikania zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych,
- możliwość niekontrolowanych spływów wód z pasa drogowego, mogących uruchomić procesy erozyjne lub zanieczyścić okresowo wody gruntowe i powierzchniowe,
- możliwość prowadzenia prac budowlanych tak, aby ograniczać zmiany i zakłócenia w stosunkach wodnych oraz naruszania powierzchniowych utworów geologicznych.

Zaleca się korzystać ze strony Rządowego Centrum Legislacji (RCL) w celu uzyskania aktualnej informacji w zakresie prowadzonych prac legislacyjnych dotyczących zmian w prawie budowlanym.

Załącznik 3.3 Prawo geodezyjne i kartograficzne

Prowadzenie prac geodezyjno-kartograficznych, wspierających prace geologiczno-inżynierskie, geotechniczne oraz budowlane na terenie Polski są regulowane ustawą prawo geodezyjne i kartograficzne oraz ustawą prawo budowlane. W szczególności w zakresie niniejszych wytycznych będą to:

- projektowanie i wykonywanie pomiarów geodezyjnych w związku z wykonywaniem opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych na potrzeby budownictwa,
- projektowanie i wykonywanie zobrazowań lotniczych oraz zobrazowań satelitarnych,
- obliczanie lub przetwarzanie wyników pomiarów, opracowań i zobrazowań,
- tworzenie określonych w ustawie zbiorów danych, ortofotomapy oraz dokumentacji geodezyjnej na potrzeby postępowań administracyjnych, postępowań sądowych oraz czynności cywilnoprawnych związanych z nieruchomościami, a także wykonywanie

- opracowań geodezyjno-kartograficznych na potrzeby budownictwa,
- prace kartograficzne rozumiane, jako wykonywanie map topograficznych, map ogólnogeograficznych oraz kartograficznych opracowań tematycznych i specjalnych,
 - pozyskiwanie i przetwarzanie materiałów będących w PZGiK na szczeblu centralnym, wojewódzkim i powiatowym.

W zależności od skali opracowania efekty prac geodezyjnych i kartograficznych powinny być przedstawiane w adekwatnym układzie współrzędnych zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych z dnia 15 października 2012 r.

- w zakresie współrzędnych płaskich prostokątnych, na potrzeby opracowań w skalach większych od 1:10 000, w szczególności mapy ewidencyjnej, mapy zasadniczej oraz mapy do celów projektowych, należy stosować układ współrzędnych PL-2000,
- w zakresie współrzędnych prostokątnych płaskich, na potrzeby opracowań kartograficznych w skalach od 1:10 000 do 1:250 000 stosuje się układ współrzędnych PL-UTM. W szczególnych przypadkach za zgodą zamawiającego dopuszczalne jest stosowanie układu PL-1992,
- osie układów współrzędnych płaskich prostokątnych, oznacza się literami: oś północną - literą x, a oś wschodnią - literą y, przy czym za wartością współrzędnej x dodaje się literę N (North), a za wartością współrzędnej y dodaje się literę E (East),
- we wszystkich opracowaniach należy stosować układ wysokości PL-EVRF2007-NH. W szczególnych przypadkach, za zgodą zamawiającego możliwe jest stosowanie układu PL-KRON86-NH (układ wysokościowy PL-KRON86-NH stosuje się do czasu wdrożenia układu wysokościowego PL-EVRF2007-NH na obszarze całego kraju, nie dłużej jednak niż do dnia 31 grudnia 2019 r.),
- wysokości normalne oznacza się literą H i podaje w metrach [m].

Ponadto w opracowaniach geodezyjnych tworzonych na podstawie niniejszych wytycznych prezentację graficzną współrzędnych podaje się zgodnie §17, a godło opracowania nadaje się zgodnie z § 18 rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych z dnia 15 października 2012 r.

Dokumentami archiwalnymi w rozumieniu niniejszych wytycznych są dokumenty zgromadzone w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym, które nie były aktualizowane w okresie jednego roku.

Dostęp do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, w szczególności do materiałów tam zgromadzonych następuje poprzez zgłoszenie pracy geodezyjnej lub kartograficznej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Administracji i Cyfryzacji w sprawie formularzy dotyczących zgłaszania prac geodezyjnych i prac kartograficznych, zawiadomienia o wykonaniu tych prac oraz przekazywania ich wyników do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego z dnia 8 lipca 2014 r. Na podstawie tego rozporządzenia następuje również zawiadomienie o wykonaniu zgłoszonych prac geodezyjnych lub prac kartograficznych oraz weryfikacja zbiorów danych oraz innych materiałów przekazywanych do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

W przypadku nieodpłatnego udostępniania danych, materiały zasobu geodezyjnego i kartograficznego mogą być wykorzystywane zgodnie z licencją, która jest dołączana do udostępnionych materiałów.

Geodezyjne pomiary sytuacyjne i wysokościowe w szczególności na potrzeby prac związanych z rozpoznaniem podłoża budowlanego prowadzi się zgodnie ze standardami wykonywania prac opisanymi w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie

standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego z dnia 9 listopada 2011 r.

Przy wykonywaniu geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych wykorzystuje się materiały PZGiK, jeżeli wyniki analizy tych materiałów, przeprowadzone przez wykonawcę prac geodezyjnych i kartograficznych, wskazują na ich przydatność pod względem dokładności, aktualności i kompletności.

Wszystkie opracowania geodezyjno-kartograficzne, a także wszystkie opracowania na nich bazujące muszą być opracowane w formie numerycznej: wektorowej lub rastrowej w przypadku opracowań fotogrametrycznych i teledetekcyjnych.

Załącznik 4 Eurokod i normy geodezyjne stosowane w budownictwie

Załącznik 4.1 Eurokody

Eurokody stanowią zestaw norm europejskich, które dotyczą projektowania obiektów i konstrukcji budowlanych. Opracowano dziesięć Eurokodów ponumerowanych od EN 1990 do EN 1999. Każdy z Eurokodów składa się z kilku części (norm), których łącznie jest 59.

Zgodnie rozporządzeniem Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Polskie Normy projektowania wprowadzające europejskie normy projektowania konstrukcji - Eurokody, zatwierdzone i opublikowane w języku polskim, mogą być stosowane do projektowania konstrukcji, jeżeli obejmują wszystkie niezbędne aspekty związane z zaprojektowaniem konstrukcji (stanowią kompletny zestaw norm umożliwiający projektowanie). Projektowanie każdego rodzaju konstrukcji zawsze wymaga stosowania PN-EN 1990 i PN-EN 1991. Siódmy Eurokod to tzw. Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne.

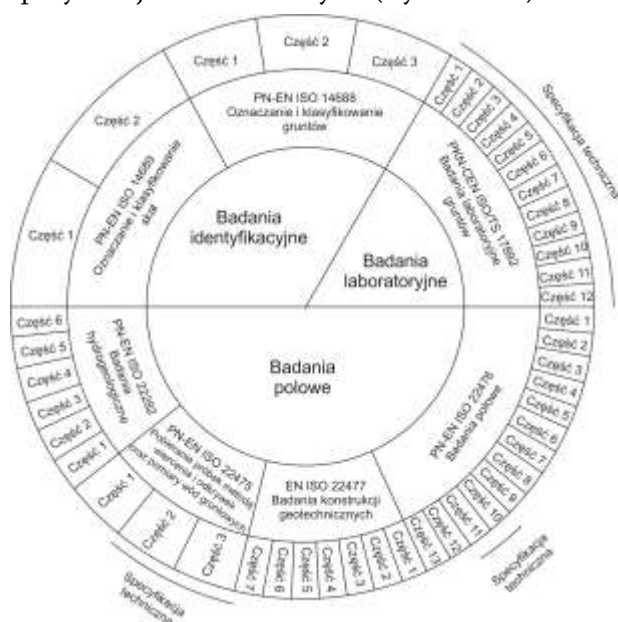
Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne to Polska Norma przeznaczona do stosowania na potrzeby zagadnień geotechnicznych dotyczących projektowania obiektów budowlanych. Eurokod 7 składa się z dwóch części - dwóch norm:

- PN-EN 1997-1 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne,
- PN-EN 1997-2 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża budowlanego.

Część pierwsza norma PN-EN 1997-1 jest podstawą projektowania geotechnicznego budynków i budowli inżynierskich.

Część druga norma PN-EN 1997-2 stosowana jest łącznie z częścią pierwszą i zawiera wymagania uzupełniające do części pierwszej, które dotyczą rozpoznania i badania podłoża budowlanego (Rysunek 20).

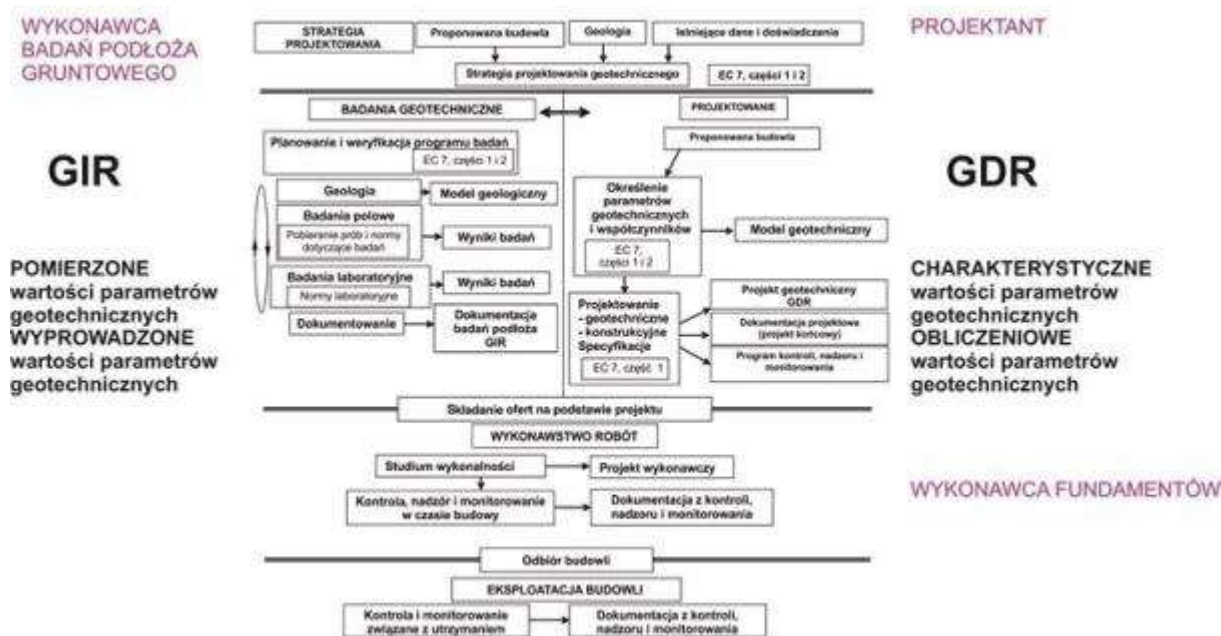
Normę PN-EN 1997-2 stosuje się łącznie z powołanymi w niej normami uzupełniającymi oraz specyfikacjami technicznymi (Rysunek 19).



Rysunek 19 Normy uzupełniające oraz specyfikacje techniczne do PN-EN 1997-2 (Bond, Harris, 2008)

Zasady i reguły dotyczące rozpoznania i badania podłoża budowlanego podane w Eurokodzie 7 odnoszą się tylko do obiektu budowlanego.

Zaleca się korzystać ze strony internetowej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w celu uzyskania aktualnej informacji w zakresie prowadzonych prac dotyczących aktualizacji norm PN-EN 1997-1, PN-EN 1997-2 oraz norm związanych.



Rysunek 20 Etapy badań podłoża podczas projektowania geotechnicznego, wykonawstwa i eksploatacji obiektów budowlanych (na podstawie PN-EN 1997-2)

Załącznik 4.2 Normy geodezyjne

Problematyka pomiarów i opracowań geodezyjno-kartograficznych jest bardzo szczegółowo regulowana przez ustawy oraz rozporządzenia wykonawcze. Dopełnieniem przepisów prawnych jest zbiór norm wprowadzających terminologię branżową:

- PN-N-02206 - Obliczenia geodezyjne. Podstawowe nazwy, określenia i oznaczenia,
- PN-N-02207 - Geodezja. Terminologia,
- PN-N-02251 - Geodezja. Osnovy geodezyjne. Terminologia,
- PN-N-02211 - Geodezja. Geodezyjne wyznaczanie przemieszczeń. Terminologia podstawowa,
- PN-N-99310 - Geodezja. Pomiary realizacyjne. Terminologia.

Największy jednak wpływ na przepisy prawa miały normy jakie opracowano w ramach inicjatywy INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), której celem jest efektywne i zharmonizowane udostępnianie i wykorzystywanie danych przestrzennych dla celów wspólnych w ramach Unii Europejskiej i indywidualnych w poszczególnych krajach. W ramach inicjatywy powstała rodzina norm ISO 19100 dotyczących powszechnego użycia cyfrowej informacji geograficznej. Dyrektywa INSPIRE wprowadziła format GML, jako standard przy wymianie danych geograficznych zbieranych w formie baz danych BDOO, BDOT10k, BDOT500, GESUT oraz EGIB. Dodatkowo zgodnie z INSPIRE utworzono usługę GEOPORTAL, która udostępnia dane geograficzne dla wszystkich zainteresowanych użytkowników. Wśród całej rodziny norm ISO 19100 wymienić należy:

- PN-EN ISO 19101 Model tworzenia norm.
- ISO/TS 19103 Conceptual schema language.
- PN-EN ISO 19105 Zgodność i testowanie zgodności.
- PN-EN ISO 19106 Profile norm bazowych.
- PN-EN ISO 19107 Schemat przestrzenny.
- PN-EN ISO 19108 Schemat czasowy.
- PN-EN ISO 19109 Reguły schematów aplikacyjnych.
- PN-EN ISO 19110 Metodyka katalogowania obiektów.
- PN-EN ISO 19111 Odniesienia przestrzenne za pomocą współrzędnych.
- PN-EN ISO 19112 Odniesienia przestrzenne za pomocą identyfikatorów geograficznych.
- PN-EN ISO 19113 Podstawy opisu jakości.
- PN-EN ISO 19114 Procedury oceny jakości.
- PN-EN ISO 19115 Metadane.
- PN-EN ISO 19116 Usługi wyznaczania położenia.
- PN-EN ISO 19117 Prezentacja.
- PN-EN ISO 19118 Kodowanie.
- PN-EN ISO 19119 Usługi.
- PN-EN ISO 19123 Schemat dla geometrii i funkcji pokryć.
- PN-EN ISO 19125 Środki dostępu do obiektów prostych.
- PN-EN ISO 19128 Interfejs internetowego serwera map.
- ISO 19142 Web Feature Service.
- PN-EN ISO 19133 Usługi oparte na lokalizacji - Śledzenie i nawigacja.
- PN-EN ISO 19135 Procedury rejestracji pozycji rejestrowych.
- ISO 19136 Język znaczników geograficznych (GML).
- ISO/TS 19139 Metadane - Implementacja schematu XML.

Załącznik 5 Etapy procesu inwestycyjnego dla dróg krajowych

Załącznik 5.1 Etap przygotowania nowych inwestycji drogowych

Załącznik 5.1.1 Studium Korytarzowe (SK)

Studium Korytarzowe (SK) [dawniej: Studium Korytarzowe wraz z analizą wielokryterialną] - jest podstawowym dokumentem projektowym, kompleksowo przedstawiającym nowe, drogowe zamierzenie inwestycyjne. SK jest pierwszą dokumentacją projektową, określającą lokalizację pasa (korytarza) terenu pod nowe zamierzenie drogowe z uwzględnieniem regionalnych i lokalnych uwarunkowań geograficznych, przyrodniczych i społecznych. Służy wstępnej ocenie sensowności zamierzenia inwestycyjnego dla Inwestora i jest dokumentem za lub przeciw jego dalszego uszczegóławiania. Celem SK jest:

- określenie korytarzy terenowych dla przebiegu wariantów trasy,
- wstępna analiza potencjalnych wariantów przebiegu drogi objętej zadaniem inwestycyjnym i jej powiązań z siecią dróg publicznych, ze szczególnym uwzględnieniem przestrzennych relacji z obszarami o różnych funkcjach przestrzennych, w tym objętymi ochroną na podstawie przepisów o ochronie przyrody oraz o ochronie zabytków oraz uwzględnieniem rozwiązań zawartych w aktach prawa miejscowego (miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego) oraz studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin,
- wybór wariantów najmniej kolidujących z uwarunkowaniami lokalnymi, w tym z obszarami i obiektami, objętymi ochroną na podstawie przepisów o ochronie przyrody oraz o ochronie zabytków. Warianty te podlegają dalszemu opracowaniu w następnych etapach przygotowania dokumentacji. Na etapie SK należy wykluczyć rozwiązania nierealne technicznie, nie w pełni bezpieczne, wątpliwe ekonomicznie, najmniej korzystne przyrodniczo społecznie. Pozostałe opcje winny być ocenione i uszeregowane w postaci listy rankingowej, określającej preferencje autorów opracowania.

W Studium Korytarzowym należy przede wszystkim określić lokalizację możliwych korytarzy dla przeprowadzenia trasy drogowej lub obszaru dla realizacji szczególnego przedsięwzięcia (np. węzła, mostu, tunelu, skrzyżowania, Miejsca Obsługi Podróżnych, Obwodu Utrzymania) oraz sformułować techniczne rozwiązania wariantowe wraz z ich wszechstronną (wielokryterialną), wstępną oceną.

W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego w ramach Studium korytarzowego wymaga się zebrania dostępnych informacji o terenie i podłożu budowlanym korytarzy terenowych dla przebiegu wariantów trasy w raz z ich analizą i oceną.

Załącznik 5.1.2 Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe (STeŚ)

Studium Techniczno - Ekonomiczno - Środowiskowe jest opracowaniem projektowym o charakterze ogólnym. Większość elementów planowanego zadania inwestycyjnego szacuje się wstępnie lub dość szczegółowo, a tylko niewielka ich liczba określana jest szczegółowo (ostatecznie). W Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowym przedstawia się kilka wariantów trasy drogi głównej, w tym „wariant zerowy”, tj. wariant nieprzewidujący podjęcia realizacji inwestycji.

Celem STeŚ jest:

- wstępne określenie zakresu rzeczowego i finansowego przedsięwzięcia oraz ustalenie jego efektywności,
- uściślenie przebiegu tras poszczególnych wariantów (na podstawie analizy wariantów i uzyskanych opinii) oraz ostateczne ustalenie typów oraz podstawowych parametrów

- technicznych obiektów budowlanych,
- dostarczenie informacji do podjęcia wstępnej decyzji inwestorskiej w sprawie celowości, zakresu i horyzontu czasowego realizacji zadania inwestycyjnego,
- umożliwienie uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach.

W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego w STEŚ wymaga się zebrania pełnej informacji o terenie i jego podłożu budowlanym w tym analizę i ocenę danych archiwalnych oraz opracowania programu badań i projektu robót geologicznych w celu przygotowania dokumentacji hydrogeologicznej oraz studium geologiczno-inżynierskiego. W ramach studium geologiczno-inżynierskiego wymaga się wykonania wierceń, pomiarów geodezyjnych oraz badań środowiskowych w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń, pozostałe prace dokumentacyjne są zalecane.

Załącznik 5. 1. 3 Koncepcja Programowa (KP)

Koncepcja programowa stanowi materiał opracowywany po uzyskaniu decyzji właściwego organu o środowiskowych uwarunkowaniach dla wybranego wariantu przebiegu drogi. Jest uszczegółowieniem rozwiązań technicznych, przedstawia wariantowo:

- niwelety,
- węzły, skrzyżowania,
- obiekty inżynierskie,
- układ dróg poprzecznych,
- drogi zapewniające dojazd do działek itp.

Koncepcję Programową opracowuje się po uzyskaniu decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych dla wybranego wariantu przebiegu drogi.

Podstawowe cele opracowania KP to:

- uściślenie zakresu rzeczowego i finansowego przedsięwzięcia polegające na ustaleniu szczegółowych rozwiązań geometrycznych elementów drogi, konstrukcji obiektów drogowych i inżynierskich, granic terenowych zadania inwestycyjnego oraz przedmiaru robót i ich kosztorysu,
- dostarczenie informacji do podjęcia ostatecznej decyzji inwestorskiej w sprawie celowości, zakresu i horyzontu czasowego realizacji zadania inwestycyjnego, umożliwienie jednoznacznego Opisu Przedmiotu Zamówienia kolejnego etapu przygotowania inwestycji do realizacji,
- określenie wytycznych dla projektu budowlanego.

Realizacja celów KP wymaga wykonania wielu elementów projektowych i analitycznych. Ich szczegółowość powinna odpowiadać potrzebom Inwestora (zarządcy dróg).

W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego w KP wymaga się opracowania projektu robót geologicznych w celu przygotowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. W ramach prac dokumentacyjnych wymaga się wykonania prac kartograficznych, wierceń, pomiarów geodezyjnych, badań geofizycznych, sondowań, badań laboratoryjnych, pomiarów hydrogeologicznych oraz badań środowiskowych w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń, pozostałe prace dokumentacyjne są zalecane.

Załącznik 5. 1. 4 Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe z elementami Koncepcji Programowej (Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe rozszerzone) (STEŚ-R I Etap II Etap)

Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowe rozszerzone, czyli Studium Techniczno - Ekonomiczno - Środowiskowe z elementami Koncepcji Programowej jest dwuetapowym

opracowaniem projektowym. Pierwszy etap ma charakter ogólny (I Etap) i odpowiada STEŚ, drugi etap stanowi uszczegółowienie opracowanych w pierwszym etapie rozwiązań (II Etap) i odpowiada KP.

Celem opracowania jest:

- w pierwszym etapie:
 - wstępne określenie zakresu rzeczowego i finansowego przedsięwzięcia oraz ustalenie jego efektywności,
 - uściślenie przebiegu tras poszczególnych wariantów (na podstawie analizy wariantów i uzyskanych opinii) oraz ostateczne ustalenie typów oraz podstawowych parametrów technicznych obiektów budowlanych,
 - dostarczenie informacji do podjęcia wstępnej decyzji inwestorskiej w sprawie celowości, zakresu i horyzontu czasowego realizacji zadania inwestycyjnego,
 - umożliwienie uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach,
- w drugim etapie:
 - uściślenie zakresu rzeczowego i finansowego polegające na ustaleniu szczegółowych rozwiązań geometrycznych dróg, konstrukcji drogowych obiektów inżynierskich, granic terenowych zadania inwestycyjnego oraz przedmiaru robót i ich kosztorysu dla kluczowych elementów przedsięwzięcia,
 - określenie wytycznych dla projektu budowlanego,
 - wykonanie analizy wielokryterialnej umożliwiającej Zamawiającemu wybór najkorzystniejszych wariantów technicznych do dalszej realizacji.

W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego w STEŚ-R wymaga się wykonać zakres prac jak dla STEŚ (rozdział 4, Załącznik 5. 1. 2) i KP (rozdział 4, Załącznik 5. 1. 3).

Załącznik 5. 1. 5 Projekt budowlany (PB)

Projekt budowlany (PB) jest głównym elementem zbioru opracowań projektowych zwanych dokumentacją budowlaną (DB). W skład dokumentacji budowlanej wchodzi również projekt wykonawczy (PW) i/lub dokumentacja projektowa (DP, nazywana również dokumentacją przetargową) wykorzystywana w przetargach oraz inne opracowania projektowe (w zależności od potrzeb), np.:

- materiały do wniosku o wydanie decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach,
- materiały do wniosku o wydanie decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej,
- projekty rozbiórki,
- materiały do uzyskania opinii, uzgodnień i pozwoleń wymaganych przepisami szczególnymi oraz inne materiały projektowe, w tym m.in.: projekt zieleni, projekt organizacji ruchu,
- mapa do celów projektowania dróg,
- dokumentacja geodezyjna i kartograficzna (w tym projekty podziałów nieruchomości) oraz formalno-prawna związana z nabywaniem nieruchomości,
- dokumentacja geodezyjna i kartograficzna oraz formalno-prawna związana z czasowym korzystaniem z nieruchomości,
- projekt robót geologicznych lub dodatek do projektu / program badań geotechnicznych / opinia geotechniczna,
- dokumentacja geologiczno - inżynierska lub dodatek do dokumentacji / dokumentacja badań podłoża / projekt geotechniczny,
- przedmiary robót,
- informacje dotyczące bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (BIOZ),

- instrukcje eksploatacji.

Projekt budowlany (PB) powinien być wykonany dla wybranego (w decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach) wariantu tras drogowych i wybranego wariantu konstrukcji obiektów budowlanych.

Dokumentacja budowlana w tym projekt budowlany, w zależności od potrzeb służy:

- ostatecznemu uściśleniu wszystkich elementów planowanego zadania inwestycyjnego,
- uzyskaniu decyzji o zezwoleniu na realizację inwestycji drogowej,
- przygotowanie projektu wykonawczego (PW),
- przygotowaniu dokumentacji przetargowej (DP).

Szczegółowy zakres i formę PB określa ustawa prawo budowlane oraz rozporządzenia:

- Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego,
- Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego.

W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego w PB wymaga się opracowania projektu robót geologicznych w celu przygotowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz opinii geotechnicznej/programu badań i dokumentacji badań podłoża. W ramach prac dokumentacyjnych wymaga się wykonania wierceń, pomiarów geodezyjnych, badań geofizycznych, sondowań, badań laboratoryjnych, pomiarów hydrogeologicznych oraz badań środowiskowych w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń, pozostałe prace dokumentacyjne są zalecane. Zakres prac należy dostosować do szczegółowych wymagań projektanta i inwestora, a w przypadku kontraktów w systemie projektuj i buduj, wykonawcy robót budowlanych.

Załącznik 5.2 Etap realizacji inwestycji drogowych (R)

Załącznik 5.2.1 Budowa (B), odbudowa (OB), rozbudowa (RB), nadbudowa (NB)

Regulacje dotyczące budowy określa prawo budowlane, inne ustawy oraz odpowiednie akty wykonawcze i specyfikacje techniczne.

Ustawa prawo budowlane definiuje budowę, jako wykonywanie obiektu budowlanego w określonym miejscu, a także odbudowę, rozbudowę, nadbudowę obiektu budowlanego (prawo budowlane). Przepisy dotyczące budowy drogi, czyli wykonywania połączenia drogowego między określonymi miejscami lub miejscowościami, a także jego odbudowa i rozbudowa, zostały ujęte w ustawie o drogach publicznych.

Budowa jest złożonym technicznie i organizacyjnie procesem, za który głównie odpowiada kierownik budowy, który jest kontrolowany i nadzorowany przez różne urzędy i instytucje. W związku z tym, na etapie budowy zaleca się, aby zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego w tym prac dokumentacyjnych (Tabela 1, Tabela 2, Tabela 4, Tabela 19) był indywidualnie określany i dostosowany do potrzeb i wymagań kierownika budowy, wykonawcy robót budowlanych oraz projektanta.

Załącznik 5.3 Etap eksploatacji istniejących dróg (E)

Załącznik 5.3.1 Remont (R)

Przepisy prawne w zakresie remontu zawiera prawo budowlane, inne ustawy oraz odpowiednie akty wykonawcze i specyfikacje techniczne.

Ustawa prawo budowlane definiuje remont, jako wykonywanie w istniejącym obiekcie

budowlanym robót budowlanych polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, niestanowiących bieżącej konserwacji, przy czym dopuszcza się stosowanie wyrobów budowlanych innych niż użyte w stanie pierwotnym (prawo budowlane). Remont drogi został ujęty w przepisach ustawy o drogach publicznych, która określa remont drogi, jako wykonywanie robót przywracających pierwotny stan drogi, także przy użyciu wyrobów budowlanych innych niż użyte w stanie pierwotnym (ustawa drogi publiczne).

Remont jest realizowany w dwóch częściach:

- prace projektowe przed uzyskaniem pozwolenia na budowę,
- roboty budowlane polegające na remoncie.

Na etapie remontu zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego ustala się jak dla projektu budowlanego (PB) oraz jak dla budowy (B).

Na etapie remontu, przez przystąpieniem do robót budowlanych, opracowuje się projekt budowlany (PB). W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego dla PB wymaga się opracowania projektu robót geologicznych w celu przygotowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz opinii geotechnicznej, programu badań oraz dokumentacji badań podłoża. W ramach prac dokumentacyjnych wymaga się wykonania wierceń, pomiarów geodezyjnych, badań geofizycznych, sondowań, badań laboratoryjnych, pomiarów hydrogeologicznych oraz badań środowiskowych w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń, pozostałe prace dokumentacyjne są zalecane. Zakres prac należy dostosować do szczegółowych wymagań inwestora, projektanta oraz wykonawcy robót budowlanych.

Po uzyskaniu pozwolenia na budowę i rozpoczęciu prac remontowych, zaleca się, aby zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego w tym prac dokumentacyjnych (Tabela 1, Tabela 2, Tabela 4, Tabela 19) był indywidualnie określany i dostosowany do potrzeb i wymagań kierownika budowy, wykonawcy robót budowlanych oraz projektanta.

Załącznik 5.3.2 Przebudowa (P)

Przebudowa podlega przepisom prawa budowlanego, innych ustaw oraz odpowiednim aktom wykonawczym i specyfikacjom technicznym.

Przebudowa polega na wykonywaniu robót budowlanych w wyniku, których następuje zmiana parametrów użytkowych lub technicznych istniejącego obiektu budowlanego, z wyjątkiem charakterystycznych parametrów, jak: kubatura, powierzchnia zabudowy, wysokość, długość, szerokość bądź liczba kondygnacji; w przypadku dróg są dopuszczalne zmiany charakterystycznych parametrów w zakresie niewymagającym zmiany granic pasa drogowego (prawo budowlane).

W przepisach ustawy o drogach publicznych, przebudowa drogi została określona, jako wykonywanie robót w wyniku, których następuje podwyższenie parametrów technicznych i eksploatacyjnych istniejącej drogi, niewymagających zmiany granic pasa drogowego (ustawa drogi publiczne).

Przebudowa, podobnie jak remont, jest realizowana w dwóch częściach:

- prace projektowe przed uzyskaniem pozwolenia na budowę,
- roboty budowlane polegające na przebudowie.

Na etapie przebudowy zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego ustala się jak dla projektu budowlanego (PB) oraz jak dla budowy (B).

Na etapie przebudowy, przez przystąpieniem do robót budowlanych, opracowuje się projekt budowlany (PB). W zakresie rozpoznania i badań podłoża budowlanego dla PB wymaga się opracowania projektu robót geologicznych w celu przygotowania dokumentacji geologiczno-

inżynierskiej oraz opinii geotechnicznej, programu badań oraz dokumentacji badań podłoża. W ramach prac dokumentacyjnych wymaga się wykonania wierceń, pomiarów geodezyjnych, badań geofizycznych, sondowań, badań laboratoryjnych, pomiarów hydrogeologicznych oraz badań środowiskowych w przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń, pozostałe prace dokumentacyjne są zalecane. Zakres prac należy dostosować do szczegółowych wymagań inwestora, projektanta oraz wykonawcy robót budowlanych.

Po uzyskaniu pozwolenia na budowę i rozpoczęciu przebudowy, zaleca się, aby zakres rozpoznania i badań podłoża budowlanego w tym prac dokumentacyjnych (Tabela 1, Tabela 2, Tabela 4, Tabela 19) był indywidualnie określany i dostosowany do potrzeb i wymagań kierownika budowy, wykonawcy robót budowlanych oraz projektanta.

Załącznik 6 Zakres prac dotyczących zbierania i analizy informacji o terenie i danych o podłożu budowlanym

Załącznik 6.1 Zebranie informacji o terenie i podłożu budowlanym

Zbieranie dostępnych informacji i danych archiwalnych o terenie oraz podłożu budowlanym stanowi pierwszy etap prac dokumentacyjnych.

Informacje i dane należy pozyskać z dostępnych materiałów publikowanych i archiwalnych przydatnych do rozpoznania podłoża budowlanego. Są to przede wszystkim analogowe i cyfrowe materiały geologiczno-inżynierskie, geotechniczne, geologiczne, hydrogeologiczne, geomorfologiczne, wiertnicze, środowiskowe, geologiczno-górnictwa, hydrologiczno-meteorologiczne, administracyjne, geograficzne, geodezyjne, fotogrametryczne, teledetekcyjne geofizyczne w tym sejsmologiczne, udostępnione w formie:

- baz danych: geologicznych, środowiskowych, geodezyjnych: obiektów ogólnogeograficznych (BDOO), obiektów topograficznych (BDOT10k oraz BDOT500), geodezyjnej ewidencji sieci uzbrojenia terenu (GESUT) i ewidencji gruntów i budynków (EGiB),
- mapy do celów projektowych (w przypadku badań na etapie PB),
- map i atlasów np.: topograficznych, geologicznych, geologiczno-inżynierskich, sozologicznych, hydrograficznych, ortofotomap,
- chmur punktów będących wynikiem pomiarów z wykorzystaniem technologii skanowania laserowego oraz opracowań fotogrametrycznych,
- numeryczne modele terenu NMT,
- scen (zobrazowań) satelitarnych, zdjęć lotniczych,
- dokumentacji, opinii, projektów,
- kart wierceń i sondowań,
- przekrojów i modeli np.: modele geologiczne 3D,
- wyników badań i pomiarów,
- rejestrów publicznych np.: rejestr terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy, rejestr historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi, rejestr bezpośrednich zagrożeń szkodą w środowisku i szkód w środowisku,
- katastrów: wodny, gruntowy,
- mapy glebowo-rolnicze,
- studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania oraz planów zagospodarowania przestrzennego,
- danych z monitoringu np.: hydrologicznego, hydrogeologicznego, osuwisk itp.,
- publikacji i prac naukowych,
- innych.

Materiały archiwalne i publikowane są udostępniane m.in. przez:

- Narodowe Archiwum Geologiczne (NAG),
- Centralną Bazę Danych Geologicznych (CBDG),
- Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskiej (BDGI),
- bazy i portale internetowe dotyczące:
 - hydrogeologii (CBDH),
 - złóż i surowców mineralnych (MIDAS, InfoGeoSkarb),
 - danych geośrodowiskowych,
 - danych geochemicznych,

- zagrożeń geologicznych (naturalnych i wywołanych działalnością człowieka),
- hydrografii,
- zagospodarowania przestrzennego,
- archiwa i portale internetowe:
 - administracji państwowej,
 - administracji samorządowej w tym administracji geologicznej,
 - przedsiębiorstw i firm geologicznych,
- biblioteki i katalogi publikacji np.: Biblioteka Narodowa, biblioteki instytutów badawczych, wyższych uczelni i inne,
- bazy i portale internetowe dotyczące geodezji, kartografii i teledetekcji:
 - państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny - Tabela 20.

Tabela 20 Podział państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego

Państwowy Zasób Geodezyjny i Kartograficzny		
Zasób centralny (Główny Urząd Geodezji i Kartografii)	Zasób wojewódzki (Wojewódzki Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej)	Zasób powiatowy (Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, Miejski Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, Gminny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej)
<ul style="list-style-type: none"> • bazy danych (PRPOG, PRG, PRNG, ORTO, NMT, ZLIS, BDOT10k, BDOO, X-GESUT, CR ZSIN) • operaty techniczne z zakresu zasobu centralnego • mapy topograficzne w skalach 1:25 000, 1:50 000 i 1:100 000 • mapy ogólnogeograficzne w skalach 1:250 000, 1:500 000 i 1:1 000 000 • kartograficzne opracowania tematyczne i specjalne • inne opracowania wynikające z zasobu centralnego 	<ul style="list-style-type: none"> • baza danych BDOT10k • operaty techniczne z zakresu zasobu wojewódzkiego • mapy topograficzne w skali 1:10 000 oraz inne mapy topograficzne i tematyczne, tworzone przez marszałka województwa • materiały geodezyjne i kartograficzne związane z analizą zmian w strukturze agrarnej, programowaniem i koordynacją prac urządzeniowo-rolnych oraz monitorowaniem zmian w sposobie użytkowania gruntów oraz ich bonitacją • inne opracowania niezbędne do realizacji zadań marszałka województwa w dziedzinie geodezji i kartografii 	<ul style="list-style-type: none"> • bazy danych : BDSOG, EGIB, RCIWN, GESUT, BDOT500 • mapy ewidencyjne oraz mapy zasadnicze • operaty techniczne powstałe w wyniku prac geodezyjnych • cyfrowe zbiory dokumentów wchodzących w skład operatów technicznych • inne opracowania niezbędne do realizacji zadań starosty w dziedzinie geodezji i kartografii

Zaleca się każdorazowe sprawdzenie licencji określających warunki korzystania z produktów udostępnianych przez poszczególne portale i bazy danych.

Pozyskanie informacji i danych może wymagać uzyskania odpowiednich zgód w związku z zapisami ustawy prawo geologiczne i górnicze, ustawy prawo wodne, ustawy prawo geodezyjne i kartograficzne, ustawy o dostępie do informacji publicznej, ustawy o ponownym wykorzystaniu informacji sektora publicznego i innych.

W przypadku, gdy numeryczny model terenu zostanie pozyskany w postaci siatki kwadratów (grid) wymiar boku figury elementarnej nie powinien być mniejszy niż 1 m. Jeśli stosowany model będzie miał strukturę siatki trójkątów, wymiar figur elementarnych musi być dostosowany do stopnia zróżnicowania ukształtowania terenu, tak aby spełniona została wymagana dokładność. Wymaga się, aby dokładność przekazanego numerycznego modelu terenu była nie gorsza niż ± 0.20 m.

Ortofotomapa wykorzystywana dla potrzeb analiz oraz późniejszego wykonania projektu robót geologicznych powinna cechować się rozmiarem terenowym boku piksela 5 cm, zaś jej dokładność sytuacyjna nie powinna być gorsza niż ± 0.15 m.

Wszystkie wykorzystywane w analizach podkłady mapowe, z wyjątkiem ortofotomapy, muszą być sporządzone w formie wektorowej (nie rastrowej), w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych, zgodnie z aktualnym rozporządzeniem w sprawie państwowego systemu odniesień

przestrzennych. W wyjątkowych sytuacjach dopuszcza się wykorzystanie podkładów w formatach rastrowych, jednak należy uzgodnić to z zamawiającym.

W przypadku braku aktualnych materiałów geodezyjno-kartograficznych lub niespełniających założonych parametrów technicznych wymaga się przeprowadzenie ich aktualizacji lub opracowania nowych zgodnie z zasadami przedstawionymi w rozdziale 5.

Materiały archiwalne zestawia się i przedstawia w formie tekstowej, tabelarycznej oraz na mapach tematycznych (lokalizacyjnej, dokumentacyjnej, geologicznej, hydrogeologicznej, zagrożeń geologicznych i innych). Dane wprowadza się do cyfrowej bazy danych (rozdział 9). Zaleca się gromadzić zebrane dane i informacje w systemach informacji przestrzennej np.: w bazie danych o podłożu budowlanym.

W tabeli (Tabela 21) podano źródła danych, wymagane do sprawdzenia w trakcie zbierania informacji o terenie i danych o podłożu budowlanym inwestycji drogowej.

Tabela 21 Źródła danych przydatne na etapie zbierania informacji o terenie i danych o podłożu budowlanym inwestycji drogowej

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
geodezja - dane katastralne	http://www.geoportal.gov.pl/web/guest/DOCHK	PZGiK (Państwowy zasób geodezyjny i kartograficzny) kataster dla celów LPIS (system identyfikacji działek rolnych)	Dane o charakterze katastralnym zawierające dane w formie SHP	Informacja wstępna przed zakupem właściwej bazy danych ewidencji gruntów i budynków (EGiB) z powiatowych ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej (PODGiK)
geodezja - dane katastralne	http://mapy.geoportal.gov.pl/imap/?gmap=gp0&actions=acShowServices_KATASTER	Geoportal2	Dane w postaci WMS	Identyfikacja i lokalizacja przestrzenna działek
geodezja - kartografia	https://pzgik.geoportal.gov.pl/imap/	PZGiK Geoportal2	Zamawianie podkładów mapowych i danych cyfrowych: BDOT10k, mapy topograficzne, mapy tematyczne i specjalne, rejestr podstawowych osnów geodezyjnych, fotogrametryczne zdjęcia lotnicze, ortofotomapy, numeryczne modele terenu	Podkłady mapowe niezbędne przy sporządzaniu map lokalizacyjnych, analizie danych archiwalnych, wizji terenowej i na potrzeby kartowania geologiczno-inżynierskiego
geodezja - kartografia	http://geoportal.gov.pl/	EG, BDOT10k, BDOO, Ortofotomapa	Przeglądanie danych ewidencji gruntów i budynków, ortofotomap, mapy topograficznych, uzbrojenia terenu (wybrane obszary sukcesywnie uzupełniane), portale internetowe powiatów	Identyfikacja i lokalizacja przestrzenna działek, interpretacja: stanu użytkowania i pokrycia terenu, ukształtowania powierzchni terenu, obszarów ryzyka: nadmiernie zawilgoconych - tylko dla celów poglądowych, bez prawa do wykorzystania w pracach komercyjnych
geologia - fizjografia - geomorfologia	https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Podział fizjograficzny Polski	Charakterystyka warunków geomorfologicznych
geologia	http://baza.pgi.gov.pl/ , http://dokumenty.pgi.gov.pl/ , http://otwory.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/#name=kob30dg043 , http://geofizyka.pgi.gov.pl/ , http://uslugi_gis.pgi.gov.pl/ , http://dm.pgi.gov.pl/ , http://bazagis.pgi.gov.pl/website/cbdg , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://geoportal.pgi.gov.pl	CBDG	Zawiera archiwalne zasoby w formie cyfrowej udostępnione przez serwisy internetowe: Dokumenty, Otwory wiertnicze, Seryjne mapy geologiczne, hydrogeologiczne, geośrodowiskowe, Geofizyka, Usługi mapowe WMS/WFS, Pobieranie plików SHP, Przeglądarka mapowa, Przeglądarka mapowa mobilna, Inne z Portalu CBDG	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geomorfologicznych, geologicznych, hydrogeologicznych, zagrożeń geologicznych, geologiczno-inżynierskich
Geologia - NAG	https://www.pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne.html	-	Informacje o udostępnionych danych i informacji geologicznej oraz o dostępie do informacji geologicznej	Informuje, w jaki sposób i gdzie pozyskać informacje i dane geologiczne
geologia - dokumentacje	http://dokumenty.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Dane katalogowe archiwalnych opracowań geologicznych zgromadzonych w NAG	Określenie stopnia udokumentowania terenu badań, dokładności rozpoznania na podstawie archiwalnych punktów dokumentacyjnych i wyników badań

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
geologia - geofizyka	http://geoportal.pgi.gov.pl/geofizyka , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Sondowania geoelektryczne VES, pomiary magnetotelluryczne, pomiary magnetyczne, pomiary gravimetryczne, sejsmika 2D i 3D i inne	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geologicznych, hydrogeologicznych, wybranych zagrożeń geologicznych, warunków geologiczno-inżynierskich
geologia - geologia inżynierska	http://atlasy.pgi.gov.pl , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://budownictwo.pgi.gov.pl	BDGI, BDGI-WFM, DROGI I KOLEJE, CBDG	Otwory wiertnicze geologiczno-inżynierskie, atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1:10 000, właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów i skał, mapa geologiczno-inżynierska Polski w skali 1:500 000, mapa geologiczno-inżynierska w skali 1:300 000, szczegółowa mapa geologiczno-inżynierska w skali 1:50 000, mapa geologiczno-inżynierska w skali 1:25 000, mapy tematyczne oraz mapa grup nośności i geologiczno-inżynierska dla wybranych odcinków dróg i kolei	Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich, geologicznych, hydrogeologicznych, geomorfologicznych, zagrożeń geologicznych, budowlanych, środowiskowych, właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał w skali kraju, regionu, rejonu, drogi
geologia - geologia morza	https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Linie i punkty dokumentacyjne, batymetria, mapa litologiczna Bałtyku, mapa geologiczna Bałtyku, mapa geologiczna Bałtyku bez utworów czwartorzędowych	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geologicznych na obszarach morskich
geologia - geologia środowiskowa	http://emgsp.pgi.gov.pl/emgsp/ , https://geolog.pgi.gov.pl/	eMGSP	Baza informacji o złożach kopalin oraz górnictwie i przetwórstwie kopalin, wodach powierzchniowych i podziemnych, warunkach podłoża budowlanego, ochronie przyrody i zabytkach kultury, a także o geochemii środowiska i składowaniu odpadów	Charakterystyka uwarunkowań środowiskowych
geologia - hydrogeologia	http://spdps.pgi.gov.pl/PSHv7/ , http://epsh.pgi.gov.pl/epsh/ , http://mineralne.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/	CBDH, CBDG	Obiekty hydrogeologiczne - Centralna Baza Danych Hydrogeologicznych - Bank HYDRO, Monitoring wód podziemnych, Pobory, Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce, Główne Zbiorniki Wód Podziemnych (GZWP), Zasoby dyspozycyjne, Jednolite części wód podziemnych, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, Bank Danych Wód Podziemnych Zaliczonych do Kopalin - Bank Wód Mineralnych	Charakterystyka warunków hydrogeologicznych
geologia - mapy geologiczne powierzchniowe	https://geolog.pgi.gov.pl/#name=kob30dg043 , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Mapa geologiczna 1:1 000 000, Mapa geologiczna 1:500 000, Mapa geologiczna 1:200 000, Seryjne mapy arkuszowe 1:50 000 - skorowidz zbiorczy dla: SMGP, MGŚP i MHP, Mapa geologiczna 1:50 000 - Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski (SMGP), Mapa litogenetyczna 1:50 000 (MLP), Mapa geośrodowiskowa 1:50 000 (MGŚP) - plansze A i B, profilowania liniowe wzdłuż inwestycji	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geologicznych, hydrogeologicznych, środowiskowych i budowlanych

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
			infrastrukturalnych, Mapa geologiczna Tatr 1:10 000 (SMGT)	
geologia - mapy geologiczne wgłębne	https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Mapa geologiczna bez utworów kenozoiku 1:1 000 000, Mapy geologiczne ścięcia poziomego w skali 1:750 000, Mapa geologiczna 1:200 000 bez osadów czwartorzędowych, Mapa geologiczna Tatr 1:10 000 (SMGT) odkryta, Mapa geologiczna Tatr 1:10 000 (SMGT) tektonika	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geologicznych, tektonika
geologia - środowisko - geodezja	http://www.pgi.gov.pl/dane-geologiczne/geologiczne-bazy-danych/ikar.html	IKAR	Dane geologiczne i odniesienia do innych portali	Charakterystyka budowy geologicznej, warunków geomorfologicznych, geologicznych, hydrogeologicznych, zagrożeń geologicznych, geologiczno-inżynierskich, środowiskowych
geologia - wiercenia	http://otwory.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	CBDG	Otwory wiertnicze, Obiekty hydrogeologiczne, Otwory geologiczno-inżynierskie, Punkty badawcze, Punkty dokumentacyjne SMGP	Określenie stopnia udokumentowania oraz dokładności rozpoznania podłoża budowlanego
geologia - zagrożenia geologiczne - antropogeniczne	http://antropopresja.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/	ANTROPOPRESJA, CBDG	Antropopresja - obiekty uciążliwe dla środowiska w tym składowiska odpadów, baza danych o obiektach uciążliwych lub potencjalnie uciążliwych dla środowiska gruntowo-wodnego i wywołujących zmiany stanu chemicznego środowiska	Charakterystyka zagrożeń dla środowiska, dane geośrodowiskowe, zagrożenia geologiczne spowodowane działalnością człowieka. Charakterystyka obiektów umożliwia określenie rodzaju zanieczyszczeń lub potencjalnych zanieczyszczeń powstających w wyniku eksploatacji
geologia - zagrożenia geologiczne - antropogeniczne	http://www.pgi.gov.pl/aktualnosci/display/10454-nowa-baza-danych-o-dolnoslaskich-haldach-2.html	HAŁDY, CBDG	Hałdy - dane o mineralnych surowcach odpadowych, zgromadzonych na starych hałdach, składowiskach przemysłowych i w osadnikach poeksploatacyjnych w polskiej części Sudetów, które powstały w wyniku robót górniczych związanych z poszukiwaniem, udostępnianiem i wydobywaniem różnorodnych kopalni, a także ich przeróbki i przetwórstwa	Charakterystyka zagrożeń geologicznych, działalności górniczej oraz możliwość wykorzystania do budowy nasypów
geologia - zagrożenia geologiczne - geochemia	http://www.mapgeochem.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/	ATLASY GEOCHEMICZNE, CBDG	Mapy geochemiczne miast Polski i Górnego Śląska, średnie zawartości pierwiastków w powierzchniowych wydzieleniach Mapy Litogenetycznej Polski 1:1 000 000	Charakterystyka zagrożeń dla środowiska, dane geośrodowiskowe, zagrożenia geologiczne spowodowane działalnością człowieka, dane geochemiczne dotyczące zanieczyszczenia gruntów
geologia - zagrożenia geologiczne - naturalne	http://osuwiska.pgi.gov.pl/ , http://spdpsh.pgi.gov.pl/PSHv7/ , http://geozagrozenia.pgi.gov.pl/ , http://mapy.geoportal.gov.pl/imap/?locale=pl&gui=new&sessionID=370445 , https://geolog.pgi.gov.pl/ ,	SOPO, PODTOPIENIA, CBDG	Osuwiska i tereny zagrożone (SOPO), Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce (PODTOPIENIA), obszary występowania krasu, obszary potencjalnej kolizyjności elementów zagospodarowania przestrzennego ze środowiskiem geologicznym	Charakterystyka zagrożeń geologicznych naturalnych

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
	http://baza.pgi.gov.pl/			
geologia - zagrożenia geologiczne - sejsmologia	http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/ , https://www.pgi.gov.pl/mogepl-home/o-monitoringu-geodynamicznym.html	TRZĘSIENIA ZIEMI	Katalog trzęsień Ziemi ISC	Charakterystyka dotycząca zagrożeń geologicznych wywołanych trzęsieniami ziemi
geologia - zagrożenia geologiczne - zanieczyszczenia środowiska	https://rejstry.gdos.gov.pl/	REJESTRY	Rejestr historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi, rejestr bezpośrednich zagrożeń szkodą w środowisku i szkód w środowisku	Charakterystyka zagrożeń dla środowiska, dane geośrodowiskowe, zagrożenia geologiczne spowodowane działalnością człowieka, dane geochemiczne dotyczące zanieczyszczenia gruntów
geologia - złoża	http://midas.pgi.gov.pl , http://geoportal.pgi.gov.pl/igs , http://surowce.pgi.gov.pl , http://kamienie-budowlane.pgi.gov.pl/ , https://geolog.pgi.gov.pl/ , http://baza.pgi.gov.pl/	MIDAS, INFOGEOKARB, SUROWCE MINERALNE, CBDG	Złoża, tereny i obszary górnicze - MIDAS, Dokumentacje złożowe - INFOGEOKARB, Surowce mineralne - mapy surowcowe, mapy koncesji, bilans, Surowce do budownictwa, Obszary perspektywiczne i prognostyczne, Obszary prognostyczne zweryfikowane, Miejsca niekoncesjonowanej eksploatacji kopalin, Obszary przetargowe dla węglowodorów, Obszary koncesyjne dla węglowodorów	Charakterystyka działalności górniczej, lokalizacji złóż kopalin i surowców przydatnych do budowy drogi
hydrologia - powódź	http://isok.gov.pl/	ISOK	Mapy zagrożenia powodziowego i mapy ryzyka powodziowego	Charakterystyka dotycząca zagrożenia powodziowego
środowisko - obszary chronione	http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/	GEOSERWIS	Obszary chronione	Lokalizacja i charakterystyka obszarów chronionych
teledetekcja - dane satelitarne	https://scihub.copernicus.eu/	DANE SATELITARNE	Satelita SENTINEL 1 (pasmo C)	Mobilność terenu. Interferometria radarowa (dane darmowe)
teledetekcja - dane satelitarne	https://scihub.copernicus.eu/	DANE SATELITARNE	Satelita SENTINEL 2 (dane optyczne)	Użytkowanie terenu, powódzie, podtopienia
teledetekcja - dane satelitarne	https://landsat.usgs.gov/	DANE SATELITARNE	Satelita LANDSAT 8 (dane optyczne)	Użytkowanie terenu, powódzie, podtopienia
teledetekcja - dane satelitarne	https://terrasar-x-archive.terrasar.com/	DANE SATELITARNE	Satelita TerraSAR-X (pasmo X)	Mobilność terenu. Interferometria radarowa (dane płatne)
teledetekcja - dane satelitarne	https://scihub.copernicus.eu/	DANE SATELITARNE	Satelita SENTINEL 1 (pasmo C)	Mobilność terenu. Interferometria radarowa (dane darmowe)
teledetekcja - dane satelitarne	https://scihub.copernicus.eu/	DANE SATELITARNE	Satelita SENTINEL 2 (dane optyczne)	Użytkowanie terenu, powódzie, podtopienia
teledetekcja - dane satelitarne	https://landsat.usgs.gov/	DANE SATELITARNE	Satelita LANDSAT 8 (dane optyczne)	Użytkowanie terenu, powódzie, podtopienia (dane płatne)
teledetekcja - dane satelitarne	https://terrasar-x-archive.terrasar.com/	DANE SATELITARNE	Satelita TerraSAR-X (pasmo X)	Mobilność terenu. Interferometria radarowa

RODZAJ DANYCH	ADRES INTERNETOWY	NAZWA PORTALU INTERNETOWEGO, BAZY DANYCH	ZAWARTOŚĆ PORTALU INTERNETOWEGO ZAWARTOŚĆ BAZY	PRZYDATNOŚĆ W DOKUMENTOWANIU
teledetekcja - obrazy lotnicze	https://earth.google.com/web/	OBRAZY LOTNICZE	Aplikacja do przeglądania aktualnych i historycznych zdjęć lotniczych	Możliwe do wykorzystania w celu interpretacji: stanu użytkowania i pokrycia terenu, ukształtowania powierzchni terenu, obszarów ryzyka: nadmiernie uwilgotnionych, pokrytych nieodpowiednimi utworami - tylko dla celów poglądowych, bez prawa do wykorzystania w pracach komercyjnych
teledetekcja - obrazy satelitarne	https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-imagery/app/	OBRAZY SATELITARNE	Aplikacja internetowa do przeglądania aktualnych i archiwalnych obrazów z Landsata	Możliwe do wykorzystania w celu interpretacji: stanu użytkowania i pokrycia terenu, ukształtowania powierzchni terenu, obszarów ryzyka: nadmiernie uwilgotnionych, pokrytych gruntami organicznymi
teledetekcja - obrazy satelitarne	http://www.sentinel-hub.com/	OBRAZY SATELITARNE	Aplikacja do przeglądania aktualnych i archiwalnych obrazów z Sentinela i Landsata	Możliwe do wykorzystania w celu interpretacji: stanu użytkowania i pokrycia terenu, ukształtowania powierzchni terenu, obszarów ryzyka: nadmiernie uwilgotnionych, pokrytych gruntami organicznymi
planowanie przestrzenne - miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego	http://wms.epodgik.pl/cgi-bin/KrajowaIntegracjaMiejscowychPlanowZagospodarowaniaPrzestrzennego	MPZP	Część graficzna miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego	Wykorzystanie przy opracowaniu map lokalizacyjnych, charakterystyka zagospodarowania terenu - tylko dla celów poglądowych, bez prawa do wykorzystania w pracach komercyjnych
zagospodarowanie przestrzenne - CORINE	http://clc.gios.gov.pl/index.php/clc-2012/metadane	CORINE	Pokrycie terenu/użytkowanie ziemi	Wykorzystanie przy opracowaniu map lokalizacyjnych, charakterystyka zagospodarowania terenu - tylko dla celów poglądowych, bez prawa do wykorzystania w pracach komercyjnych

Załącznik 6.2 Analiza zebranych informacji o terenie i podłożu budowlanym

Po zebraniu wszystkich dostępnych informacji i danych o terenie oraz podłożu budowlanym przeprowadza się ich analizę i ocenę pod względem:

- wiarygodności danych,
- przydatności danych do planowania i projektowania inwestycji drogowej,
- dokładności rozpoznania, czyli ilość danych pod względem liczby punktów dokumentacyjnych i zakresu badań odpowiadająca wymaganej dokładności rozpoznania (liczba punktów dokumentacyjnych przypadająca na obiekt budowlany w zależności od skali mapy i stopnia skomplikowania warunków gruntowych, rozdział 4),
- doświadczenia porównywalnego na podstawie, którego można ograniczyć liczbę nowych badań,
- możliwości opracowania w wymaganej skali oraz odpowiednio dokładnego i wiarygodnego modelu geologicznego wraz z opisem właściwości fizyczno-mechanicznych oraz podaniem wartości parametrów geotechnicznych wydzielonych warstw gruntów i skał.

Na podstawie analizy i oceny danych określa się:

- lokalizację obszaru badań, na tle podziału administracyjnego na mapie lokalizacyjnej,
- występowanie obszarów chronionych na mapie lokalizacyjnej,
- sposób i formy zagospodarowania terenu w tym historię zabudowy i plany zagospodarowania przestrzennego na mapie topograficznej w odpowiednio dobranej skali,
- obszary prowadzonej, planowanej lub zakończonej działalności górniczej i przemysłowej, odpowiednio na mapie topograficznej w odpowiednio dobranej skali,
- topografię i hydrografię na mapie lokalizacyjnej,
- lokalizację punktów dokumentacyjnych (wierceń, sondowań, piezometrów, stacji hydrogeologicznych, ujęć wód podziemnych, punktowych pomiarów geofizycznych), przekrojów (geologicznych, hydrogeologicznych, geofizycznych) na mapie dokumentacyjnej, zawierającej elementy stanowiące ograniczenie dla wykonania zaprojektowanych prac,
- warunki geomorfologiczne i fizjograficzne, w tym rodzaj i występowanie form geomorfologicznych na numerycznym modelu terenu,
- warunki geologiczne/gruntowe, złożoność budowy geologicznej, tektonika, rozciągłość i głębokość występowania warstw gruntów i skał na mapie geologicznej i przekroju geologicznym,
- charakterystykę właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał występujących w podłożu inwestycji w formie zestawienia tabelarycznego,
- warunki hydrogeologiczne/wodne w tym liczba poziomów wodonośnych, charakter zwierciadeł wód podziemnych na mapie hydrogeologicznej i na przekrojach hydrogeologicznych,
- obszary zagrożeń geologicznych w tym obszary wstępowania procesów i zjawisk geologicznych i geodynamicznych oraz procesów i zjawisk wywołanych działalnością człowieka np.: osuwiska, podtopienia, osiadania terenu i obszary narażone na indukowane trzęsienia ziemi, jako skutki działalności górniczej i inne na mapie zagrożeń geologicznych,
- stopień skomplikowania warunków gruntowych na potrzeby określenia kategorii geotechnicznej obiektu budowlanego lub jego części w formie zestawienia tabelarycznego,
- lokalizację złóż kopalin przydatnych do realizacji robót budowlanych na mapie rozmieszczenia złóż kopalin i surowców budowlanych,

- warunki hydrogeologiczne/geologiczno-inżynierskie/geotechniczne i związane z tym problemy (także mające wpływ na prowadzenie robót budowlanych oraz eksploatację obiektów budowlanych), aby wskazać sposób ich rozwiązania lub zapobiegania w efekcie zaprojektowanych i wykonanych badań podłoża budowlanego na mapie warunków hydrogeologicznych/geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych lub w formie zestawienia tabelarycznego.

Załącznik 6.3 Analiza dostępnych danych geodezyjnych i kartograficznych

W celu analizy zagospodarowania terenu, topografii i morfologii terenu wykorzystać należy numeryczny model terenu, a także wizualizację baz danych obiektów ogólnogeograficznych (BDOO), baz danych obiektów topograficznych o szczegółowości mapy topograficznej w skali 1:10 000 (BDOT10k) oraz ortofotomapę, które dostępne są w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym.

Do bardziej szczegółowych analiz można wykorzystać wizualizację bazy danych BDOT500, GESUT oraz EGiB dostępnych w zasobie powiatowym PZGiK (w powiatowych ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej). Wielkoskalowe materiały kartograficzne np. mapa zasadnicza czy też mapa ewidencyjna jest wygenerowaną wizualizacją tych baz. W przypadku wykonywania badań na etapie PB analizy należy prowadzić na aktualnej mapie do celów projektowych spełniającej wymagania przepisów rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego.

W pracach przygotowawczych do projektowania robót geologicznych niezbędne są wypisy z ewidencji gruntów, które pozwalają na ustalenie władających i właścicieli gruntów (w formie cyfrowej bazy danych EGiB udostępnianej w formacie GML). Baza danych EGiB pozwoli na lokalizację przestrzenną działek ewidencyjnych, a także informację o właścicielach, jaka będzie niezbędna w celu uzyskania zgód na wejście na teren w celu realizacji badań terenowych.

Baza danych BDOT500 zawiera najbardziej szczegółową informację o istniejącym zagospodarowaniu terenu (szczegółowość mapy sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:500), ale również o planowanych i realizowanych inwestycjach.

Niezbędną wiedzę z zakresu lokalizacji naziemnej i podziemnej infrastruktury technicznej należy pozyskać z bazy GESUT (Geodezyjnej Ewidencji Sieci Uzbrojenia Terenu).

Materiały w postaci archiwalnych map topograficznych, ortofotomap oraz zdjęć lotniczych dostępnych w PZGiK (<https://pzgik.geoportal.gov.pl/imap/>) pozwalają na analizę historii zabudowy oraz wykrycie procesów geodynamicznych.

Analizy zmian pokrycia terenu i wilgotności można wykonać na podstawie ortofotomapy oraz serwisów: Google Earth, Landsat app i Sentinel hub zgodnie z zaleceniami podanymi w rozdziale 5.

Należy również rozważyć wykorzystanie, jako materiał pomocniczy, chmury punktów będącej wynikiem pomiarów z wykorzystaniem technologii skanowania laserowego oraz opracowań fotogrametrycznych, dzięki której możliwa jest wizualizacja 3D nie tylko numerycznego modelu terenu, ale również zagospodarowania i sposobu użytkowania terenu.

Istotne informacje znajdują się również na dostępnych w PZGiK rastrowych mapach hydrograficznych w skali 1:50 000, wizualizujących warunki obiegu wody w powiązaniu z środowiskiem przyrodniczym jego zainwestowaniem i przekształceniem.

Załącznik 6.4 Wizja terenowa

Wizja terenowa jest poprzedzona zebraniem i analizą dostępnych informacji o terenie i danych archiwalnych o podłożu budowlanym.

Wizja terenowa ma na celu:

- weryfikację i potwierdzenie zebranych informacji oraz ich ewentualne uzupełnienie, w tym o:
 - aktualnym stopniu zagospodarowania terenu,
 - historii i planach zabudowy,
 - historycznej i aktualnej działalności górniczej i przemysłowej,
 - przebiegu infrastruktury podziemnej i naziemnej,
 - zagospodarowaniu wód podziemnych,
 - gospodarce wodno-ściekowej i melioracyjnej,
 - obszarach podlegających ochronie w związku z ustawą o ochronie przyrody lub ochronie dóbr kultury,
 - zgłoszeniach związanych z występowaniem zagrożeń geologicznych np.: podtopień, osuwisk, starych niezrekultywowanych składowisk odpadów,
 - zmianach w morfologii terenu na skutek działalności człowieka,
- weryfikację i potwierdzenie informacji uzyskanych z analizy materiałów geodezyjnych, kartograficznych, fotogrametrycznych i teledetekcyjnych,
- sprawdzenie przejezdności i dostępności do obszaru badań np.: występowanie bagien, wód stojących, dolin rzecznych, rowów melioracyjnych, wąwozów, nieewidencjonowane miejsca eksploatacji kopalni, itd.,
- identyfikację przeszkód i kolizji uniemożliwiających wykonanie badań np.: linie energetyczne, gazociągi, ropociągi, zabudowa, obiekty zamknięte, poligony wojskowe, itd.,
- weryfikację i wstępne wyznaczenie w terenie miejsc projektowanych badań podłoża budowlanego,
- uzyskanie zgód właścicieli nieruchomości lub ich przedstawicieli na przeprowadzenie badań (jeśli grunty pod inwestycję drogową nie zostały jeszcze wykupione),
- przygotowanie materiałów do przeprowadzenia kartowania geologiczno-inżynierskiego,
- identyfikację punktów osnowy geodezyjnej, które będą wykorzystane w pracach realizacyjnych oraz pomiarach inwentaryzacyjnych.

W ramach wizji terenowej przeprowadza się wizyty w urzędach (np.: urzędy gmin, urzędy powiatowe itp.) i instytucjach (np.: zakłady przemysłowe, zakłady górnicze, stacje paliw, zakłady komunalne i wodociągowe itp.) w celu pozyskania dodatkowych informacji oraz danych niepublikowanych lub nieudostępniionych publicznie poprzez wgląd, zakup lub wypożyczenie.

Wraz z wizją lokalną może być przeprowadzony wywiad terenowy, którego celem jest porównanie treści materiałów kartograficznych ze stanem faktycznym, w celu weryfikacji aktualności opracowań stanowiących podkład do projektowania badań podłoża budowlanego. Wraz z oceną stopnia aktualności następuje również identyfikacja punktów osnowy geodezyjnej, które będą wykorzystane w pracach realizacyjnych oraz pomiarach inwentaryzacyjnych. Wyniki wywiadu terenowego uwidacznia się kolorem czerwonym na kopii mapy zasadniczej lub mapy hybrydowej (ortofotomapa wraz z opracowaniem kartograficznym).

Efektom wizji terenowej jest opis wykonanych czynności w formie tekstowej lub tabelarycznej, dokumentacja fotograficzna, ewentualnie uzupełniony spis materiałów archiwalnych i publikowanych oraz zaktualizowane mapy tematyczne.

Fotografie należy wykonać z geolokalizacją (współrzędne x, y miejsca, w którym zostało

wykonane zdjęcie), opisać, podając miejsce, kilometraż projektowanej drogi oraz opis zagospodarowania terenu uwidoczniiony na zdjęciu.

Załącznik 7 Projektowanie badań podłoża budowlanego

Załącznik 7.1 Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego (STeŚ) lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego z elementami Koncepcji Programowej (STeŚ-R I Etap)

Na etapie STeŚ i STeŚ-R I Etap należy zaprojektować badania hydrogeologiczne, kartowanie: hydrogeologiczne, geologiczno-inżynierskie, badania geofizyczne, wiercenia i sondowania oraz badania laboratoryjne zgodnie z informacjami podanymi w rozdziałach Załącznik 7. 1. 1 - Załącznik 7. 1. 5.

Załącznik 7. 1. 1 Kartowanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie

Na etapie STeŚ i STeŚ-R I Etap należy zinwentaryzować wszystkie zagrożenia geologiczne naturalne i wywołane działalnością człowieka (Załącznik 20. 1) oraz ocenić cechy masywu skalnego w strefie buforowej (po minimum **2 km** od osi drogi) oraz w strefie zagrożeń (Tabela 85).

Inwentaryzację zagrożeń należy wykonać w oparciu o dane archiwalne i wizję terenową (rozdział 3) oraz przetworzone sceny satelitarne (Załącznik 10. 2), ortofotomapę i numeryczny model terenu (Załącznik 6. 3). Na obszarach, gdzie nie jest możliwa inwentaryzacja zagrożeń na podstawie wymienionych materiałów projektuje się kartowanie geologiczno-inżynierskie.

Prace kartograficzne w zakresie oceny masywu skalnego obejmują identyfikację podstawowych cech masywu, takich jak: morfologia powierzchni masywu, litologia i stratygrafia skał budujących masyw, obecność struktur tektonicznych (w tym nieciągłości) oraz charakterystykę masywu skalnego zgodnie z wymaganiami rozdziału 7.

Na etapie STeŚ i STeŚ-R I etap należy także przeprowadzić kartowanie hydrogeologiczne zgodnie z wymaganiami rozdziału 5.1.

Załącznik 7. 1. 2 Pomiary geodezyjne

Na etapie STeŚ i STeŚ-R I Etap pomiary geodezyjne dla potrzeb badania podłoża wykonywane są w celu wytyczenia, a później inwentaryzacji punktów dokumentacyjnych w tym badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań.

W tym celu niezbędne jest pozyskanie na podstawie materiałów projektowych współrzędnych lokalizacji punktów osiowych wariantu oraz punktów dokumentacyjnych w tym badań geofizycznych, wierceń i sondowań (jeśli będą zaprojektowane do wykonania). W wyniku, czego należy sporządzić wykaz współrzędnych (w układzie PL-2000 i PL-1992) wszystkich projektowanych punktów dokumentacyjnych i punktów osiowych wariantu. Wraz z wykazem współrzędnych sporządza się szkic lokalizacji z ich numerami. Szkic należy sporządzić na podkładzie ortofotomapy lub mapy sytuacyjno-wysokościowej (ze szczególnym wyróżnieniem granic nieruchomości) o skali uzależnionej od stopnia zagospodarowania terenu i wymagań inwestora. Szkic należy uzupełnić o tytuł dokumentu, skalę, dane lokalizacyjne (województwo, powiat, gmina), strzałkę północy, siatkę współrzędnych, datę oraz imię i nazwisko sporządzającego.

W celu wyznaczenia określonych punktów w terenie, należy zaprojektować sposób ich wytyczenia z uwzględnieniem wymaganych dokładności. Punkty dokumentacyjne oraz punkty osiowe wariantu należy wyznaczać z błędem nie większym niż ± 0.30 m z wykorzystaniem różnicowych fazowych metod satelitarnych GNSS lub klasycznych metod geodezyjnych w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej lub pomiarowej.

Do inwentaryzacyjnych pomiarów sytuacyjnych punktów dokumentacyjnych, w tym otworów wiertniczych, sondowań i innych badań polowych oraz przebiegu profili i punktów badań

geofizycznych należy wykorzystywać metody geodezyjne zapewniające określenie położenia sytuacyjnego z błędem nie większym niż ± 0.30 m względem najbliższej poziomej osnowy geodezyjnej lub osnowy pomiarowej. Pomiary sytuacyjne wykonuje się następującymi metodami zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego:

- pomiar satelitarny z wykorzystaniem GNSS (metoda statyczna, szybka statyczna lub kinematyczna, w tym RTK, RTN oraz PPP),
- pomiar biegunowy (z wykorzystaniem tachimetrów),
- wcięć liniowych,
- wcięć kątowych,
- rzędnych i odciętych.

W celu wyznaczenia rzędnych wysokościowych ww. punktów dokumentacyjnych możliwe jest wykorzystanie metody niwelacji geometrycznej, trygonometrycznej, satelitarnej (w tym z wykorzystaniem metod kinematycznych RTK, RTN i PPP) lub metodą skanowania laserowego. Wybór instrumentu pomiarowego, przebiegu pomiaru oraz metod opracowania wyników musi zapewnić wyznaczenie wysokości z błędem nie większym niż ± 0.10 m względem najbliższej pionowej osnowy geodezyjnej lub osnowy pomiarowej.

Współrzędne przestrzenne punktów dokumentacyjnych należy wyznaczać w państwowym systemie odniesień przestrzennych, przy czym współrzędne płaskie powinny być obliczone w układzie PL-1992 oraz PL-2000, zaś rzędną wysokościową podaje się w układzie PL-KRON86-NH lub PL-EVRF2007-NH, zaś po dniu 31 grudnia 2019 r. tylko w układzie PL-EVRF2007-NH.

Tyczeniowe i inwentaryzacyjne pomiary geodezyjne wykonywane dla punktów dokumentacyjnych w tym przede wszystkim dla prac kartograficznych, badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań na etapie STEŚ i STEŚ-R I Etap powinny być realizowane z zachowaniem przedstawionego schematu:

- na podstawie dokumentacji projektowej oraz przygotowanego wcześniej szkicu dokumentacyjnego wykonuje się tyczenia w terenie punktów osiowych wariantu (co 50 m) oraz punktów dokumentacyjnych właściwych do realizacji zaprojektowanych prac w tym przede wszystkim prac kartograficznych, badań geofizycznych, wierceń i sondowań. Proces tyczenia dokumentuje się w postaci szkicu tyczenia (będący kopią szkicu dokumentacyjnego, na którym oznacza się wytyczone punkty wraz z zrealizowanymi miarami), który po zakończeniu prac jest przekazywany odpowiednio do zespołu realizującego m.in. prace kartograficzne, badania geofizyczne, wiercenia, sondowania,
- w oparciu o wytyczone i zamarkowane palikami w terenie punkty, zespoły geofizyczne i kartograficzne realizują zaprojektowane badania,
- ponieważ w okresie między badaniami geofizycznymi i pracami kartograficznymi, a realizacją zaprojektowanych wierceń i sondowań część punktów osiowych wariantu oraz punktów dokumentacyjnych w zakresie wierceń i sondowań mogła ulec zniszczeniu, zespół realizujący prace geodezyjne bezpośrednio przed wierceniami i sondowaniami przeprowadza wywiad terenowy oraz tyczy i stabilizuje utracone punkty osiowe wariantu oraz punkty dokumentacyjne. Kopia szkicu tyczenia przekazywana jest zespołowi wykonującemu dalsze badania, co w połączeniu z wbitymi w terenie palikami pozwoli zespołom odpowiedzialnym za wiercenia i sondowania zorientować się w terenie oraz zrealizować poprawnie zakres prac,
- w przypadku braku możliwości realizacji badań w wyznaczonych punktach

dokumentacyjnych, co powoduje zmianę lokalizacji wierceń i sondowań, niezbędna jest dokumentacja fotograficzna przyczyn zmiany oraz wskazanie rzeczywistego miejsca badań zespołowi realizującemu pomiary geodezyjne,

- po wykonaniu badań, każdy zmieniony punkt dokumentacyjny musi podlegać geodezyjnemu pomiarowi inwentaryzacyjnemu.

Załącznik 7.1.3 Badania geofizyczne

Na etapie STEŚ i STEŚ-R I Etap, w ramach badań geofizycznych należy zaprojektować sondowania elektrooporowe (VES) w miejscach projektowanych tuneli, głębokich wykopów lub wysokich nasypów w liczbie 1 stanowisko VES (2 sondowania wykonane w układzie krzyżowym) na około 100 m długości tunelu/wykopu/nasypu zlokalizowanych na każdym wariantie projektowanej trasy. Dopuszcza się przesunięcie lokalizacji sondowania VES nie więcej niż 50 m prostopadle od osi wariantu projektowanej trasy tak, aby pojedyncze sondowanie VES mogło służyć rozpoznaniu dla różnych wariantów trasy.

Dodatkowo zaleca się, aby sondowania elektrooporowe projektować w miejscach, gdzie wykonanie wierceń nie jest możliwe z uwagi na przepisy dotyczące ochrony środowiska.

Lokalizacja sondowań VES powinna uwzględniać uwarunkowania terenowe, spodziewaną budowę geologiczną i dostępne dane archiwalne (m. in. otwory wiertnicze, odsłonięcia), a także ograniczenia metody (elementy infrastruktury, czy też niekorzystne układy warstw geologicznych).

Głębokość badań powinna być dostosowana do przebiegu niwelety lub do głębokości rozpoznania ustalonej przez dokumentatora.

Załącznik 7.1.4 Wiercenia i sondowania

W celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych w podłożu drogi (główniej, dojazdowych, serwisowych i innych), wiercenia i sondowania należy zaprojektować zgodnie z minimalnymi wymaganiami podanymi w tabeli (Tabela 22).

Tabela 22 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych dróg na etapie STEŚ i STEŚ-R I Etap

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba wierceń na 1 km wzdłuż osi wariantu ⁶ [szt.]	Minimalna liczba wierceń w przekroju poprzecznym do osi wariantu [szt.]	Minimalna liczba sondowań na 1 km osi wariantu [szt.]	Minimalna liczba sondowań w przekroju poprzecznym do osi wariantu [szt.]
proste złożone skomplikowane	A, S, GP, G	≥1	5 (rozstaw wierceń nie mniejszy niż 100 m nie większy niż 300 m)	1 (ciąg główny)	w zależności od potrzeb	w zależności od potrzeb

W celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych w podłożu drogowych obiektów inżynierskich (DOI), wiercenia i sondowania należy wykonać zgodnie z minimalnymi wymaganiami przedstawionymi w tabeli (Tabela 23).

⁶ W technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się zmianę liczby wierceń, przy czym średnia liczba wierceń na 1 km nie może być mniejsza niż 5.

Tabela 23 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych drogowych obiektów inżynierskich na etapie STEŚ i STEŚ-R I Etap.

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Minimalna liczba wierceń w zależności od warunków gruntowych		Minimalna liczba sondowań
	proste	złożone/skomplikowane	
przepusty obiekty mostowe o długości całkowitej obiektu < 200 m	1 (otwór w obrysie obiektu, w miarę możliwości w jego osi)		w zależności od potrzeb
obiekty mostowe o długości całkowitej obiektu ≥200 m	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu w obrysie obiektu, w miarę możliwości w jego osi) lecz nie rzadziej niż co 200 m		w zależności od potrzeb
konstrukcje oporowe i tunele	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu w obrysie obiektu, w miarę możliwości w jego osi) lecz nie rzadziej niż co 200 m		w zależności od potrzeb

Dla etapu STEŚ, STEŚ-R I Etap wiercenia i sondowania należy zaplanować w miejscach występowania anomalii geofizycznych, w miejscach wyróżniających się w topografii terenu stwierdzonych na podstawie analizy dostępnych materiałów kartograficznych np. obniżenia terenu, bagna, torfowiska, podmokłości itp..

Dla etapu STEŚ i STEŚ-R I Etap dla tuneli zaleca się dodatkowo zaplanować wiercenia w miejscach wyróżniających się w topografii terenu stwierdzonych na podstawie przeprowadzonego kartowania geologiczno-inżynierskiego (rozdział Załącznik 7.1. 1) lub/i analizy dostępnych materiałów kartograficznych (np. uskoki, leje, zapadliska itp.).

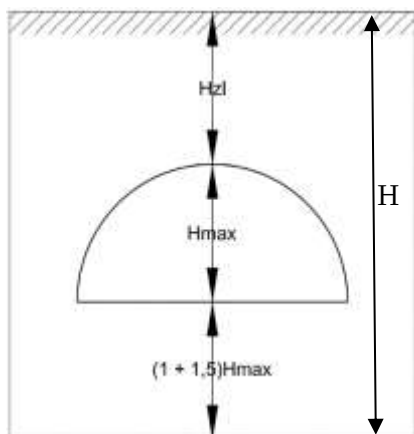
Dla etapu STEŚ i STEŚ-R I Etap sondowania są zalecane. Niedopuszczalne jest zastępowanie wierceń sondowaniami. Zakres i ilość sondowań może ustalić inwestor na etapie postępowania przetargowego.

We wszystkich otworach wiertniczych wykonywanych dla drogowych obiektów inżynierskich należy zaprojektować pomiary i obserwacje hydrogeologiczne w zakresie nawierconych i ustabilizowanych zwierciadeł wód podziemnych (rozdział 5.7).

Dla wszystkich typów dróg głębokość rozpoznania wierceniami i sondowaniami w gruntach nie powinna być mniejsza niż **3 m** poniżej podstawy nasypu lub dna wykopu lub podstawy warstw konstrukcyjnych przy uwzględnieniu dodatkowych wymagań np.: występowanie gruntów słabych. W miejscach projektowanych nasypów o wysokości większej niż **3 m**, głębokość rozpoznania poniżej podstawy nasypu musi być równa, co najmniej wysokości nasypu.

Dla drogowych obiektów inżynierskich z wyjątkiem tuneli dla etapu STEŚ i STEŚ-R I Etap głębokość rozpoznania wierceniami i sondowaniami w gruntach nie powinna być mniejsza niż **15 m p.p.t.**

W przypadku budowy tuneli wykonywanych w skałach i gruntach, głębokość rozpoznania (H) powinna uwzględniać warstwy zalegające od stropu budowli podziemnej aż do powierzchni (H_{zl} – miąższość warstw zalegających), warstwy w których tunel zostanie wykonany (H_{max} – największa planowana wysokość wyrobiska) oraz warstwy spągowe na głębokość $(1÷1,5)H_{max}$. Całkowita głębokość rozpoznania wynosi $H=H_{zl} + (2÷2,5)H_{max}$ (Rysunek 21).



Rysunek 21 Zasięg rozpoznania masywu skalnego w otoczeniu tunelu - STEŚ i STEŚ-R I Etap

W przypadku wystąpienia na głębokości rozpoznania gruntów słabych, dla których zachodzi przypuszczenie, że nie można na nich bezpośrednio posadowić budowli z uwagi na możliwość przekroczenia dopuszczalnych stanów granicznych (użytkowości), wiercenie lub sondowanie należy prowadzić do głębokości, co najmniej **2 m** poniżej tych gruntów.

Umownie przyjmuje się, że do gruntów takich zalicza się:

- grunty organiczne (namuły, torfy, gytie),
- grunty spoiste w stanie gorszym niż plastyczny,
- grunty niespoiste w stanie luźnym,
- grunty antropogeniczne z wyjątkiem nasypów budowlanych.

Dopuszcza się ograniczenie głębokości punktów dokumentacyjnych o 30% w przypadku stwierdzenia w podłożu jednorodnych warstw o znacznej miąższości (np. ility plioceńskie, ility krakowieckie, lita i jednorodna skała etc.).

Jeżeli poziom niwelety drogi lub planowanego posadowienia drogowych obiektów inżynierskich (za wyjątkiem tuneli), obiektów wyposażenia technicznego dróg, innych obiektów stanowi podłoże skalne o wartościach wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie:

- $R_c=1-5 \text{ MPa}$ ⁷ - czyli skały (hard soil/soft rock) o bardzo niskiej wytrzymałości (PN-EN ISO 14689, PN-EN ISO 14688-2) - to głębokość rozpoznania od poziomu niwelety może zostać zredukowana do 2 m;
- $R_c > 5 \text{ MPa}$ (lite/niewietrzałe) - czyli skały o niskiej wytrzymałości i wyższej (PN-EN ISO 14689) - to głębokość rozpoznania od poziomu niwelety może zostać zredukowana do 0,0-0,5 m (pod warunkiem, że budowa geologiczna jest rozpoznana oraz znana jest wartość wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie z badań laboratoryjnych, w innym przypadku patrz wytyczne dla $R_c=1-5 \text{ MPa}$).

Na potrzeby oceny warunków hydrogeologicznych na etapie STEŚ i STEŚ-R I etap może być wymagane założenie sieci otworów obserwacyjnych (piezometrów). Instalacja piezometrów na potrzeby oceny warunków hydrogeologicznych jest wymagana w następujących przypadkach:

- w przypadku stwierdzenia, że dane pozyskane z otworów geologiczno-inżynierskich są niewystarczające do oceny warunków hydrogeologicznych – w ilości umożliwiającej ocenę warunków hydrogeologicznych,
- na każdym odcinku występowania niezolowanego od powierzchni zwierciadła wód

⁷ $R_c < 1 \text{ MPa}$ - skrajnie słabe skały – stosujemy wymagania jak dla gruntów

gruntowych w ilości 1 otwór obserwacyjny (piezometr) na każdy 5 km drogi (w przypadku krótszych odcinków 1 piezometr na cały odcinek),

- w miejscach stwierdzonego artezyjskiego zwierciadła wód gruntowych w ilości 1 otwór obserwacyjny na obiekt lub odcinek drogi, lecz nie rzadziej niż co 500 m,

Zafiltrować należy zawsze pierwszy poziom wodonośny (lub w razie konieczności - warstwę w której możliwe jest okresowe pojawienie się wody) lub – jeśli występuje - poziom artezyjski.

W przypadku instalacji piezometru dla pierwszego poziomu wód gruntowych, strefa zafiltrowana powinna znajdować się poniżej możliwego minimalnego poziomu wód gruntowych.

W otworach obserwacyjnych można przeprowadzić badania hydrogeologiczne zgodnie z wymaganiami załącznika (Załącznik 15).

Po wykonaniu otworu obserwacyjnego (piezometru) należy przeprowadzić pompowanie oczyszczające.

Otwory należy lokalizować na spływie wód podziemnych w stosunku do projektowanej inwestycji.

Otwory te mogą mieć charakter tymczasowy (likwidacja po zakończeniu pomiarów) lub – po uzgodnieniu z Inwestorem – stały.

Załącznik 7. 1. 5 Badania laboratoryjne

Na etapie STEŚ i STEŚ-R I Etap nie są wymagane badania laboratoryjne gruntów. Zakres i ilość wymaganych badań laboratoryjnych może ustalić Inwestor na etapie postępowania przetargowego.

Na etapie STEŚ i STEŚ-R I Etap wymaga się zaprojektowania badań laboratoryjnych dla próbek skał pobranych z wierceń wykonywanych pod tunele w skałach zgodnie z tabelą (Tabela 24).

Tabela 24 Minimalny zakres badań laboratoryjnych próbek skał pobranych z wierceń pod tunele w skałach na etapie STEŚ, STEŚ-R I Etap na podstawie PN-EN 1997-2 oraz Tajduś i in, 2012

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania	Wymagania	STEŚ, STEŚ-R I Etap
1	Wilgotność	Wartość (w)	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na 1 mb rdzenia	W
2	Gęstość objętościowa	Wartość: (ρ_0), (γ_0)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1 badanie na 2 mb rdzenia oraz 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały	W
3	Wytrzymałość	Wartość: (σ_c / R_c) lub zamiennie Wartość: (I_{50}), (K_a / A)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń) lub zamiennie Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 10 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	W
		Wartość: ($\sigma_T / \sigma_r / R_r$), (σ_g / R_g)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)	W
W- wymagane				

Zakres parametrów geotechnicznych, które można podać w studium podano w załączniku (Załącznik 19).

Załącznik 7. 1. 6 Liczba przekrojów

Wymagana liczba przekrojów geologiczno-inżynierskich - 1 równoległy do osi wariantu uwzględniający wyniki wierceń, sondowań (jeśli są zaprojektowane) i badań geofizycznych dla drogi i drogowych obiektów inżynierskich.

Załącznik 7. 2 Projektowanie badań na etapie Koncepcji Programowej (KP) lub Studium Techniczno-Ekonomiczno-Środowiskowego z elementami Koncepcji Programowej (STEŚ-R II Etap)

Etap STEŚ-R II Etap i KP jest podstawowym etapem rozpoznania podłoża budowlanego.

Na etapie STEŚ-R II Etap i KP należy zaprojektować kartowanie geologiczno-inżynierskie, badania geofizyczne, wiercenia i sondowania oraz badania laboratoryjne oraz jeśli wymagane badania hydrogeologiczne zgodnie z informacjami podanymi w rozdziałach Załącznik 7. 2. 1 - Załącznik 7. 2. 5.

Załącznik 7. 2. 1 Kartowanie geologiczno-inżynierskie

Na etapie STEŚ-R II Etap i KP należy zinwentaryzować wszystkie zagrożenia geologiczne naturalne i wywołane działalnością człowieka (Załącznik 20. 1) oraz ocenić cechy masywu skalnego w strefie buforowej (po minimum 50-100 m od osi drogi w warunkach prostych i złożonych oraz 100-500 m w warunkach skomplikowanych) oraz w strefie zagrożeń (Tabela 86).

Na etapie STEŚ-R II Etap i KP należy wytypować obszary zagrożeń geologicznych, które mogą mieć wpływ na zachowanie się obiektu budowlanego, budowę i eksploatację drogi do szczegółowych badań. Obszary te należy rozpoznać w całości zgodnie z wymaganiami poradnika pt.: „Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych” (Frankowski Z. i in., 2012) oraz „Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego” (Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. i in., 2018).

W przypadku osuwisk należy opracować/zaktualizować tzw. kartę rejestracyjną osuwiska dla wszystkich osuwisk zlokalizowanych na zboczu nad projektowaną drogą aż do górnej krawędzi zbocza, a także dodatkowo - w przypadku stwierdzenia możliwego wpływu na budowę i eksploatację obiektu - poniżej drogi. Wymaga się, aby karta rejestracyjna osuwiska była zgodna z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi.

W przypadku oddziaływań górniczych należy pozyskać materiały o możliwych wstrząsach sejsmicznych i odkształceniach podłoża od podmiotów prowadzących eksploatację lub jednostki archiwizującej dane górnicze, a także skorzystać z przetworzonych scen satelitarnych (rozdział Załącznik 10. 2), ortofotomap i numerycznych modeli terenu (rozdział 3).

Na potrzeby oceny masywu skalnego należy wykonać prace kartograficzne, które obejmują identyfikację podstawowych cech masywu, takie jak: morfologia powierzchni masywu, litologia i stratygrafia skał budujących masyw, oraz obecności struktur tektonicznych (w tym nieciągłości) oraz charakterystykę masywu skalnego zgodnie z wymaganiami rozdziału 7.

Załącznik 7. 2. 2 Pomiary geodezyjne

Na etapie STEŚ-R II Etap lub KP pomiary geodezyjne dla potrzeb badania podłoża wykonywane są w celu wytyczenia, a później inwentaryzacji punktów dokumentacyjnych w tym przede wszystkim prac kartograficznych, badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań.

W tym celu niezbędne jest pozyskanie współrzędnych w drodze geodezyjnego opracowania projektu robót geologicznych oraz innych opracowań. Następnie należy sporządzić wykaz

współrzędnych (w układzie PL-2000 i PL-1992) wszystkich punktów osiowych i/lub skrajnych drogi oraz projektowanych punktów dokumentacyjnych w tym przede wszystkim badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań. Z wykazem współrzędnych sporządza się szkic lokalizacji wszystkich punktów wraz z ich numerami. Szkic należy sporządzić na podkładzie ortofotomapy lub mapy zasadniczej i informacji z operatu ewidencji gruntów i budynków (ze szczególnym wyróżnieniem granic nieruchomości) o skali uzależnionej od stopnia zagospodarowania terenu lub wymagań inwestora. Szkic należy uzupełnić o tytuł dokumentu, skalę, dane lokalizacyjne (województwo, powiat, gmina), strzałkę północy, siatkę współrzędnych, datę oraz imię i nazwisko sporządzającego.

W celu wyznaczenia określonych punktów w terenie, należy zaprojektować sposób ich wytyczenia z uwzględnieniem wymaganych dokładności. Punkty drogi i punkty dokumentacyjne należy wyznaczać z błędem nie większym niż ± 0.30 m z wykorzystaniem różnicowych fazowych metod satelitarnych GNSS lub klasycznych metod geodezyjnych w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej lub pomiarowej. W przypadku realizacji profili geofizycznych oprócz punktów początku i końca odcinków prostoliniowych profilu należy również wskazać punkty pośrednie, gwarantujące odchyłki od prostoliniowości z błędem nie większym niż ± 0.30 m.

Do inwentaryzacyjnych pomiarów sytuacyjnych punktów dokumentacyjnych, w tym otworów wiertniczych, sondowań i innych badań polowych oraz przebiegu profili i punktów badań geofizycznych należy wykorzystywać metody geodezyjne zapewniające określenie położenia sytuacyjnego z błędem nie większym niż ± 0.30 m względem najbliższej poziomej osnowy geodezyjnej lub osnowy pomiarowej. Pomiar sytuacyjny wykonuje się następującymi metodami zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego:

- pomiar satelitarny z wykorzystaniem GNSS (metoda statyczna, szybka statyczna lub kinematyczna, w tym RTK, RTN oraz PPP),
- pomiar biegunowy (z wykorzystaniem tachimetrów),
- wcięć liniowych,
- wcięć kątowych,
- rzędnych i odciętych.

W celu wyznaczenia rzędnych wysokościowych ww. punktów dokumentacyjnych możliwe jest wykorzystanie metody niwelacji geometrycznej, trygonometrycznej, satelitarnej (w tym z wykorzystaniem metod kinematycznych RTK, RTN i PPP) lub metodą skanowania laserowego. Wybór instrumentu pomiarowego, przebiegu pomiaru oraz metod opracowania wyników musi zapewnić wyznaczenie wysokości z błędem nie większym niż ± 0.10 m względem najbliższej pionowej osnowy geodezyjnej lub osnowy pomiarowej.

W przypadku wyznaczenia wzajemnego przewyższenia punktów pomiarowych w badaniach grawimetrycznych, o których mowa w załączniku (Załącznik 7. 2. 3, Załącznik 11. 6) wybór instrumentu pomiarowego, przebiegu pomiaru oraz metod opracowania wyników musi zapewnić wyznaczenie przewyższenia między punktami z błędem nie większym niż ± 0.01 m.

Współrzędne przestrzenne punktów dokumentacyjnych należy wyznaczać w państwowym systemie odniesień przestrzennych, przy czym współrzędne płaskie powinny być obliczone w układzie PL-1992 oraz PL-2000, zaś rzędną wysokościową podaje się w układzie PL-KRON86-NH lub PL-EVRF2007-NH, zaś po dniu 31 grudnia 2019 r. tylko w układzie PL-EVRF2007-NH.

Tyczeniowe i inwentaryzacyjne pomiary geodezyjne wykonywane dla punktów

dokumentacyjnych w tym przede wszystkim dla badań geofizycznych oraz wierceń i sondowań na etapie STES-R II Etap lub KP powinny być realizowane z zachowaniem przedstawionego schematu:

- na podstawie dokumentacji projektowej oraz przygotowanego wcześniej szkicu dokumentacyjnego wykonuje się tyczenia w terenie punktów osiowych i/lub skrajnych drogi (co 50 m z ewentualnym dogęszczeniem na krzywiznach) oraz punktów dokumentacyjnych właściwych do realizacji zaprojektowanych prac w tym przede wszystkim prac kartograficznych, badań geofizycznych, wierceń i sondowań. Proces tyczenia dokumentuje się w postaci szkicu tyczenia (będącego kopią szkicu dokumentacyjnego, na którym oznacza się wytyczone punkty wraz ze zrealizowanymi miarami), który po zakończeniu prac jest przekazywany odpowiednio do zespołu realizującego m.in. prace kartograficzne, badania geofizyczne, wiercenia, sondowania,
- w oparciu o wytyczone i zamarkowane palikami w terenie punkty, zespoły geofizyczne i kartograficzne realizują zaprojektowane badania,
- ponieważ w okresie między badaniami geofizycznymi i pracami kartograficznymi, a realizacją zaprojektowanych wierceń i sondowań część punktów osiowych i/lub skrajnych drogi oraz punktów dokumentacyjnych w zakresie wierceń i sondowań mogła ulec zniszczeniu, zespół realizujący prace geodezyjne bezpośrednio przed wierceniami i sondowaniami przeprowadza wywiad terenowy oraz tyczy i stabilizuje utracone punkty drogowe oraz punkty dokumentacyjne. Kopia szkicu tyczenia przekazywana jest zespołowi wykonującemu dalsze badania, co w połączeniu z wbitymi w terenie palikami pozwoli zespołom odpowiedzialnym za wiercenia i sondowania zorientować się w terenie oraz zrealizować poprawnie zakres prac,
- w przypadku braku możliwości realizacji badań w wyznaczonych punktach dokumentacyjnych, co powoduje zmianę lokalizacji wierceń i sondowań, niezbędna jest dokumentacja fotograficzna przyczyn zmiany oraz wskazanie rzeczywistego miejsca badań zespołowi realizującemu pomiary geodezyjne,
- po wykonaniu badań, każdy zmieniony punkt dokumentacyjny musi podlegać geodezyjnemu pomiarowi inwentaryzacyjnemu.

Załącznik 7. 2. 3 Badania geofizyczne

W celu określenia wstępnego układu warstw gruntów i skał w podłożu drogi, badania geofizyczne należy zaprojektować zgodnie z tabelą (Tabela 25).

Tabela 25 Wymagany minimalny zakres badań geofizycznych dla drogi

Klasa drogi	Liczba jezdni	Liczba profili geofizycznych wzdłuż osi drogi (ciąg główny)	ERT	GCM	MASW lub SRT	GPR	GRAW
S, GP, G, Z, L, D	1	1	krok pomiarowy: nie większy niż 2 m (rozstaw elektrod)	krok pomiarowy: nie większy niż 1 m prowadzone na nie mniej niż 4 zakresach głębokościowych	krok pomiarowy: nie większy niż 5 m (interwał strzałowy) dla MASW nie większy niż 2 m (rozstaw geofonów) dla SRT	składanie (sumowanie) nie mniejsze niż 32 razy; opcja automatycznego sumowania włączona; krok pomiarowy (odległość pomiędzy	Zdjęcie powierzchniowe rozstaw punktów nie większy niż 5-10 m

Klasa drogi	Liczba jezdni	Liczba profili geofizycznych wzdłuż osi drogi (ciąg główny)	ERT	GCM	MASW lub SRT	GPR	GRAW
A, S, GP, G, Z, L, D	2	1-2				trasami): nie większy niż 0.1 m dla anten 50-150 MHz, 0.05 m dla anten 150-250 MHz, 0.03÷0.05 m dla anten 500-800 MHz, nie większy niż 0.03 m dla anten powyżej 800 MHz	

Wzdłuż osi drogi projektuje się badania geofizyczne metodą ERT zgodnie z wymaganiami podanymi w tabeli (Tabela 25).

Badania geofizyczne metodą ERT można zastąpić stosując metodę GCM w przypadku, gdy spełnione są jednocześnie trzy warunki:

- projektowana droga przebiegać będzie na obszarach, gdzie występują proste warunki gruntowe,
- projektowana droga/węzeł przebiegać będzie w nasypach nie wyższych niż 3 m,
- zaprojektowane wiercenia i sondowania nie będą głębsze niż 3 m.

Dodatkowo dla drogi projektuje się badania geofizyczne metodą GCM w przypadkach, gdy na obszarze badań stwierdzono grunty organiczne w celu ich okonturowania.

W przypadku wykonania badań GCM i stwierdzenia, że lokalne warunki gruntowe odbiegają od prostych należy wykonać badania ERT.

Badania geofizyczne metodą MASW lub SRT-S dla drogi projektuje się w przypadkach, gdy:

- wymagana jest informacja o parametrach sprężystych podłoża budowlanego (w takim przypadku wykonuje się dodatkowy 1 profil metodą MASW lub SRT-S w profilu pokrywającym się z profilem ERT),
- występują skomplikowane warunki gruntowe (w takim przypadku wykonuje się dodatkowe profile metodą MASW lub SRT-S w profilach pokrywających się z profilami ERT).

Dodatkowo dla drogi projektuje się badania geofizyczne metodą SRT-P w przypadkach, gdy:

- na podstawie analizy materiałów archiwalnych w podłożu projektowanej drogi w przedziale głębokości 0-30 m p.p.t. stwierdzono występowanie zwietrzelin i skał (w takim przypadku dopuszcza się zaprojektowanie tylko 1 profilu metodą ERT, a drugiego metodą SRT-P). Projektując badania w postaci kompilacji metody ERT i SRT-P, należy zaprojektować je wzdłuż jednego wspólnego ciągu dla obu metod w osi drogi.

Dodatkowo dla drogi projektuje się badania geofizyczne metodą GPR w przypadkach, gdy:

- w podłożu projektowanej drogi stwierdzono występowanie form krasowych i innych naturalnych lub sztucznych pustek w podłożu – badania wymagane,
- w podłożu drogi występują skomplikowane warunki gruntowe – badania zalecane,
- w podłożu projektowanej drogi w przedziale głębokości 0-8 m p.p.t. stwierdzono występowanie zwietrzelin i skał – badania zalecane.

W przypadku gdy, metoda GPR będzie stosowana podczas prowadzenia przebudowy lub remontu drogi, a jej celem będzie rozpoznanie konstrukcji nawierzchni drogowej lub lokalizacji przebiegu

sieci uzbrojenie terenu to należy stosować anteny o częstotliwości ≥ 500 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 25) a dobór częstotliwości stosowanych anten oraz krok pomiarowy musi być skorelowany z oczekiwaną rozdzielczością umożliwiającą rozpoznanie warstw konstrukcji bądź elementów sieci uzbrojenia terenu. Jeżeli celem jest określenia wstępnego układu warstw gruntów i skał w podłożu drogi pod konstrukcją nawierzchni drogowej to należy stosować anteny o częstotliwości ≤ 250 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 25).

Dodatkowo dla pasa drogowego i strefy zagrożeń projektuje się geofizyczne badania grawimetryczne w przypadkach, gdy w podłożu projektowanej drogi stwierdzono występowanie:

- szkód górniczych,
- form krasowych
- innych pustek naturalnych i sztucznych w podłożu drogi.

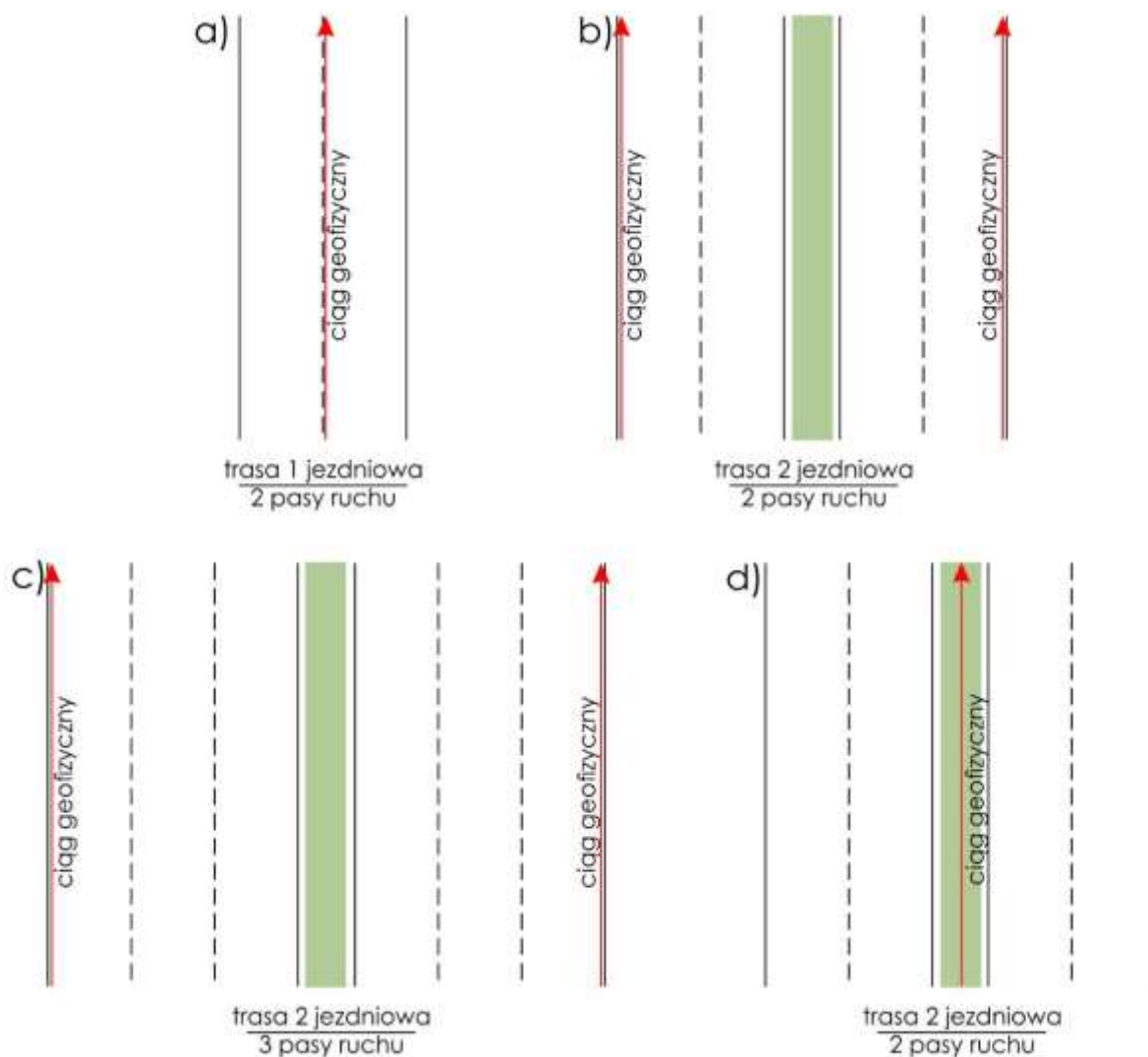
Odstępstwa od wymaganego minimalnego zakresu badań geofizycznych po uzasadnieniu należy uzgadniać z inwestorem.

Dobłą praktyką jest stosowanie kilku różnych metod geofizycznych, wszędzie tam gdzie mamy do czynienia ze skomplikowaną budową geologiczną (zakresy i metody należy każdorazowo uzgodnić z inwestorem).

Badania geofizyczne należy tak projektować, aby głębokość rozpoznania podłoża budowlanego dla drogi, w zależności od zastosowanej metody badań geofizycznych, wynosiła nie mniej niż podano w tabeli (Tabela 8).

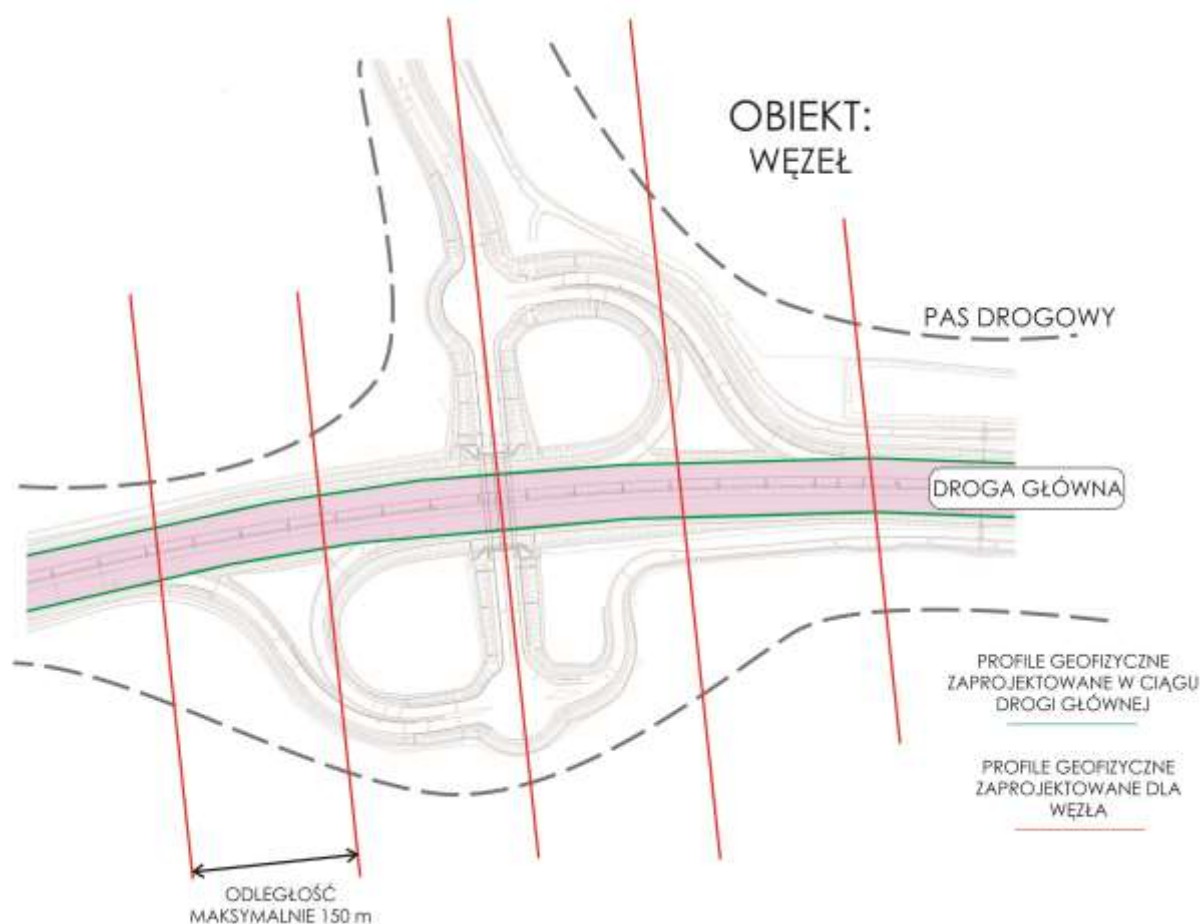
Dla obszaru drogi głównej lokalizację badań geofizycznych projektuje się z zachowaniem następujących warunków (nie dotyczy grawimetrii, którą wykonuje się powierzchniowo):

- dla tras jednojezdniowych (Rysunek 22a) badania geofizyczne należy zaprojektować w osi jezdni w postaci jednego profilu geofizycznego,
- dla tras 2 jezdniowych z dwoma lub większą liczbą pasów ruchu (Rysunek 22b, c) badania geofizyczne należy zaprojektować w postaci 2 profili geofizycznych w skrajnych pasach obu jezdni, tak by przebiegały przez miejsca planowanych wierceń i sondowań,
- w szczególnych przypadkach (dla tras 2 jezdniowych), jeśli przewidziane są badania geofizyczne różnymi metodami geofizycznymi dopuszcza się wykonanie tych badań wzdłuż jednego profilu w osi drogi (Rysunek 22d),
- w pracach geofizycznych, które realizowane są różnymi metodami geofizycznymi, badania geofizyczne należy prowadzić po tych samych liniach pomiarowych (o ile pozwalają na to warunki terenowe i ograniczenia poszczególnych metod),
- w przypadku nakładania się przebiegu projektowanej drogi z drogami istniejącymi dopuszcza się zmianę lokalizacji profili geofizycznych poza istniejący pas drogowy.



Rysunek 22 Schemat zaprojektowania profili geofizycznych dla pasa drogowego, w zależności od liczby jezdni

Dla węzłów drogowych lokalizację, długość i liczbę profili geofizycznych zaleca się dobrać w zależności od rozmiaru węzła, przy czym minimalna wymagana liczba profili geofizycznych dla węzła drogowego nie może być mniejsza niż 3 profile geofizyczne, a maksymalna odległość między kolejnymi, równoległymi profilami geofizycznymi nie może być większa niż 150 m (Rysunek 23). Przy projektowaniu badań geofizycznych dla węzłów drogowych należy uwzględnić wymagania wraz z uwagami podane w tabeli (Tabela 25).



Rysunek 23 Schemat zaprojektowania profili geofizycznych dla węzła drogowego

W przypadku zidentyfikowania w pasie drogowym lub w strefie zagrożeń osuwiska należy zaprojektować zakres badań zgodnie z poradnikiem (Frankowski Z. i in., 2012) w tym badań geofizycznych metodą ERT oraz dodatkowo profile:

- SRT-S dla osuwisk w gruntach,
- SRT-P dla osuwisk w rejonach o podłożu skalnym.

W przypadku braku możliwości wykonania badań geofizycznych metodą SRT należy wykonać badania metodą GPR.

Przebieg profili geofizycznych powinien umożliwić rozpoznanie strefy osuwiska i jego bezpośredniego otoczenia. Każdy przypadek powinien być potraktowany indywidualnie i wymaga dostosowania liczby profili geofizycznych do lokalnych warunków terenowych, rozmiaru osuwiska i budowy geologicznej. Niezależnie od szerokości osuwiska wykonuje się min. 1 profil geofizyczny zlokalizowany w osi osuwiska i 1 profil zlokalizowany poprzecznie do osi osuwiska. Dla osuwisk, których szerokość przekracza 200 m, należy wykonać dodatkowy profil równoległy do osi osuwiska na każde kolejne, rozpoczęte 200 m szerokości.

Badania geofizyczne należy projektować tak, aby głębokość rozpoznania podłoża budowlanego dla drogi i węzłów drogowych, w zależności od zastosowanej metody badań geofizycznych, była zgodna z tabelą (Tabela 8).

W celu określenia wstępnego układu warstw gruntów i skał w podłożu drogowych obiektów inżynierskich, badania geofizyczne należy zaprojektować zgodnie z tabelą (Tabela 26).

Tabela 26 Wymagany minimalny zakres badań geofizycznych dla drogowych obiektów inżynierskich

Rodzaj obiektu	Usytuowanie drogowego obiektu inżynierskiego względem drogi	Liczba profili geofizycznych (ciąg główny)		ERT	MASW lub SRT (SRT-P, SRT-S)	GPR
		równoległy do osi obiektu poprzecznej do osi drogi głównej	poprzeczny do osi obiektu równoległej do osi drogi głównej			
obiekty mostowe jedno- i wieloprzęsłowe	poprzeczne do drogi	1	-	krok pomiarowy: max. 2 m (rozstaw elektrod)	krok pomiarowy: max. 5 m (interwał strzałowy) dla MASW max. 2 m (rozstaw geofonów) dla SRT	składanie (sumowanie) min. 64 razy; opcja automatycznego sumowania włączona; krok pomiarowy (odległość pomiędzy trasami): max. 0.1 m dla anten 50-150MHz, 0.05 m dla anten 150-250 MHz
konstrukcje oporowe	w ciągu drogi	-	1 co 200 m			
	poprzeczne do drogi	1	-			
tunele w gruntach	w ciągu drogi	1 na komorę	1 co 100 m		krok pomiarowy: max. 5 m (interwał strzałowy) dla MASW max. 2 m (rozstaw geofonów) dla SRT-S	
	poprzeczne do drogi	1	-			
tunele w skałach	w ciągu drogi	1 na komorę 1 w osi tunelu	3 na portal 1 w miejscu najgłębszego położenia	krok pomiarowy: max. 5 m (rozstaw elektrod)	krok pomiarowy: max. 5 m (rozstaw geofonów) dla SRT-P	ND
	poprzeczne do drogi	1	-			ND

Dla drogowych obiektów inżynierskich projektuje się badania geofizyczne metodą ERT zgodnie z wymaganiami podanymi w tabeli (Tabela 26).

Badania geofizyczne metodą MASW lub SRT-S dla DOI projektuje się w przypadkach, gdy:

- wymagana jest informacja o parametrach sprężystych podłoża budowlanego,
- w podłożu DOI występują skomplikowane warunki gruntowe.

Dodatkowo dla DOI projektuje się badania geofizyczne metodą SRT-P w przypadkach, gdy:

- na podstawie analizy materiałów archiwalnych w podłożu DOI w przedziale głębokości 0-30 m p.p.t. stwierdzono występowanie zwierzelin i skał.

Dodatkowo dla DOI projektuje się badania geofizyczne metodą GPR w przypadkach, gdy:

- w podłożu DOI stwierdzono występowanie form krasowych i innych naturalnych lub sztucznych pustek w podłożu (W),
- w podłożu DOI występują skomplikowane warunki gruntowe (Z),
- w podłożu DOI w przedziale głębokości 0-8 m p.p.t. stwierdzono występowanie zwierzelin i skał (Z),

Dodatkowo dla DOI i strefy zagrożeń projektuje się badania geofizyczne - grawimetryczne w przypadkach, gdy w podłożu projektowanej drogi stwierdzono występowanie:

- szkód górniczych,
- form krasowych
- innych pustek naturalnych i sztucznych w podłożu drogi.

Zakres badań geofizycznych w miejscu planowanych tuneli należy każdorazowo dostosować indywidualnie w zależności od budowy geologicznej, morfologii terenu oraz rozmiaru tunelu.

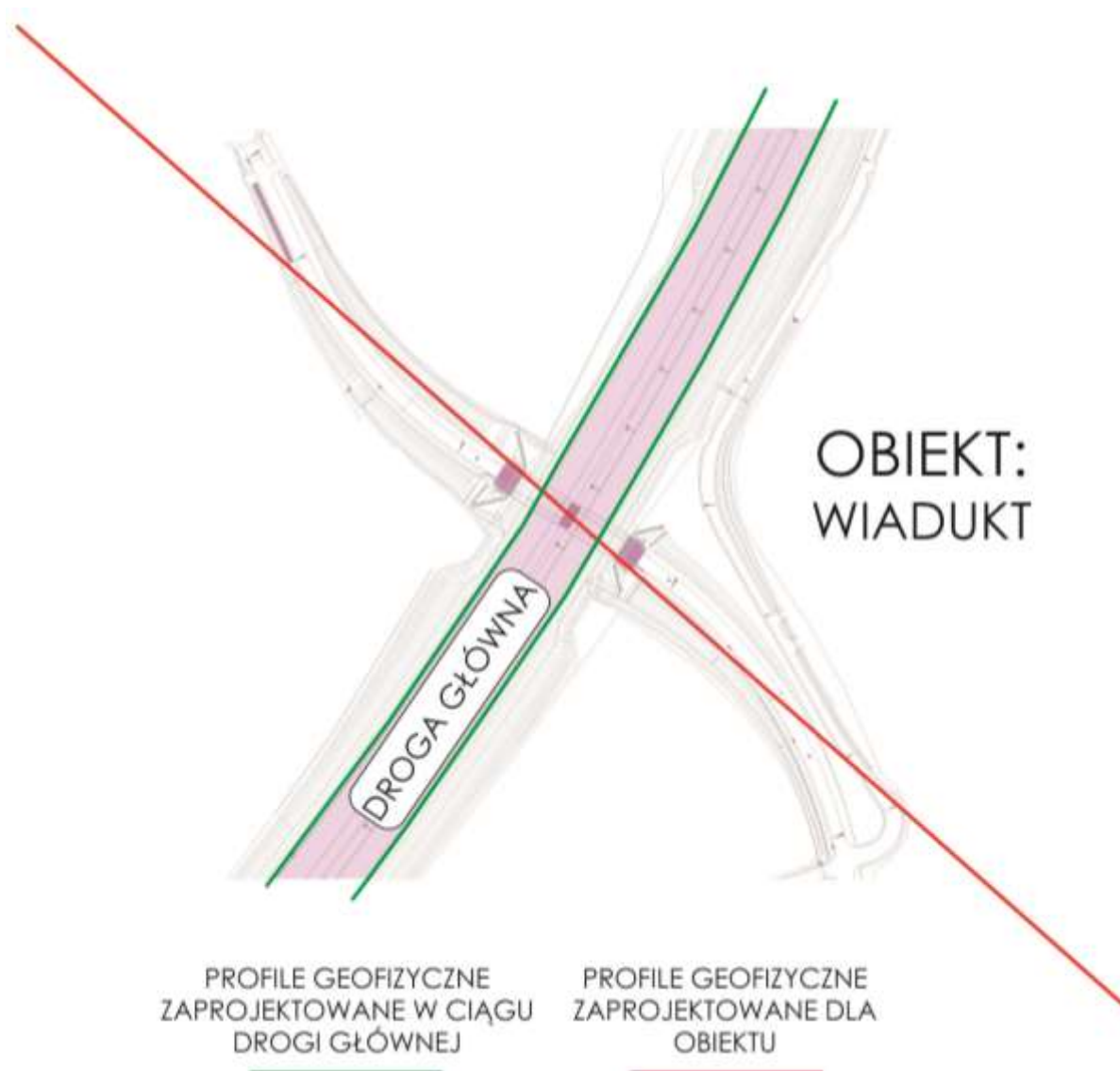
Odstępstwa od wymaganego minimalnego zakresu badań geofizycznych po uzasadnieniu należy uzgadniać z inwestorem.

Dobłą praktyką jest stosowanie kilku różnych metod geofizycznych, wszędzie tam gdzie mamy do czynienia ze skomplikowaną budową geologiczną (zakresy i metody należy każdorazowo uzgadniać z inwestorem).

Dla drogowych obiektów inżynierskich rozstaw badań geofizycznych projektuje się z zachowaniem następujących warunków:

- minimalna liczba profili geofizycznych musi być zgodna z tabelą (Tabela 26),
- długość profili geofizycznych powinna być dostosowana do wymaganej głębokości rozpoznania w zależności od długości drogowego obiektu inżynierskiego oraz stosowanej metody geofizycznej (minimalna głębokość z badań geofizycznych musi być osiągnięta dla całego obrysu drogowego obiektu inżynierskiego - Tabela 27), jednak długość profili nie może być mniejsza niż 160 m,
- dla drogowych obiektów inżynierskich, zlokalizowanych poprzecznie do ciągu drogi głównej, profile geofizyczne należy zaprojektować równoległe do osi obiektu inżynierskiego (poprzecznej do osi drogi głównej), w obrysie obiektu,
- dla drogowych obiektów inżynierskich będących w ciągu drogi głównej z wyjątkiem tuneli w skalach, profile geofizyczne projektuje się w ramach zakresu badań dla drogi głównej,
- dla tuneli w skalach projektuje się nie mniej niż 3 profile geofizyczne równoległe do osi tunelu oddalone od siebie nie więcej niż o 10-30 m, przy czym środkowy profil powinien być poprowadzony w osi tunelu, a dwa skrajne w osi komór,
- w miejscu każdego portalu projektuje się minimum 3 profile prostopadłe do osi tunelu o długości minimum 200 m, przy czym środek profili prostopadłych powinien przechodzić w osi tunelu,
- w przypadku estakad wymaga się zaprojektowania dodatkowych profili geofizycznych - prostopadłych od osi drogi głównej (estakady). Profile należy zaplanować w miejscach podpór.

Przykład zaplanowania pomiarów geofizycznych dla drogowego obiektu inżynierskiego przedstawiono na rysunku (Rysunek 24).



Rysunek 24 Schemat zaprojektowania profilu geofizycznego dla drogowego obiektu inżynierskiego

Badania geofizyczne należy tak projektować, aby głębokość rozpoznania podłoża budowlanego dla drogowych obiektów inżynierskich, obiektów wyposażenia technicznego drogi, innych obiektów w zależności od zastosowanej metody badań geofizycznych, wynosiła nie mniej niż podano w tabeli (Tabela 27).

Tabela 27 Wymagana minimalna głębokość rozpoznania podłoża budowlanego dla drogowych obiektów inżynierskich w zależności od zastosowanej metody badań geofizycznych

Rodzaj badania geofizycznego	Minimalna wymagana głębokość rozpoznania [m p.p.t.]		
	Drogowe obiekty inżynierskie z wyjątkiem tuneli	Tunele	
		w gruntach	w skałach
ERT	30	15-20 m poniżej spodu budowli dla tuneli płytkich 20-40 m poniżej spodu budowli dla tuneli głębokich	wg Tabela 35
MASW	15		
SRT-S	30		
SRT-P	30		
GPR	8		
GRAW	ND		
SBT	5 m poniżej projektowanego poziomu posadowienia		

Głębokość rozpoznania może ulec ograniczeniu z uwagi na warunki gruntowe oraz możliwości techniczne aparatury

Załącznik 7. 2. 4 Wiercenia i sondowania

W celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych w podłożu drogi (główniej, dojazdowych, serwisowych i innych), wiercenia i sondowania należy zaprojektować zgodnie z minimalnymi wymaganiami podanymi w tabeli (Tabela 28).

Tabela 28 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych dróg na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba wierceń na 1 km drogi ⁸ [szt.]	Minimalna liczba wierceń w przekroju poprzecznym do osi drogi [szt.]	Minimalna liczba sondowań na 1 km drogi ⁹ [szt.]	Minimalna liczba sondowań w przekroju poprzecznym do osi drogi [szt.]
proste	A, S, GP, G	≥2	30 (rozstaw wierceń min. 50 m max. 150 m)	3	5	1
		1	20 (rozstaw wierceń min. 50 m max. 150 m)	2	5	1
	Z, L, D	1	5 (rozstaw wierceń min. 100 m max. 300 m)	1	3	1 w co drugim przekroju
złożone i skomplikowane	A, S, GP, G	≥2	60 (rozstaw wierceń min. 25 m max. 100 m)	3	20	1
		1	40 (rozstaw wierceń min. 25 m max. 100 m)	2	20	1
	Z, L, D	1	10 (rozstaw wierceń min. 50 m max. 150 m)	1	10	1

Dla etapu STEŚ-R II Etap oraz KP wiercenia i sondowania należy zaplanować w miejscach występowania anomalii geofizycznych, w miejscach wyróżniających się w topografii terenu stwierdzonych na podstawie przeprowadzonego kartowanie geologiczno-inżynierskiego (Załącznik 7. 1. 1) lub/i analizy dostępnych materiałów kartograficznych np. obniżenia terenu, bagna, torfowiska, podmokłości itp.), a także w jeziorach i zbiornikach wypełnionych na stałe lub okresowo wodą

Jeżeli w podłożu drogi występują warunki gruntowe proste i poziom niwelety drogi stanowi podłoże zbudowane ze skał litych/niezwietrzałych o wartościach wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie $R_c > 5$ MPa - czyli skały o niskiej wytrzymałości i wyższej (PN-EN ISO 14689) - to minimalną liczbę wierceń na 1 km drogi można zredukować o 50 %, przy czym minimalna liczba wierceń w przekroju poprzecznym do osi drogi pozostaje bez zmian.

Dla etapu STEŚ-R II Etap oraz KP wymagane są sondowania (statyczne, dynamiczne lub inne)

⁸ W technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się zmianę liczby wierceń. Zmianę liczby należy uzgodnić z inwestorem.

⁹ W technicznie uzasadnionych przypadkach dopuszcza się zmianę liczby sondowań. Zmianę liczby należy uzgodnić z inwestorem.

dobierane zgodnie z rozdziałem 5.6. Niedopuszczalne jest zastępowanie wierceń sondowaniami. Sondowania należy wykonywać przy otworach wiertniczych w odległości około 25 średnic wiercenia (węzeł badawczy). W przypadku podłoża zbudowanego ze skał sondowania nie są wymagane.

Wiercenia (mechaniczne i ręczne) w przekroju poprzecznym do osi drogi należy lokalizować w osi drogi oraz przy zewnętrznych krawędziach jezdni. W przypadku dróg jednojezdniowych wiercenia lokalizuje się przy zewnętrznych krawędziach jezdni. Dla dróg prowadzonych w wykopach głębszych niż 5.0 m należy wykonać dodatkowo 2 otwory wiertnicze lokalizując je na górnej krawędzi projektowanej skarpy po obu stronach trasy.

Jeśli minimalna liczba sondowań nie pozwoli na scharakteryzowanie wszystkich warstw litologicznych (rozdział 8.2) wydzielonych w podłożu drogi należy liczbę sondowań odpowiednio zwiększyć tak, aby każda warstwa litologiczna została scharakteryzowana.

W celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych w podłożu drogowych obiektów inżynierskich, wiercenia i sondowania należy wykonać zgodnie z minimalnymi wymaganiami przedstawionymi w tabelach (Tabela 29 - Tabela 35).

Tabela 29 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych przepustów na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba wierceń na przepust [szt.] (rozstaw między wierceniami)	Minimalna liczba sondowań na przepust [szt.]
proste	A, S, GP, G, Z, L, D	≥2	3	1
		1	2	1
złożone i skomplikowane	A, S, GP, G, Z, L, D	≥2	3 (≤20 m)	1
		1	2 (≤20 m)	1

Wiercenia i sondowania pod przepusty lokalizuje się w osi drogi oraz w zewnętrznych krawędziach jezdni.

Wiercenia i sondowania dla przepustów zastępują wiercenia pod drogę.

Tabela 30 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych drogowych obiektów inżynierskich – obiekty mostowe na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Liczba jezdni drogi	Warunki gruntowe			
		proste	złożone/skomplikowane (rozstaw między wierceniami)	proste	złożone/skomplikowane (rozstaw między sondowaniami)
		Minimalna liczba wierceń na oś podpory/podpór		Minimalna liczba sondowań na oś podpory/podpór	
obiekty mostowe jedno- i wieloprzęsłowe	1	1	2 (≤20 m)	1 (co 2 podpory)	1
	2	2	3 (≤20 m)	1	1

Tabela 31 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych drogowych obiektów inżynierskich – kładki dla pieszych na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Warunki gruntowe proste/złożone/skomplikowane			
	Minimalna liczba wierceń na podporę dla ustroju nośnego kładki	Minimalna liczba wierceń na pochylnię i schody (jeśli występują)	Minimalna liczba sondowań na podporę dla ustroju nośnego kładki	Minimalna liczba sondowań na pochylnię i schody (jeśli występują)
kładki dla pieszych obiekty mostowe jedno- i wieloprzęsłowe	1	3 (w planie)	1	1

Tabela 32 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych drogowych obiektów inżynierskich – konstrukcje oporowe na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Warunki gruntowe			
	proste		złożone/skomplikowane	
	Minimalny liczba wierceń na konstrukcję [szt.]		Minimalny liczba sondowań na konstrukcję [szt.]	
konstrukcje oporowe w gruntach	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 25 m	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu) lecz nie rzadziej niż co 100 m	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m
konstrukcje oporowe w skałach	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 100 m	≥2 (jeden na początku i jeden na końcu) lecz nie rzadziej niż co 50 m	-	-

Tabela 33 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych drogowych obiektów inżynierskich – tunele w gruntach na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Warunki gruntowe			
	proste		złożone/skomplikowane	
	Rozstaw wierceń wzdłuż osi tunelu (plus ociosy)	Minimalna liczba sondowań wzdłuż osi tunelu [szt.]	Rozstaw wierceń wzdłuż osi tunelu (plus ociosy)	Minimalna liczba sondowań wzdłuż osi tunelu [szt.]
tunel w gruntach	1 na każde ≤100 m długości tunelu w osi tunelu, 2 na każde ≤100 m długości tunelu w warstwach ociosowych (rozstaw wierceń w warstwach ociosowych od osi tunelu: $(1,5÷2,5)Z_{max}$), projektowane naprzemiennie	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu, lecz nie rzadziej niż co 50 m, przy wykorzystaniu 2 metod)	1 na każde ≤50 m długości tunelu w osi tunelu, 2 na każde ≤100 m długości tunelu w warstwach ociosowych (rozstaw wierceń w warstwach ociosowych od osi tunelu: $(1,5÷2,5)Z_{max}$)	≥2 (jedno na początku i jedno na końcu, lecz nie rzadziej niż co 50 m, przy wykorzystaniu 2 metod)

Gdzie: Z_{max} - największa szerokość budowli podziemnej

Tabela 34 Wymagany minimalny zakres rozpoznania podłoża projektowanych drogowych obiektów inżynierskich – tunele w skałach na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Rodzaj drogowego obiektu inżynierskiego	Warunki gruntowe			
	proste		złożone/skomplikowane	
	Rozstaw wierceń w warstwach ociosowych (odległość liczona od osi tunelu)	Rozstaw wierceń wzdłuż osi tunelu (plus ociosy)	Rozstaw wierceń w warstwach ociosowych (odległość liczona od osi tunelu)	Rozstaw wierceń wzdłuż osi tunelu (plus ociosy)
tunel w skałach	$(1,5÷2,5)Z_{max}$	1 na każde ≤200 m długości tunelu w osi tunelu, 2 na każde ≤200 m długości tunelu w warstwach ociosowych, projektowane naprzemiennie – Rysunek 25	$(1,5÷2,5)Z_{max}$	1 na każde ≤100 m długości tunelu w osi tunelu, 2 na każde ≤100 m długości tunelu w warstwach ociosowych, projektowane naprzemiennie – analogicznie jak na rysunku (Rysunek 25)

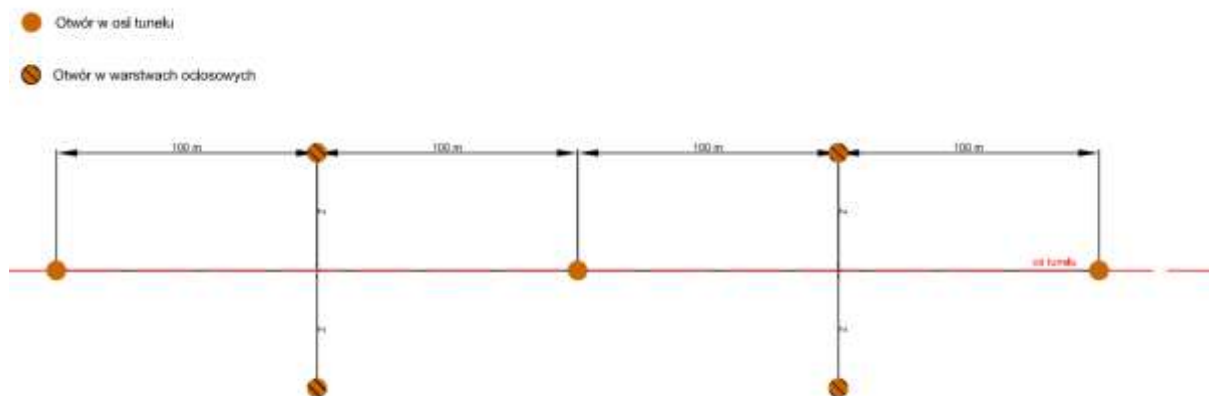
Gdzie: Z_{max} - największa szerokość budowli podziemnej (Rysunek 26)

Dla STEŚ-R Etap II oraz KP, wymagane są wiercenia i sondowania pod podpory w rzekach, jeziorach i zbiornikach wypełnionych na stałe lub okresowo wodą.

W przypadku tunelu w skałach, gdy w sąsiadujących otworach stwierdzono znacząco różne warunki geologiczne i hydrogeologiczne należy wykonać dodatkowy otwór między nimi.

Dla etapu STEŚ-R II Etap oraz KP, dla tuneli wiercenia i sondowania należy zaplanować w

miejscach występowania anomalii geofizycznych oraz w miejscach wyróżniających się w topografii terenu stwierdzonych na podstawie przeprowadzonego kartowanie geologiczno-inżynierskiego (rozdział Załącznik 7. 1. 1) lub/i analizy dostępnych materiałów kartograficznych (np. uskoki, leje, zapadliska itp.).



Rysunek 25 Przykładowy schemat rozstawu wierceń w warunkach prostych wzdłuż osi tunelu (Z – odległość otworu od osi tunelu, $Z=(1,5\div 2,5)Z_{max}$) - STEŚ-R II Etap oraz KP

Dla etapu STEŚ-R II Etap oraz KP dla DOI, WTD, ITND, IO wymagane są sondowania (statyczne, dynamiczne lub inne) dobierane zgodnie z rozdziałem 5.6. Niedopuszczalne jest zastępowanie wierceń sondowaniami. Należy je wykonywać przy otworze wiertniczym w odległości około 25 średnic od otworu (węzeł badawczy). W przypadku podłoża zbudowanego ze skał sondowania nie są wymagane.

Jeśli minimalna liczba sondowań nie pozwoli na scharakteryzowanie pod względem właściwości fizyczno-mechanicznych wszystkich warstw litologicznych wydzielonych w podłożu drogowego obiektu inżynierskiego należy w uzgodnieniu z inwestorem liczbę sondowań odpowiednio zwiększyć, tak aby każda warstwa litologiczna została scharakteryzowana.

Dla etapu STEŚ-R II Etap i KP wymagane jest wykonanie piezometrów w następującym zakresie:

- **1 piezometr** na każdy węzeł drogowy w pierwszej napotkanej warstwie wodonośnej o zwierciadle napiętym lub, w przypadku jej braku, w pierwszej warstwie wodonośnej lub w warstwie, w której możliwe jest pojawienie się wody,
- **1 piezometr** na każdy DOI w podłożu, którego stwierdzono zwierciadło wód artezyjskich,
- **1 piezometr** na każdy odcinek drogi poprowadzony w wykopie o głębokości ≥ 5 m, w warstwie wodonośnej znajdującej się na głębokości ≤ 2 m od dna wykopu, a przy jej braku w pierwszej warstwie wodonośnej lub w której możliwe jest pojawienie się wody. Dla odcinków dłuższych niż **200 m**, należy wykonać po **1 piezometrze** na każdy **200 m** odcinek.

Projektując piezometry można wykorzystać otwory wykonane na potrzeby badań hydrogeologiczne, geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych.

W przypadku badań podłoża na potrzeby zagospodarowania terenu pod WTD, ITND, IO, zakres wierceń nie powinien być mniejszy, niż:

- warunki proste - nie mniej niż 2 na 1 ha,
- warunki złożone - nie mniej niż 4 na 1 ha,
- warunki skomplikowane - nie mniej niż 6 na 1 ha.

W przypadku badań podłoża na potrzeby zagospodarowania terenu pod DOI, WTD, ITND, IO sondowania należy wykonywać, przy co drugim otworze w odległości około 25 średnic od otworu.

Na potrzeby oceny masywu skalnego, zgodnie z zaleceniami rozdziału 7 na etapie STEŚ-R II Etap i KP wszystkie rdzenie wiertnicze należy ocenić pod kątem podstawowych wskaźników spękań (RQD, SCR, TQR). Dodatkowo metodami polowymi należy wykonać (Załącznik 17):

- badania naprężeń pierwotnych,
- badania wodochłonności,
- badania przepuszczalności,
- wytrzymałości na ścinanie i ściskanie,
- modułu sprężystości i modułu odkształcenia.

We wszystkich otworach wiertniczych należy zaprojektować pomiary i obserwacje hydrogeologiczne w zakresie nawierconych i ustabilizowanych zwierciadeł wód podziemnych.

Przy projektowaniu badań podłoża należy uwzględnić pobór prób:

- gruntów i skał do badań laboratoryjnych na potrzeby opisu właściwości fizyczno-mechanicznych i wyznaczenia parametrów geotechnicznych,
- gruntów, skał i/lub wód podziemnych z otworów wiertniczych do badań środowiskowych, w których zostaną stwierdzone zanieczyszczenia,
- wód podziemnych z nawierconych poziomów wodonośnych, które mają wpływ na fundament lub sposób wzmocnienia podłoża do badań agresywności. Wymaga się pobrania jednej próbki wody podziemnej z każdego drogowego obiektu inżynierskiego i z każdej warstwy wodonośnej, która ma wpływ na fundament.

Dla wszystkich typów dróg głębokość rozpoznania wierceniami i sondowaniami w gruntach nie powinna być mniejsza niż **3 m** poniżej podstawy nasypu lub dna wykopu lub podstawy warstw konstrukcyjnych przy uwzględnieniu dodatkowych wymagań np.: występowanie gruntów słabych. W miejscach projektowanych nasypów o wysokości większej niż **3 m**, głębokość rozpoznania poniżej podstawy nasypu musi być równa, co najmniej wysokości nasypu.

Dla wszystkich typów drogowych obiektów inżynierskich na etapie STEŚ-R II Etap i KP głębokość wierceń i sondowań w gruntach rodzimych mineralnych nie powinna być mniejsza niż:

- dla fundamentów bezpośrednich nie mniej niż **5 m** poniżej przewidywanego spodu fundamentu,
- dla fundamentów pośrednich głębokość punktów dokumentacyjnych (wierceń i sondowań) nie powinna być mniejsza niż:
 - dla pali - nie mniej niż **5 m** poniżej podstawy pala,
 - dla studni i kesonów - nie mniej niż **5 m** poniżej poziomu zagłębienia,
- dla podłoża wzmocnionego - nie mniej niż **5 m** poniżej przewidywanego poziomu wzmocnienia.

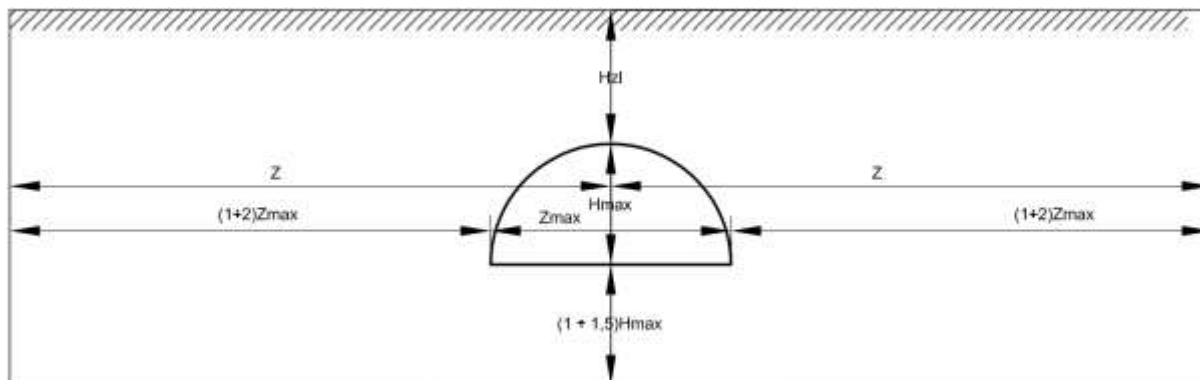
Dla tuneli płytkich, realizowanych w gruntach, głębokość punktów dokumentacyjnych powinna wynosić **15-20 m** poniżej spodu budowli.

Dla tuneli głębokich, realizowanych w gruntach, głębokość punktów dokumentacyjnych powinna wynosić **20-40 m** poniżej spodu budowli.

W uzgodnieniu z inwestorem, dla tuneli realizowanych w gruntach, w przypadku występowania skomplikowanych warunków gruntowych wymagane jest wykonanie poletek doświadczalnych, w których należy wykonać poza zakresem podstawowym, kompleksowe badania dodatkowe w węzłach badawczych, które składają się, z co najmniej 1 wiercenia, 2 sondowań oraz kompletu badań laboratoryjnych dla wszystkich wydzielonych warstw litologicznych. Szczególnie ważne jest wykonanie poletka doświadczalnego w przypadku braku sprawdzonych regionalnych korelacji dla interpretacji sondowań. Wyniki badań in situ należy zweryfikować badaniami laboratoryjnymi. Zaleca się rozważyć wykonanie otworów w siatce umożliwiającej wykonanie

otworowych badań geofizycznych w wariancie międzyotworowej tomografii sejsmicznej.

Dla tuneli w skałach głębokość rozpoznania (H) powinna uwzględniać warstwy zalegające od stropu budowli podziemnej aż do powierzchni (H_{z1} – miąższość warstw zalegających), warstwy w których tunel zostanie wykonany (H_{max} – największa planowana wysokość budowli podziemnej) oraz warstwy spągowe na głębokość $(1,0 \div 1,5)H_{max}$. Całkowita głębokość rozpoznania powinna wynosić $H = H_{z1} + (2 \div 2,5)H_{max}$ (Rysunek 26, Tabela 35). Otwory w warstwach ociosowych (głębokości otworu jak wyżej, tj. $H = H_{z1} + (2 \div 2,5)H_{max}$) w odległości od osi tunelu $(1,5 \div 2,5)Z_{max}$ (Z_{max} – największa planowana szerokość budowli podziemnej (Rysunek 26, Tabela 35)).



Rysunek 26 Zasięg rozpoznania masywu skalnego w otoczeniu tunelu ($Z = (1,5 \div 2,5)Z_{max}$) - STES-R II Etap oraz KP

Tabela 35 Głębokość rozpoznania masywu skalnego w przypadku budowy tunelu¹⁰

Głębokość rozpoznania masywu skalnego	Warunki gruntowe
	proste/złożone/ skomplikowane
	$H_{z1} + (2 \div 2,5)H_{max}$
Gdzie: H_{z1} - miąższość warstw zalegających, Z_{max} - największa szerokość budowli podziemnej, H_{max} - największa wysokość budowli podziemnej (Rysunek 26)	

W przypadku badań podłoża pod DOI, WTD, ITND, IO, głębokość wierceń i sondowań nie powinna być mniejsza niż **3 m p.p.t.** lub **3 m** pod projektowanym poziomem fundamentu lub dna zbiornika.

W przypadku wystąpienia na głębokości rozpoznania gruntów słabych, dla których zachodzi przypuszczenie, że nie można na nich posadzić obiektów budowlanych z uwagi na możliwość przekroczenia dopuszczalnych stanów granicznych użytkowności, wiercenie lub sondowanie należy prowadzić do głębokości, co najmniej **2 m** poniżej tych gruntów.

Umownie przyjmuje się, że do gruntów takich zalicza się:

- grunty organiczne (namuły, torfy, gytie),
- grunty spójne w stanie gorszym niż plastyczny,
- grunty niespójne w stanie luźnym,
- grunty antropogeniczne z wyjątkiem nasypów budowlanych o znanych parametrach zagęszczenia.

Występowanie wskazanych gruntów słabych należy okonturować zarówno w profilu pionowym, jak i rozprzestrzenieniu poziomym uwzględniając wymagania załącznika (Załącznik 7. 2. 1). Na tej podstawie w DGI/DDGI/DBP należy podać ich kubaturę.

¹⁰ Dokładne rozpoznanie masywu skalnego powinno obejmować taką jego objętość, w jakiej prognozuje się praktyczny zasięg wpływu wykonania budowli podziemnej

Dopuszcza się ograniczenie głębokości punktów dokumentacyjnych w przypadku stwierdzenia w podłożu jednorodnych warstw o znacznej miąższości (np. ility pliocenijskie, ility krakowieckie, lita i jednorodna skała etc.).

Jeżeli poziom niwelety drogi lub planowanego posadowienia drogowych obiektów inżynierskich (za wyjątkiem tuneli) i obiektów wyposażenia technicznego dróg stanowi podłoże skalne o wartościach wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie:

- $R_c=1-5$ MPa¹¹ - czyli skały (hard soil/soft rock) o bardzo niskiej wytrzymałości (PN-EN ISO 14689, PN-EN ISO 14688-2) - to głębokość rozpoznania pod poziomem niwelety może zostać zredukowana do 2 m;
- $R_c>5$ MPa (lite/niezwierteżale) - czyli skały o niskiej wytrzymałości i wyższej (PN-EN ISO 14689) - to głębokość rozpoznania pod poziomem niwelety może zostać zredukowana do 0,0-0,5 m (pod warunkiem, że budowa geologiczna jest rozpoznana oraz znana jest wartość wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie z badań laboratoryjnych w innym przypadku patrz wytyczne dla $R_c=1-5$ MPa).

Załącznik 7. 2. 5 Badania laboratoryjne

Zakres badań laboratoryjnych należy powiązać z zakresem badań polowych. Podstawą do opracowania zakresu badań laboratoryjnych powinna być analiza wstępnego modelu geologicznego (rozdział 4.2).

Badania laboratoryjne powinny być projektowane w 2 fazach: badania klasyfikacyjne gruntu oraz badania w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych. Zakres tych badań należy zróżnicować ze względu na drogę, DOI, WTD, ITND, IO.

Pobór prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych projektuje się w pierwszej kolejności z wierceń, przy których zostały wykonane sondowania (zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 7. 2. 4), z każdej warstwy litologicznej (rozdział 8.2), ale nie rzadziej, niż co **3 m** (niezależnie od rodzaju obiektu budowlanego).

Próby pobiera się odpowiednią techniką wiercenia dobraną do wymaganej klasy jakości próby (rozdział 5.4).

Klasę jakości próby ustala się w zależności od właściwości gruntów, które mają być określone na podstawie badań laboratoryjnych (Tabela 52).

W celu określenia właściwości fizyczno-mechanicznych warstw gruntów i skał typuje się próby, z których pobiera się próbki do badań laboratoryjnych.

Próbki do badań laboratoryjnych typuje się na podstawie zinterpretowanego przekroju geologiczno-inżynierskiego/geotechnicznego, który uwzględnia wyniki wykonanych wierceń i sondowań oraz miejsca poboru prób.

Dla drogi minimalna wymagana liczba wytypowanych prób do badań laboratoryjnych dla każdej wydzielonej warstwy litologicznej wynosi:

- dla badań klasyfikacyjnych **30 prób**,
- dla badań w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych **6 prób**.

Dla drogowych obiektów inżynierskich minimalna wymagana liczba wytypowanych prób do badań laboratoryjnych na każdy drogowy obiekt inżynierski i dla każdej wydzielonej warstwy litologicznej w podłożu wynosi:

- dla badań klasyfikacyjnych **6 prób**,

¹¹ $R_c<1$ MPa - skrajnie słabe skały – stosujemy wymagania jak dla gruntów

- dla badań w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych **3 próby**.

Liczbę wytypowanych prób do badań laboratoryjnych można ograniczyć pod warunkiem, że:

- można udokumentować, iż posiadane dane (archiwalne i z bieżących badań) wystarczają do charakterystyki właściwości fizyczno-mechanicznych warstw litologicznych tak, aby możliwe było wydzielenie warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych (rozdział 8.2) i podanie dla nich wartości parametrów geotechnicznych,
- można udokumentować zależności korelacyjne z sondowań dla wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych dla regionalnych warunków geologicznych,
- warstwa litologiczna ma niewielkie rozprzestrzenienie, albo występuje na niewielkim obszarze.

W przypadku krótkich odcinków dróg o długości mniejszej niż 5 km liczbę wytypowanych prób dla drogi można ograniczyć o **50%**.

W przypadku drogowych obiektów inżynierskich, w podłożu, których występują takie same warstwy litologiczne liczbę wytypowanych prób do badań laboratoryjnych można ograniczyć tak, aby sumaryczna liczba prób dla tych obiektów wynosiła jak dla jednego obiektu.

Liczbę wytypowanych prób do badań laboratoryjnych można zwiększyć w przypadku dużej zmienności właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał na potrzeby wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych.

Typując próby, ustalając liczbę próbek oraz parametry gruntów i skał do laboratoryjnych należy wziąć pod uwagę:

- rodzaj obiektu budowlanego i jego kategorię geotechniczną oraz sposób posadowienia,
- warunki geologiczne (gruntowe) w tym układ warstw, występowanie gruntów słabych,
- zmienność cech gruntów i skał ustaloną w badaniach makroskopowych,
- warunki hydrogeologiczne (wodne),
- inne oddziaływania na obiekt, które mogą wpłynąć na jego zachowanie, stateczność.

Dla każdej wytypowanej próby do badań laboratoryjnych wymaga się wykonania kompletu badań zgodnie z tabelami (Tabela 36 - Tabela 39) w zależności od rodzaju obiektu, rodzaju gruntu i klasy jakości próby.

Minimalny zakres parametrów i cech fizyczno-mechanicznych, które należy podać w dokumentacji wskazano w załączniku (Załącznik 19).

Tabela 36 Badania klasyfikacyjne gruntu dla drogi na etapie STEŚ-R II Etap i KP

Parametr	Rodzaj gruntu								Etap STEŚ-R, II Etap, KP
	ilasty		pylasty		piaszczysty żwirowy		organiczny		
	rodzaj próbki	rodzaj próbki	rodzaj próbki	rodzaj próbki	rodzaj próbki	rodzaj próbki	rodzaj próbki	rodzaj próbki	
	NN	N	NN	N	NN	N	NN	N	
Opis makroskopowy i klasyfikacja gruntu	X	X	X	X	X	X	X	X	W
Wilgotność	X	(X)	X	(X)	(X)	(X)	X	(X)	W
Gęstość objętościowa gruntu	X	-	X	-	(X)	-	X	-	W
Gęstość minimalna i maksymalna	-	-	(X)	(X)	X	X	-	-	NW
Granice Attenberga (konsystencji)	X	X	X	X	-	-	(X)	(X)	W
Zawartość części organicznych	-	-	-	-	-	-	X	X	W
Skład granulometryczny	X	X	X	X	X	X	X	X	W
Wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odpływu	X	-	(X)	-	-	-	X	-	W
Wysadzinowość	X	X	X	X	X	X	-	-	Z

NN – nienaruszona; N – naruszona; W- wymagane; Z – zalecane; NW – niewymagane; X – zwykle oznaczane; (X) – możliwe do oznaczenia, niekoniecznie reprezentatywne; - - nie stosuje się

Tabela 37 Badania w celu wyznaczenia parametrów do projektowania dla drogi na etapie STEŚ-R II Etap i KP

Parametr	Rodzaj gruntu						Etap STEŚ-R, II Etap, KP
	żwir	piasek	pył	ił (ns)	ił (pk)	torf ił organiczny	
Gęstość objętościowa (ρ)	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	W
Przepuszczalność (k)	TXCH PSA PTF	TXCH PSA PTF	PTC TXCH (PTF)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	W
Moduł edometryczny (E_{oed}) Wskaźnik ściśliwości (C_c)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	W
Współczynnik konsolidacji (c_v)	-	-	OED TX	OED TX	OED TX	OED TX	Z
Wskaźnik odprężenia (C_s)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	Z
Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu (c_u)	-	-	TX DSS SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	W
Moduł Younga (E); Moduł ścinania (G)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	TX TX* TX BE RC	TX TX* TX BE RC	TX TX* TX BE RC	Z

W- wymagane; Z - zalecane; (ns) – ił normalnie skonsolidowany; (pk) – ił przekonsolidowany; - - nie stosuje się; (...) – stosuje się częściowo lub z ograniczeniami; BDD - Wyznaczenie gęstości objętościowej gruntu; OED - Badanie edometryczne lub konsolidometryczne – CRS; PTF - Badanie przepuszczalności przy zmiennym spadku hydraulicznym; PTC - Badania przepuszczalności przy stałym spadku hydraulicznym; PSA - Analiza składu granulometrycznego; TX - Badanie trójosiowe; TX* - Badanie trójosiowe z lokalnym (napróbkowym) pomiarem odkształcenia próbki gruntu; TX BE - Badanie trójosiowe z piezoelementami typu bender element; RC - Kolumna rezonansowa oraz zmodyfikowana kolumna BE, TS, F; TXCH - Badanie przepuszczalności w komorze trójosiowej

Tabela 38 Badania klasyfikacyjne gruntu dla drogowych obiektów inżynierskich oraz wkopów i nasypów na etapie STEŚ-R II Etap i KP

Parametr	Rodzaj gruntu								Etap STEŚ-R, II Etap, KP
	ilasty		pylasty		piaszczysty żwirowy		organiczny		
	rodzaj próbki		rodzaj próbki		rodzaj próbki		rodzaj próbki		
	NN	N	NN	N	NN	N	NN	N	
Opis i klasyfikacja gruntu	X	X	X	X	X	X	X	X	W
Wilgotność	X	(X)	X	(X)	(X)	(X)	X	(X)	W
Gęstość objętościowa gruntu	X	-	X	-	(X)	-	X	-	W
Gęstość minimalna i maksymalna	-	-	(X)	(X)	X	X	-	-	NW
Granice Atterberga (konsystencji)	X	X	X	X	-	-	(X)	(X)	W
Zawartość części organicznych	-	-	-	-	-	-	X	X	W
Skład granulometryczny	X	X	X	X	X	X	X	X	W
Wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odpływu	X	-	(X)	-	-	-	X	-	W
Wysadzinowość	X	X	X	X	X	X	-	-	NW

NN – nienaruszona; N – naruszona; W- wymagane; NW – niewymagane; X – zwykle oznaczane; (X) – możliwe do oznaczenia; niekoniecznie reprezentatywne; - - nie stosuje się

Tabela 39 Badania w celu wyznaczenia parametrów geotechnicznych dla obiektów na etapie STEŚ-R II Etap i KP

Parametr	Rodzaj gruntu						Etap STEŚ-R, II Etap, KP
	żwir	piasek	pył	ił (ns)	ił (pk)	torf ił organiczny	
Gęstość objętościowa (ρ)	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	W
Przepuszczalność (k)	TXCH PSA PTF	TXCH PSA PTF	PTC TXCH (PTF)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	W
Moduł edometryczny (E_{oed}); wskaźnik ściśliwości (C_c);	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	W
Współczynnik konsolidacji (c_v)	-	-	OED TX	OED TX	OED TX	OED TX	W
Wskaźnik odprężenia (C_s)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	OED (TX)	Z
Wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odplywu (c_u)	-	-	TX DSS SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	W
Wytrzymałość na ścinanie z odplywem (efektywna) (c' , φ')	(TX) (SB)	(TX) (SB)	(TX) (SB)	TX SB	TX SB	TX SB	W
Moduł Younga (E); Moduł ścinania (G)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	(TX) (TX*) (TX BE) (RC)	TX TX* TX BE RC	TX TX* TX BE RC	TX TX* TX BE RC	Z
Rezydualna wytrzymałość na ścinanie (c_r' , φ_r')	(RS) (SB)	(RS) (SB)	(RS) (SB)	(RS) SB	(RS) SB	(RS) SB	Z
Współczynnik K_0	(TX*) (OED*)	(TX*) (OED*)	(TX*) (OED*)	TX* OED*	TX* OED*	TX* OED*	Z
Współczynnik OCR	-	-	OED	OED	OED	OED	Z

W- wymagane; Z – zalecane; (ns) – ił normalnie skonsolidowany; (pk) – ił przekonsolidowany; - - nie stosuje się; (...) – stosuje się częściowo lub z ograniczeniami; BDD - Wyznaczenie gęstości objętościowej gruntu; DSS - Badania prostego ścinania; OED - Badanie edometryczne lub konsolidometryczne – CRS; OED* - Badanie edometryczne z pomiarem ciśnienia porowego oraz naprężeń bocznych; PTF - Badanie przepuszczalności przy zmiennym spadku hydraulicznym; PTC - Badania przepuszczalności przy stałym spadku hydraulicznym; RS - Ścinanie pierścieniowe (badanie w pierścieniowym aparacie bezpośredniego ścinania; SB - Badanie w skrzynkowym aparacie bezpośredniego ścinania; SIT - Wskaźnikowe badanie wytrzymałości; PSA - Analiza składu granulometrycznego; TX - Badanie trójosiowe; TX* - Badanie trójosiowe z lokalnym (napróbkowym) pomiarem odkształcenia próbki gruntu; TX BE - Badanie trójosiowe z piezoelementami typu bender element; RC - Kolumna rezonansowa oraz zmodyfikowana kolumna BE, TS, F; TXCH - Badanie przepuszczalności w komorze trójosiowej

Zaleca się, aby badania klasyfikacyjne były wykonane również dla nienaruszonych próbek gruntu, które przeznaczone są do wyznaczania parametrów geotechnicznych, w szczególności do badań odkształceniowych i wytrzymałościowych.

W laboratorium wszystkie próby gruntów i skał niezależnie od formy (rdzeń wiertniczy, blok, monolit, próba wyjęta z próbnika) pobrane różnymi technikami powinny być przed badaniem sfotografowane i ocenione pod względem klasy jakości prób. W przypadku badań mechanicznych, wymagana jest dokumentacja zdjęciowa próbek gruntu przed i po badaniu.

Wymagane jest przeprowadzenie badań penetrometrem tłoczkowym wzdłuż poboczniczy rdzenia gruntowego w odstępach 5-10 cm, lub miejscach różniących się makroskopowo np. ze względu na wilgotność. Badań nie należy wykonywać, jeśli istnieje zagrożenie dezintegracji rdzenia gruntowego podczas wciskania końcówki penetrometru. Zagrożenie to powinno być ocenione makroskopowo.

Badania laboratoryjne dla próbek skał należy projektować zgodnie z tabelą (Tabela 40).

Tabela 40 Minimalny zakres badań laboratoryjnych próbek skał na etapie STES-R Etap II, KP, B na podstawie PN-EN 1997-2 oraz Tajduš i in, 2012

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania	Wymagania	Etap STES-R, II Etap, KP, B
1	Wilgotność	Wartość (w)	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na 1 mb rdzenia	W
2	Gęstość Porowatość	Wartość: (ρ_s), (γ_s), (ρ_o), (γ_o), (n_p), (n_{pw})	Kategoria pobrania prób A (B - gęstość właściwa) Liczba badań: 1 badanie na 2 mb rdzenia oraz 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały	W
3	Przepuszczalność	Wartość: (k_f)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały	Z
4	Rozmywalność	Wartość (I_D / R_w)	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały (jedna próbka to około 10 okruchów skalnych)	Z
5	Mrozoodporność	Wartość: (w_m), (S)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 2 badania na każdy wydzielony rodzaj skały	Z
6	Rozmakalność	od A do H (klasyfikacja Skutty) Wartość (r)	Kategoria pobrania prób A (B - przy założeniu, że okruch skalny nie ma naruszonej struktury, i jest wielkości około 10x10x10 cm) Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skalną	Z
7	Nasiąkliwość	Wartość: (w / w_n), (A_b)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 2 badania na każdy wydzielony rodzaj skały	Z
8	Pęcznienie	Wartość (w_{cp})	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	W
		Wartość (w_{op})	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	Z
		Wartość (ϵ_{ps})	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	Z
9	Wytrzymałość	Wartość: (σ_c / R_c), (K_a / A), (E / E_s), (v / v_s)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)	W
		Wartość: (I_{50}), (K_a / A)	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 10 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	Z
		Wartość: (σ_t / R_t), (σ_{tmax} / R_{tmax}), (σ_{tR} / R_{tR}), (φ), (φ'), (φ'_R), (c), (c'), (c'_R) Krzywe naprężenie-odkształcenie Wykres Mohra	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: min. 5 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych	Z

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania	Wymagania	Etap STEŚ-R, II Etap, KP, B
		Wartość: ($\sigma_T / \sigma_r / R_r$), (σ_g / R_g)	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)	W
		Wartość: (σ_{tc} / R_{tc}), (φ), (φ'), (φ'_R), (c), (c'), (c'_R) (E / E _s), (v / v _s) Krzywe naprężenie-odkształcenie Wykres Mohra	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)	W

W- wymagane, Z - zalecane

O ostatecznej liczbie prób do badań laboratoryjnych decyduje dokumentator/zespół dokumentatorów w uzgodnieniu z projektantem. Dodatkowe informacje zamieszczono w załączniku (Załącznik 13. 2) oraz w rozdziale 6.3 i 7.

Załącznik 7. 2. 6 Liczba przekrojów

Wymaganą minimalną liczbę przekrojów geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych podano w tabelach (Tabela 41 - Tabela 42). Przekroje uwzględniają wyniki wierceń, sondowań, badań geofizycznych i laboratoryjnych.

Tabela 41 Wymagana minimalna liczba przekrojów dla drogi na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba przekrojów równoległych do osi drogi głównej na 1 km drogi [szt.]	Minimalna liczba przekrojów prostopadłych do osi drogi głównej na 1 km [szt.]
proste	A, S, GP, G	≥2	2	10
		1	1	10
	Z, L, D	1	1	-
złożone i skomplikowane	A, S, GP, G	≥2	2	20
		1	1	20
	Z, L, D	1	1	-

Tabela 42 Wymagana minimalna liczba przekrojów - przepusty na etapie STEŚ-R II Etap oraz KP

Warunki gruntowe	Klasa drogi	Liczba jezdni	Minimalna liczba przekrojów równoległych do osi przepustu [szt.]
proste, złożone i skomplikowane	A, S, GP, G, Z, L, D	≥1	1

Załącznik 7. 3 Projektowanie badań na etapie Projektu budowlanego (PB)

Na etapie PB zakres badań należy uzgodnić z projektantem i dostosować do sposobu posadowienia/wzmocnienia/zabezpieczenia. Badania należy wykonywać z jakością nie gorszą niż na etapie STEŚ-R Etap II, KP.

Na etapie PB wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- Wykonawca uzna za konieczne rozpoznanie podłoża na głębokość większą, niż

rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,

- zaprojektowane rozwiązania techniczne nie są zgodne z rozwiązaniami przyjętymi w STEŚ-R II Etap lub w Koncepcji Programowej (pod które zrealizowano badania) lub wykraczają poza zakres rozpoznania zrealizowanego na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- w każdym innym przypadku, gdy wymóg ich wykonania wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Na etapie PB geodezyjne pomiary sytuacyjne prowadzi się, jako geodezyjne pomiary fotogrametryczne, geodezyjne pomiary terenowe, natomiast geodezyjne pomiary wysokościowe, jako geodezyjne pomiary terenowe oraz geodezyjne pomiary fotogrametryczne. Pomiary geodezyjne należy przeprowadzić zgodnie z zapisami jak dla etapu KP i STEŚ-R Etap II.

Badania geofizyczne wykonuje się w miejscach braku badań, w miejscach o zmienionym przebiegu trasy oraz wszędzie tam, gdzie projektant uzna to za konieczne.

Na etapie PB zaleca się zaprojektować dodatkowe badania sejsmiczne w wariacie SBT-P, SBT-S oraz rozważyć wykonanie otworów w siatce umożliwiającej przeprowadzenie otworowych badań geofizycznych w wariacie międzyotworowej tomografii sejsmicznej, wszędzie tam gdzie potrzebne jest szczegółowe rozpoznanie parametrów sztywności ośrodka np. na drogowych obiektach inżynierskich w skomplikowanych warunkach gruntowych oraz tunelach bez względu na rodzaj podłoża budowlanego.

Wiercenia wykonuje się w miejscach braku badań (np. tam gdzie na wcześniejszych etapach nie było możliwości wykonania badań), w miejscach o zmienionym przebiegu trasy oraz wszędzie tam, gdzie projektant uzna to za konieczne.

Sondowania projektuje się w miejscach braków (np. tam gdzie na wcześniejszych etapach nie było możliwości ich wykonania), w miejscach o zmienionym przebiegu trasy oraz wszędzie tam, gdzie projektant uzna to za konieczne.

Na etapie PB wymagania odnośnie głębokości badań są takie jak dla etapu STEŚ-R II Etap, KP.

Na etapie PB dopuszcza się zastępowanie wierceń sondowaniami, pod warunkiem, że znany jest profil litologiczny w podłożu budowlanym.

Na etapie PB badania laboratoryjne należy wykonać według zaleceń i wymagań projektanta. Badania na tym etapie stanowią uzupełnienie badań z poprzednich etapów. Badania te mają na celu głównie zoptymalizowanie sposobu posadowienia obiektów. Niezbędny zestaw parametrów, powinien wskazać projektant lub należy zaprojektować zgodnie z wymaganiami jak dla etapu STEŚ-R II Etap, KP.

Na etapie PB należy dodatkowo ocenić wpływ dynamicznych drgań wywołanych przez eksploatację projektowanej inwestycji (drgania komunikacyjne) na obiekty szczególnie wrażliwe i zabytkowe (rejestracja uszkodzeń istniejących budynków w pasie do około **40 m** od projektowanej osi drogi).

Na etapie PB, pod warunkiem zapewnienia bezpieczeństwa posadowienia, dopuszcza się zmniejszenie głębokości punktów dokumentacyjnych w uzgodnieniu z projektantem wyłącznie w przypadku znajomości dokładnych rozwiązań projektowych (technologii wzmocnienia, rodzaju fundamentu i rozwiązań konstrukcyjnych itp.).

Załącznik 7.4 Projektowanie badań na etapie budowy (B)

Na etapie B zakres badań zależy od potrzeb wykonawcy robót budowlanych i projektanta. Zaleca się wykonywanie badań kontrolnych/odbiorczych w formie stałego nadzoru geotechnicznego w

celu potwierdzania na bieżąco rzeczywistych warunków występujących w podłożu. Badania należy wykonywać z jakością nie gorszą niż na etapie STEŚ-R Etap II, KP.

Załącznik 7.5 Projektowanie badań na etapie eksploatacji (E)

Wymagania dla remontów i przebudowy należy przyjmować odpowiednio jak dla etapu projektu budowlanego (PB) i etapu budowy (B). Badania należy wykonywać z jakością nie gorszą niż na etapie STEŚ-R Etap II, KP.

Załącznik 7.5.1 Projektowanie badań na etapie remontu (R)

Na etapie R wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- Wykonawca uzna za konieczne rozpoznanie podłoża na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- zaprojektowane rozwiązania techniczne nie są zgodne z rozwiązaniami przyjętymi w STEŚ-R II Etap lub w Koncepcji Programowej (pod które zrealizowano badania) lub wykraczają poza zakres rozpoznania zrealizowanego na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- w każdym innym przypadku, gdy wymóg ich wykonania wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Na etapie remontu wymaga się wykonania badań geofizycznych metodą georadarową (Załącznik 7.2.3) oraz badań VSS lub innych badań nośności/zagęszczenia (Tabela 19).

W przypadku gdy metodą GPR będzie stosowana podczas prowadzenia remontu drogi, a jej celem będzie rozpoznanie konstrukcji nawierzchni drogowej lub lokalizacji przebiegu sieci uzbrojenie terenu to należy stosować anteny o częstotliwości ≥ 500 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 25) a dobór częstotliwości stosowanych anten oraz krok pomiarowy musi być skorelowany z oczekiwaną rozdzielczością umożliwiającą rozpoznanie warstw konstrukcji bądź elementów sieci uzbrojenia terenu. Jeżeli celem jest określenia wstępnego układu warstw gruntów i skał w podłożu drogi pod konstrukcją nawierzchni drogowej to należy stosować anteny o częstotliwości ≤ 250 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 25).

Załącznik 7.5.2 Projektowanie badań na etapie przebudowy (P)

Na etapie P wymaga się wykonania badań podłoża budowlanego w następujących przypadkach:

- w ramach badań geotechnicznych realizowanych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych stwierdzona zostanie budowa podłoża odmienna od budowy określonej w zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- Wykonawca uzna za konieczne rozpoznanie podłoża na głębokość większą, niż rozpoznanie zrealizowane na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- zaprojektowane rozwiązania techniczne nie są zgodne z rozwiązaniami przyjętymi w STEŚ-R II Etap lub w Koncepcji Programowej (pod które zrealizowano badania) lub wykraczają poza zakres rozpoznania zrealizowanego na potrzeby zatwierdzonej Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,

- w każdym innym przypadku, gdy wymóg ich wykonania wynikać będzie z obowiązujących przepisów.

Na etapie przebudowy wymaga się wykonania badań geofizycznych metodą georadarową (Załącznik 7. 2. 3) oraz badań VSS lub innych badań nośności/zagęszczenia (Tabela 19).

W przypadku gdy metodą GPR będzie stosowana podczas prowadzenia przebudowy drogi (W), a jej celem będzie rozpoznanie konstrukcji nawierzchni drogowej lub lokalizacji przebiegu sieci uzbrojenie terenu to należy stosować anteny o częstotliwości ≥ 500 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 25) a dobór częstotliwości stosowanych anten oraz krok pomiarowy musi być skorelowany z oczekiwaną rozdzielczością umożliwiającą rozpoznanie warstw konstrukcji bądź elementów sieci uzbrojenia terenu. Jeżeli celem jest określenia wstępnego układu warstw gruntów i skał w podłożu drogi pod konstrukcją nawierzchni drogowej to należy stosować anteny o częstotliwości ≤ 250 MHz oraz parametry pomiarowe podane dla tej metody w tabeli (Tabela 25).

Załącznik 7.6 Listy kontrolne dotyczące dokumentów przedstawiających zaprojektowane badania podłoża budowlanego

Załącznik 7.6.1 Lista kontrolna – projekt robót geologicznych (PRG) i dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)

Tabela 43 Lista kontrolna – projekt robót geologicznych (PRG) i dodatek do projektu robót geologicznych (dPRG)

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Formalny	Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2 (+2)				
2	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych (Rozdział 8.6)				
3	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 22)				
4	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres Wykonawcy i Inwestora				
5	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
6	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
7	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
8	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
9	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
10	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
11	Formalny	Część tekstowa	Opis wizji terenowej				
12	Formalny	Część tekstowa	Przyczyny opracowania dodatku do projektu robót (dotyczy tylko dodatku)				
13	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
14	Formalny	Część tekstowa	Informacja o prawie do nieruchomości na obszarze objętym projektowaną inwestycją				
15	Formalny	Część tekstowa	Informacja czy do projektowanych robót geologicznych stosuje się przepisy dotyczące zakładu górniczego i jego ruchu				
16	Formalny	Część tekstowa	Informacja, że mapy do projektu zostały opracowane na podkładach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego				
17	Formalny	Część tekstowa	Informacja o rodzaju dokumentacji jaka ma powstać				
18	Formalny	Część tekstowa	Opis osiągnięcia celu robót				
19	Formalny	Część tekstowa	Lokalizacja zamierzonych robót geologicznych w ramach trójstopniowego podziału terytorialnego				
20	Formalny	Część tekstowa	Opis zagospodarowania terenu, z uwzględnieniem obiektów i obszarów chronionych				
21	Formalny	Część tekstowa	Omówienie wyników przeprowadzonych wcześniej badań i ich interpretacja				
22	Formalny	Część tekstowa	Opis inwestycji (klasa drogi, rodzaje i wymiary projektowanych obiektów, niweleta)				
23	Formalny	Część tekstowa	Opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych wraz z przewidywanymi profilami geologicznymi projektowanych wyrobisk				
24	Formalny	Część tekstowa	Opis i uzasadnienie liczby, lokalizacji i rodzaju projektowanych wyrobisk				
25	Formalny	Część tekstowa	Przewidywana konstrukcja otworów wiertniczych lub wyrobisk				
26	Formalny	Część tekstowa	Informacja dotycząca zamykania horyzontów wodonośnych				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
27	Formalny	Część tekstowa	Sposób i termin likwidacji otworów lub wyrobisk oraz rekultywacji gruntów naruszonych w trakcie prowadzenia projektowanych robót				
28	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod zamierzonych badań geofizycznych i geochemicznych oraz ich lokalizacji (jeśli wymagane)				
29	Formalny	Część tekstowa	Opis opróbowania wyrobisk i otworów				
30	Formalny	Część tekstowa	Zakres obserwacji i badań terenowych (pomiarów poziomów wodonośnych, próbnych pompowań, badań specjalnych – np. sondowań).				
31	Formalny	Część tekstowa	Opis niezbędnych prac geodezyjnych				
32	Formalny	Część tekstowa	Zakres badań laboratoryjnych.				
33	Formalny	Część tekstowa	Określenie próbek geologicznych trwałego przechowywania podlegających przekazaniu organowi administracji geologicznej, sposób i termin ich przekazania, określenie poboru próbek czasowego przechowywania				
34	Formalny	Część tekstowa	Opis sposobu transportowania i magazynowania próbek				
35	Formalny	Część tekstowa	Opis wpływu zamierzonych robót na środowisko				
36	Formalny	Część tekstowa	Opis koniecznych przedsięwzięć ze względu na ochronę środowiska i czynności mające na celu zapobieżenie szkodom w środowisku				
37	Formalny	Część tekstowa	Opis przedsięwzięć technicznych, technologicznych i organizacyjnych mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa powszechnego, bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska (nie dotyczy przypadków gdy wymagany jest plan ruchu)				
38	Formalny	Część tekstowa	Określenie stopnia skomplikowania warunków gruntowych (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
39	Formalny	Część tekstowa	Opis morfologii i hydrografii				
40	Formalny	Część tekstowa	Opis technicznych ograniczeń w możliwości wykonania robót geologicznych (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, brak przestrzeni na prace operacyjne sprzętu, brak zgód właścicieli nieruchomości lub inne ograniczenia typu znaczne spadki, obszary chronione)				
41	Formalny	Część tekstowa	Opis metodyki wykonywania badań polowych i laboratoryjnych (jeśli inwestor określił wymagania w tym zakresie)				
42	Formalny	Część tekstowa	Informacja o możliwej zmianie lokalizacji, ilości i głębokości otworów				
43	Formalny	Część tekstowa	Harmonogram robót geologicznych (termin rozpoczęcia i zakończenia)				
44	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem (Załącznik 21.3)				
45	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
46	Formalny	Część graficzna	Legenda				
47	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z zaznaczeniem obszaru robót geologicznych w skali co najmniej 1:250 000 na tle granic administracyjnych				
48	Formalny	Część graficzna	Mapa z lokalizacją projektowanych robót geologicznych na mapie sytuacyjno-wysokościowej w skali nie mniejszej niż 1:50 000				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
49	Formalny	Część graficzna	Mapa geośrodowiskowa w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
50	Formalny	Część graficzna	Mapa geologiczna, hydrogeologiczna, geologiczno-inżynierska, geofizyczna jeśli zostały sporządzone				
51	Formalny	Część graficzna	Przekrój geologiczny/hydrogeologiczny (jeśli został sporządzony)				
52	Formalny	Część graficzna	Schemat konstrukcji otworu wiertniczego i opróbowania				
53	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
54	Merytoryczny	Część tekstowa	Zakres kartowania geologiczno-inżynierskiego/hydrogeologicznego jest zgodny z wymaganiami załącznika 7.				
55	Merytoryczny	Część tekstowa	Szerokość pasa kartowania hydrogeologicznego jest uzasadniona (dotyczy tylko dokumentacji hydrogeologicznej).				
56	Merytoryczny	Część tekstowa	Liczba badań laboratoryjnych gruntów jest zgodna z wymaganiami wytycznych (Załącznik 7)				
57	Merytoryczny	Część tekstowa	Zaprojektowano pobór próbek wody do badań agresywności (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
58	Merytoryczny	Część tekstowa	Zaprojektowano pobór próbek wody do badań fizykochemicznych (dotyczy tylko dokumentacji hydrogeologicznej)				
59	Merytoryczny	Część tekstowa	Tekst zawiera informację czy trasa przebiega przez tereny występowania zagrożeń geologicznych				
60	Merytoryczny	Część tekstowa	Podano dokumenty odniesienia (normy, procedury, instrukcje) dla wszystkich zaprojektowanych badań				
61	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne dla wszystkich rodzajów obiektów wymagających rozpoznania (drogi, obiektów inżynierskich, obiektów wyposażenia technicznego itp.) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
62	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne odpowiednio względem osi drogi (w osi i przy zewnętrznych krawędziach) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
63	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne odpowiednio względem elementów obiektu (obrysu, osi, podpór) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
64	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano dla dróg prowadzonych w wykopach głębszych niż 5 m dodatkowe 2 otwory wiertnicze na górnej krawędzi projektowanej skarpy po obu stronach trasy (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
65	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowany rozstaw, ilość i głębokość punktów dokumentacyjnych jest zgodny z wymaganiami wytycznych w odniesieniu do etapu, rodzaju dokumentacji wynikowej i klasy drogi oraz rodzaju obiektu (Załącznik 7)				
66	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano rodzaj wiercenia odpowiednio do przewidywanego profilu geologicznego				
67	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano odpowiednią ilość sondowań zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 7) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
68	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano rodzaj sondowania odpowiednio do przewidywanego profilu geologicznego (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
69	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano rodzaj badań geofizycznych odpowiednio do przewidywanego profilu geologicznego				
70	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne w strefie buforowej i strefie zagrożeń (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
71	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Uwzględniono wyniki badań geofizycznych (zlokalizowano otwory w miejscach anomalii) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
72	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Uwzględniono wyniki analizy opracowań kartograficznych (zlokalizowano otwory w miejscach wyróżniających się w topografii terenu) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
73	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano odpowiednią ilość i głębokość piezometrów zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 7) lub rezygnacja z nich jest uzasadniona.				
74	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano poletka badawcze dla tuneli w skomplikowanych warunkach gruntowych (jeśli dotyczy) (tylko dla dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
75	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaznaczono na mapie obiekty ograniczające wykonywanie robót geologicznych (linii energetycznych, gazociągów itp.).				
76	Merytoryczny	Załączniki graficzne	Załączniki opracowano w sposób czytelny				

Załącznik 7. 6. 2 Lista kontrolna – program badań geotechnicznych (PBG)

Tabela 44 Lista kontrolna – program badań geotechnicznych (PBG)

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1		Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2				
2	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych (Rozdział 8.6)				
3	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 22)				
4	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres Wykonawcy i Inwestora				
5	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
6	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
7	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
8	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
9	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
10	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
11	Formalny	Część tekstowa	Opis wizji terenowej				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
12	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
13	Formalny	Część tekstowa	Opis i analiza badań wykonanych na poprzednich etapach				
14	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków występujących w podłożu (geologia, geomorfologia, sejsmika, warunki wodne), ocena istniejącej zabudowy, historia rozbudowy na terenie i w sąsiedztwie				
15	Formalny	Część tekstowa	Stopień skomplikowania warunków gruntowych				
16	Formalny	Część tekstowa	Kategoria geotechniczna dla drogi i obiektów inżynierskich ustalona przez projektanta				
17	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka techniczna drogi i obiektów w zakresie wielkości, obciążeń, poziomu posadowienia i innych rozwiązań projektowych, niwelety trasy.				
18	Formalny	Część tekstowa	Opis technicznych ograniczeń w możliwości wykonania badań (kolizje z infrastrukturą podziemną i naziemną, brak przestrzeni na prace operacyjne sprzętu, brak zgód właścicieli nieruchomości lub inne ograniczenia typu znaczne spadki, obszary chronione)				
19	Formalny	Część tekstowa	Opis sposobu transportowania i magazynowania próbek				
20	Formalny	Część tekstowa	Opis ilości, rodzaju i metodyki wykonywania badań polowych i laboratoryjnych				
21	Formalny	Część tekstowa	Opis rodzaju, zasięgu zanieczyszczenia podłoża i zakres prac badawczych (jeśli dotyczy)				
22	Formalny	Część tekstowa	Opis zakresu badań wód gruntowych				
23	Formalny	Część tekstowa	Harmonogram badań (termin rozpoczęcia i zakończenia)				
24	Formalny	Część tekstowa	Informacja czy trasa przebiega przez tereny występowania zagrożeń geologicznych i górniczych				
25	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem (Załącznik 21.3)				
26	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
27	Formalny	Część graficzna	Legenda				
28	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z zaznaczeniem obszaru robót geologicznych w skali co najmniej 1:100 000 na tle granic administracyjnych				
29	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na mapie sytuacyjno-wysokościowej w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
30	Formalny	Część graficzna	Przekrój geologiczny				
31	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
32	Merytoryczny	Część tekstowa	Uzasadnienie zakresu prac terenowych i laboratoryjnych				
33	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja o uzgodnieniu zakresu prac z projektantem/wykonawcą/inwestorem				
34	Merytoryczny	Część tekstowa	Podano dokumenty odniesienia (normy, procedury, instrukcje) dla wszystkich zaprojektowanych badań				
35	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Informacja czy zakres badań wykonanych na poprzednich etapach jest zgodny z wymaganiami dla danego etapu				
36	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano badania w miejscach braków na wcześniejszych etapach lub jednoznacznie stwierdzono, że nie ma takich braków				
37	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne odpowiednio względem osi drogi (w osi i przy zewnętrznych krawędziach)				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
38	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne odpowiednio względem elementów obiektu (obrysu, osi, podpór)				
39	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano dla dróg prowadzonych w wykopach głębszych niż 5 m dodatkowe 2 otwory wiertnicze na górnej krawędzi projektowanej skarpy po obu stronach trasy.				
40	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne dla wszystkich rodzajów obiektów wymagających rozpoznania (drogi, obiektów inżynierskich, obiektów wyposażenia technicznego itp.).				
41	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano punkty dokumentacyjne w strefie buforowej i strefie zagrożeń				
42	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Uwzględniono wyniki badań geofizycznych (zlokalizowano otwory w miejscach anomalii)				
43	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowano poletka badawcze dla tuneli w skomplikowanych warunkach gruntowych				
44	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaznaczono na mapie obiekty ograniczające wykonywanie robót geologicznych (linii energetycznych, gazociągów itp.).				
45	Merytoryczny	Załączniki graficzne	Opracowano załączniki w sposób czytelny				

Załącznik 7.7 Wzory kosztorysów na badania podłoża budowlanego

Załącznik 7.7.1 Wzór kosztorysu - Etap STEŚ, STEŚ-R I Etap

Tabela 45 Wzór kosztorysu - Etap STEŚ, STEŚ-R I Etap

Rodzaj i metody badań	j.m	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
Zebranie i analiza materiałów archiwalnych	ryczałt			
Wizja terenowa	ryczałt			
Kartowanie hydrogeologiczne				
W oparciu o dane archiwalne	ryczałt			
W oparciu o prace terenowe (np. marszruty)	km ²			
Kartowanie geologiczno-inżynierskie w tym kartowanie na potrzeby oceny masywu skalnego				
W oparciu o dane archiwalne	ryczałt			
W oparciu o prace terenowe (na potrzeby oceny masywu skalnego)	km ²			
Pomiary geodezyjne				
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą niwelacji geometrycznej	szt.			
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą tachymetryczną	szt.			
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą GNSS	szt.			
Aktualizacja opracowań geodezyjnych i kartograficznych	ryczałt			
Pomiary teledetekcyjne				
Przetwarzanie pozyskanych danych teledetekcyjnych	ryczałt			
Badania geofizyczne				
Sondowanie elektrooporowe VES	szt.			
Wiercenia w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie gruntów wraz z dozorem geologicznym				
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho pojedynczą rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho świdrem przelotowym	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką pojedynczą rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką podwójną rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką potrójną rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane potrójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem	mb			
Obrotowe wiercenie świdrem	mb			
Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki	mb			
Obrotowe wiercenie świdrem lekkim	mb			
Wiercenie rdzeniowane udarowe (np.: RKS)	mb			
Wiercenie udarowe	mb			
Wiercenie udarowe małośrednicowe	mb			
Wiercenie obrotowo-udarowe pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowo-udarowe podwójną rdzeniówką	mb			
Wiercenie wibracyjne	mb			
Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym	mb			
Wiercenie hydrauliczne	mb			
Wiercenie chwyதாகowe	mb			
Wiercenie ręczne	mb			
Pobieranie prób gruntów za pomocą próbników	szt.			
Wyrobisko w gruncie np.: szybk, wykop badawczy	szt.			
Wykonanie piezometru w gruntach	mb			
Wiercenia w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie skał wraz z oceną rdzenia wiertniczego (RQD, SCR TQR) wraz z dozorem geologicznym				
Wiercenie obrotowe na sucho pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką podwójną rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką potrójną rdzeniówką	mb			

Rodzaj i metody badań	j,m	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
Wiercenie linowym przewodem wiertniczym	mb			
Wiercenie otwarte	mb			
Wyrobisko w skale np.: szybk, wykop badawczy	szt.			
Wykonanie piezometru w skałach	mb			
Badania laboratoryjne skał				
Fizyczne badania próbek skał	kpl.			
Badania wytrzymałościowe próbek skał	kpl.			
Ocena masywu skalnego				
Klasyfikacja masywu skalnego	ryczałt			
Badania hydrogeologiczne (dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)				
Pomiary zwierciadła wód gruntowych w otworach wiertniczych	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne w piezometrze	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne – próbne pompowania	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne – zalewanie otworów	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne – próby nagłej zmiany ciśnienia	szt.			
Pobór próbek wód podziemnych	szt.			
Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane podczas wierceń (nie dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)				
Pomiary zwierciadła wód gruntowych w otworach wiertniczych	szt.			
Badania środowiskowe				
Identyfikacja wstępna substancji zanieczyszczających grunt	ryczałt			
Opracowania				
Projekt robót geologicznych	szt.			
Dodatek do projektu robót geologicznych	szt.			
Studium geologiczno-inżynierskie	szt.			
Dokumentacja hydrogeologiczna	szt.			
Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej	szt.			
Inne (wraz z uzasadnieniem)				

Załącznik 7.7.2 Wzór kosztorysu - Etap STEŚ-R II Etap, KP

Tabela 46 Wzór kosztorysu - Etap STEŚ-R II Etap, KP

Rodzaj i metody badań	j,m	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
Zebranie i analiza materiałów archiwalnych	ryczałt			
Wizja terenowa	ryczałt			
Kartowanie hydrogeologiczne				
W oparciu o dane archiwalne	ryczałt			
W oparciu o prace terenowe (np. marszruty)	km ²			
Kartowanie geologiczno-inżynierskie w tym kartowanie na potrzeby oceny masywu skalnego				
W oparciu o dane archiwalne	ryczałt			
W oparciu o prace terenowe (na potrzeby oceny masywu skalnego)	km ²			
Pomiary geodezyjne				
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą niwelacji geometrycznej	szt.			
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą tachymetryczną	szt.			
Pomiary punktów dokumentacyjnych metodą GNSS	szt.			
Aktualizacja opracowań geodezyjnych i kartograficznych	ryczałt			
Pomiary teledetekcyjne				
Satelitarne zdjęcia multispektralne	km ²			
Satelitarne zdjęcia w paśmie radarowym	km ²			
Zdjęcia termalne	km ²			

Rodzaj i metody badań	j.m	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
Zdjęcia hiperspektralne	km ²			
Zdjęcia lotnicze	km ²			
Lotniczy skaning laserowy	km ²			
Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe statki powietrzne	km ²			
Naziemny skaning laserowy	km ²			
Naziemne zdjęcia cyfrowe	km ²			
Naziemny radar interferometryczny	km ²			
Badania geofizyczne				
Sondowanie elektrooporowe VES	szt.			
Tomografia elektrooporowa ERT	mb			
Profilowanie konduktometryczne GCM	mb			
Sejsmika refleksyjna SR	mb			
Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne SPR	mb			
Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P, fali S SRT, SRT-P, SRT-S	mb			
Analiza fal powierzchniowych MASW, SASW, CSWS	mb			
Geofizyka otworowa (down-hole, up-hole) prześwietlania międzyotworowe falą P, falą S X-hole-P, X-hole-S	mb			
Tomograficzne sejsmiczne prześwietlania międzyotworowe SBT, SBT-P, SBT-S	mb			
Grawimetria GRAW	szt.			
Georadar GPR	mb			
Wiercenia w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie gruntów wraz z dozorem geologicznym				
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho pojedynczą rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho świdrem przelotowym	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką pojedynczą rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką podwójną rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką potrójną rdzeniówką	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem	mb			
Obrotowe wiercenie rdzeniowane potrójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem	mb			
Obrotowe wiercenie świdrem	mb			
Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki	mb			
Obrotowe wiercenie świdrem lekkim	mb			
Wiercenie rdzeniowane udarowe (np.: RKS)	mb			
Wiercenie udarowe	mb			
Wiercenie udarowe małośrednicowe	mb			
Wiercenie obrotowo-udarowe pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowo-udarowe podwójną rdzeniówką	mb			
Wiercenie wibracyjne	mb			
Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym	mb			
Wiercenie hydrauliczne	mb			
Wiercenie chwytakowe	mb			
Wiercenie ręczne	mb			
Pobieranie prób gruntów za pomocą próbników	szt.			
Wyrobisko w gruncie np.: szybk, wykop badawczy	szt.			
Wykonanie piezometru w gruntach	mb			
Wiercenia w tym pobór prób oraz makroskopowe oznaczenie skał wraz z oceną rdzenia wiertniczego (RQD, SCR TQR)wraz z dozorem geologicznym				
Wiercenie obrotowe na sucho pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką pojedynczą rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką podwójną rdzeniówką	mb			
Wiercenie obrotowe z płuczką potrójną rdzeniówką	mb			
Wiercenie linowym przewodem wiertniczym	mb			
Wiercenie otwarte	mb			

Rodzaj i metody badań	j.m	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
Wyrobisko w skale np.: szybik, wykop badawczy	szt.			
Wykonanie piezometru w skałach	mb			
Sondowania				
Sondowanie dynamiczne DP	mb			
Sondowanie statyczne CPTU	mb			
Badanie końcówką sejsmiczną SCPTu	mb			
Sondowanie statyczne RCPTu	mb			
Sondowanie statyczne visCPTu	mb			
Sondowanie statyczne mCPT	mb			
Presjometr PMT do gruntów	mb			
Presjometr PMT do skał	mb			
Dylatometr płaski DMT	mb			
Dylatometr do skał RDT	mb			
Badanie końcówką sejsmiczną SDMT	mb			
Sondowania cylindryczne SPT	mb			
Badania sondą krzyżakową FVT	mb			
Badanie sondą BAT	mb			
Badanie CBR	szt.			
Padanie VSS	szt.			
Badanie płytą dynamiczną	szt.			
Badanie PANDA	mb			
Laboratoryjne badania próbek gruntów				
Chemiczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów	kpl.			
Fizyczne badania klasyfikacyjne próbek gruntów	kpl.			
Wytrzymałościowe badania klasyfikacyjne próbek gruntów	kpl.			
Badania wytrzymałościowe próbek gruntów	kpl.			
Badania odkształceniowe próbek gruntów	kpl.			
Badania pęcznienia próbek gruntów	kpl.			
Badania zagęszczalności i nośności próbek gruntów	kpl.			
Badania przepuszczalności próbek gruntów	kpl.			
Badania laboratoryjne skał				
Fizyczne badania próbek skał	kpl.			
Badania pęcznienia próbek skał	kpl.			
Badania wytrzymałościowe próbek skał	kpl.			
Badania odkształceniowe próbek skał	kpl.			
Laboratoryjne badania składu chemicznego gruntów, skał i wody				
Agresywności wód podziemnych w stosunku do materiałów konstrukcyjnych	kpl.			
Badania fizyko-chemiczne próbek wody	kpl.			
Badania fizyko-chemiczne próbek gruntów	kpl.			
Badania fizyko-chemiczne próbek skał	kpl.			
Ocena masywu skalnego				
Badania polowe masywu skalnego - badania właściwości hydraulicznych	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - pomiar pierwotnego stanu naprężenia	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - parametrów wytrzymałościowych	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - parametrów odkształceniowych	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - w otworach wiertniczych	szt.			
Badania polowe masywu skalnego - pomiary punktowe na konturze obiektu podziemnego	szt.			
Klasyfikacja masywu skalnego	ryczałt			
Pomiary i badania hydrogeologiczne wykonywane podczas wierceń (nie dotyczy dokumentacji hydrogeologicznej)				
Pomiary zwierciadła wód gruntowych w otworach wiertniczych	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne w piezometrze	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne – próbne pompowania	szt.			
Pomiary hydrogeologiczne – zalewanie otworów	szt.			

Rodzaj i metody badań	j.m	Ilość	Cena jednostkowa [PLN]	Kwota [PLN]
Pomiary hydrogeologiczne – próby nagłej zmiany ciśnienia	szt.			
Pobór próbek wód podziemnych	szt.			
Badania środowiskowe				
Identyfikacja wstępna substancji zanieczyszczających grunt	ryczałt			
Identyfikacja szczegółowa substancji zanieczyszczających grunt	ryczałt			
Opracowania				
Projekt robót geologicznych	szt.			
Dodatek do projektu robót geologicznych	szt.			
Program Badań Geotechnicznych	szt.			
Dokumentacja geologiczno-inżynierska	szt.			
Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej	szt.			
Dokumentacja badań podłoża	szt.			
Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej	szt.			
Inne (wraz z uzasadnieniem)				

Załącznik 8 Zakres kartowania geologiczno-inżynierskiego

Zakres prace kartograficznych obejmuje:

- prace przygotowawcze:
 - inwentaryzację na mapie dokumentacyjnej: zagrożeń geologicznych, gruntów słabych, przejawów wód podziemnych w oparciu o dane archiwalne, wizję terenową (rozdział 3), przetworzone sceny satelitarne (Załącznik 10. 2), ortofotomapy i numeryczne modele terenu,
 - zaplanowanie na mapie dokumentacyjnej: tras przejazdów lub przejść obejmujących pas drogowy, strefę buforową i/lub strefę zagrożeń,
- prace terenowe:
 - weryfikacja danych archiwalnych i materiałów kartograficznych,
 - weryfikacja i identyfikacja występowania wszystkich zagrożeń geologicznych, gruntów słabych, przejawów wód podziemnych na obszarze badań,
 - identyfikacja stanu i charakteru istniejących budowli, obiektów inżynierskich,
 - analiza morfologii terenu i sprawdzenie jej zgodności z posiadanymi mapami topograficznymi i zasadniczymi,
 - pomiary konieczne do oceny masywu skalnego (rozdział 7) w tym:
 - obserwacje struktur tektonicznych: uskoków, spękań, nieciągłości (ich położenie, przebieg i zasięg przestrzenny, szerokość i charakter powierzchni),
 - pomiary nachylenia warstw (bieg i upad), pomiary szczelinowatości, punktowej wytrzymałości skał, charakterystycznych kierunków spękań (róża spękań),
 - profilowanie odsłoneń,
 - określenie występowania wód powierzchniowych wraz z ustaleniem maksymalnego zasięgu wód powodziowych oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia,
 - określenie warunków hydrogeologicznych, maksymalnego stanu wód podziemnych, w tym terenów zagrożonych podtopieniami oraz lokalizacja przejawów wód gruntowych (źródła, podmokłości, wysięki itp.),
 - lokalizacja miejsc występowania procesów geodynamicznych i niekorzystnych zjawisk geologicznych (wietrzenie, sufozja, erozja, upłynnienie gruntów itp.) oraz wstępne określenie zasięgu i ich intensywności,
 - rejestracja naturalnych i sztucznych odsłoneń, odkrywek,
 - rejestracja terenów zdegradowanych i przekształconych antropogenicznie, w tym charakterystyka deformacji powierzchni terenu powstałych w wyniku szkód górniczych, wyrobisk powierzchniowych czy niekontrolowanego składowania odpadów komunalnych, budowlanych, itp.
 - przeprowadzenie rozmów z właścicielami nieruchomości lub ich przedstawicielami, z mieszkańcami terenów sąsiadujących z obszarem badań, z przedstawicielami administracji samorządowej i państwowej, służb mundurowych, ratunkowych.
- prace kameralne:
 - wektoryzowanie oraz cyfrowanie wszystkich zebranych i zweryfikowanych danych w celu gromadzenia i archiwizowania (rozdział 0),
 - przedstawienie wyników prac w następujących formach:
 - Karta obserwacji terenowych przygotowana zgodnie z załącznikiem (Załącznik 21. 3), opracowana dla każdego zidentyfikowanego zagrożenia, zawierająca informację na temat jego lokalizacji, dokumentację fotograficzną oraz opis,
 - Zaktualizowana karta rejestracyjna osuwiska zgodna z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów

masowych ziemi,

- Mapa zagrożeń geologicznych opracowana na kopii mapy zasadniczej lub ortofotomapie w odpowiednio dobranej skali zawierająca zidentyfikowane granice zagrożeń geologicznych i miejsca przejawów wód podziemnych powiązana z kartami obserwacji terenowych,
- Syntetyczny opis tekstowy, zawierający zestawienie tabelaryczne zagrożeń geologicznych i zaobserwowanych zmian powiązanych z kartami obserwacji terenowych i treścią mapy, stanowiący rozdział w dokumentacji.

Efektem kartowania geologiczno-inżynierskiego jest porównanie treści materiałów kartograficznych ze stanem faktycznym, w celu weryfikacji aktualności opracowań stanowiących podkład do projektowania badań podłoża budowlanego. Pomocne w tym są teledetekcyjne materiały lotnicze i satelitarne (Załącznik 10. 2). Możliwość ich reinterpretacji pod kątem wyżej wymienionych potrzeb jest możliwa w oparciu o dane wieloczasowe. Rejestracja obrazowa wykonywana w szerszym horyzoncie czasowym, o różnych porach roku, pozwala na uchwycenie istotnych zjawisk, mających charakter krótkotrwałego odwzorowania na powierzchni terenu, jak okresowe podtopienie terenu, mechaniczne zmiany terenu związane z jego porządkowaniem, rekultywacją, dawną zabudową itd. Rekomenduje się do analiz wieloczasowych:

- prowadzonych w krótszym horyzoncie czasowym (od około 2009) wykorzystanie serwisów zawierających wysokorozdzielcze dane satelitarne np.: Google Earth, geoportal.gov.pl
- prowadzonych w dłuższym horyzoncie czasowym (od około 1980) wykorzystanie serwisu ArcGIS IMAGERY (<https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-imagery/app>) zawierającego obrazy średnio-rozdzielcze Landsat.

Zaleca się każdorazowe sprawdzenie licencji określających warunki korzystania z produktów udostępnianych przez poszczególne portale.

Załącznik 9 Pomiary geodezyjne – metodyka pomiarów i opracowania geodezyjno-kartograficzne

Załącznik 9.1 Metody pomiarów geodezyjnych

Geodezyjne pomiary sytuacyjne (pomiar współrzędnych płaskich) są wykonywane jako:

- geodezyjne pomiary terenowe;
- geodezyjne pomiary fotogrametryczne;
- geodezyjne pomiary kartometryczne.

Geodezyjne pomiary wysokościowe (pomiar rzędnych wysokościowych) są wykonywane jako:

- geodezyjne pomiary terenowe;
- geodezyjne pomiary fotogrametryczne.

Geodezyjne sytuacyjne pomiary terenowe wykonuje się metodami:

- biegunową;
- ortogonalną (domiarów prostokątnych);
- wcięć:
 - kątowych,
 - liniowych,
 - kąto-liniowych;
- precyzyjnego pozycjonowania przy pomocy różnicowych fazowych odbiorników GNSS.

Geodezyjne wysokościowe pomiary terenowe wykonuje się metodami:

- niwelacji geometrycznej;
- niwelacji trygonometrycznej;
- niwelacji satelitarnej;
- skaningu laserowego.

Szczególnym przypadkiem geodezyjnych wysokościowych pomiarów terenowych są prace wykonywane na potrzeby pozyskania informacji o morfologii terenu.

Wykonuje się je technologiami:

- niwelacji punktów rozproszonych;
- niwelacji profilów;
- niwelacji siatkowej;
- tachimetrii.

W przypadku wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych metodą precyzyjnego pozycjonowania GNSS stosuje się techniki zapewniające wyznaczenie położenia szczegółów terenowych z dokładnością określoną w paragrafach 29, 36 rozporządzenia w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. W szczególności są to technika statyczna, szybka statyczna, techniki kinematyczne RTK lub RTN.

Załącznik 9.2 Geodezyjne pomiary punktów dokumentacyjnych w tym profili geofizycznych

Wszystkie pomiary geodezyjne należy wykonywać w oparciu o punkty osnowy geodezyjnej, której współrzędne zostały pozyskane z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego

lub o punkty osnowy pomiarowej założonej w oparciu o wyżej wymienione punkty państwowej osnowy geodezyjnej. W przypadku stosowania metod kinematycznych (RTK, RTN i PPP) bazujących na GNSS niezbędna jest weryfikacja prawidłowości wyznaczenia pozycji oraz utrzymywanego przez lokalne punkty osnowy geodezyjnej układu współrzędnych poprzez pomiar kontrolny na min. dwóch najbliższych punktach osnowy geodezyjnej o wyznaczonych współrzędnych płaskich i wysokościowych lub zgodnie z w/w rozporządzeniem. Wyznaczona odchyłka współrzędnych płaskich nie może przekraczać wartości ± 0.12 m dla każdej składowej wektora odchyłek. Dla składowej pionowej wartość dopuszczalna ustalono na poziomie ± 0.09 m. W przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych należy wykonać pomiar kontrolny na dodatkowym punkcie osnowy geodezyjnej. Jeśli analiza odchyłek wykaże błędy systematyczne lokalnej osnowy geodezyjnej przeprowadzić należy harmonizację zbiorów danych.

Załącznik 9.3 Aktualizacja wielkoskalowych podkładów mapowych

Niezależnie od daty pozyskania danych wykorzystanych do sporządzenia materiałów geodezyjno-kartograficznych wykonać należy wywiad terenowy, którego celem jest kontrola aktualności podkładów ze szczególnym uwzględnieniem obiektów inżynierskich, istotnych przy projektowaniu i realizacji badań podłoża. W wyniku powyższych czynności sporządza się mapę wywiadu terenowego, którą opracowuje się na hybrydowym podkładzie mapowym, składającym się z wektorowej mapy zasadniczej oraz ortofotomapy. Skalę mapy wywiadu terenowego należy wykonać w tej samej skali co opracowanie na którym będą projektowane badania geologiczne. Wszelkie różnice między treścią mapy, a istniejącym stanem w terenie należy wskazać kolorem czerwonym dodając stosowny komentarz. W części opisowej mapy wywiadu terenowego należy zamieścić tytuł mapy, skalę, siatkę współrzędnych, opis lokalizacji, datę oraz imię i nazwisko osoby dokonującej wywiadu terenowego – powyższy dokument stanowi potwierdzenie przeprowadzenia wizji lokalnej.

W przypadku wystąpienia nowych obiektów, istotnych przy projektowaniu i wykonywaniu badań podłoża, mapa wywiadu stanowi podstawę do wykonania pomiarów inwentaryzacyjnych geometrii i atrybutów opisowych obiektów celem aktualizacji podkładów mapowych. Pomiarów należy wykonać metodami geodezyjnymi w nawiązaniu do państwowej osnowy geodezyjnej lub pomiarowej, z dokładnością uzależnioną od kwalifikacji do odpowiedniej grupy dokładnościowej zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. Jeśli zakres pomiarów aktualizacyjnych obejmuje obiekty wchodzące w skład baz danych BDOT500, GESUT lub EGIB należy wykonać aktualizację tych baz w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym (Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej). Wraz z oceną stopnia aktualności następuje również identyfikacja punktów osnowy geodezyjnej, które będą wykorzystane w pracach realizacyjnych oraz pomiarach inwentaryzacyjnych.

Załącznik 9.4 Pomiary fotogrametryczne i skaning laserowy z pułapu lotniczego

Ortofotomapę na potrzeby badania podłoża gruntowego zaleca się wykonywać z pułapu lotniczego w oparciu o zdjęcia fotogrametryczne zgodnie z następującymi przepisami prawnymi (R_ORTO_NMT 2011, K-2.7 1999. rozdział VI, W_ORTO 2000 paragraf 16 i 17). Wytyczne zawierają podstawowe rekomendacje dotyczące planowania lotu fotogrametrycznego, rozmieszczenia punktów kontrolnych i sygnalizowania terenowej osnowy fotogrametrycznej.

Podstawy matematyczne w wykorzystywanych obecnie technologiach są takie same jak przed laty i w tym zakresie należy rozumieć zalecenia znajdujące się w wytycznych, jako obowiązujące.

Dobór parametrów nalotu fotogrametrycznego jest uzależniony od zleceniodawcy, w szczególności zależy od skali opracowania, czyli terenowej wielkości piksela ortofotomapy. Na potrzeby rozpoznania podłoża gruntowego planowane są różne wielkości piksela: 5-20 cm, są to standardowe wielkości piksela ortofotomap tworzonych obecnie w Polsce. Dobre praktyki w zakresie standardów wykonywania ortofotomap i NMT znajdują się między innymi materiałach ISOK. Poniżej zamieszczono zalecenia, które są dedykowane specjalnie na potrzeby drogownictwa. Mierzony obiekt charakteryzuje się specyficznym kształtem, jest stosunkowo wąski i bardzo wydłużony, co powoduje, że zobrazowanie z pułapu lotniczego może składać się z pojedynczego szeregu zdjęć lub wąskiego bloku wzdłuż planowanej drogi. Plan lotu należy wykonać zgodnie z obowiązującymi ww. przepisami. Z ekonomicznego punktu widzenia najważniejsze są następujące parametry nalotu zależne od wielkości terenowej piksela tworzonej ortofotomapy i wyboru kamery:

- liczba szeregów,
- liczba zdjęć,
- liczba punktów fotopunktów (GCP Ground Control Point) i fotopunktów kontrolnych (CP Check Point), których współrzędne są mierzone bezpośrednio w terenie.

Zgodnie z (R_ORTO_NMT 2011) rozróżnia się punkty GCP: F-punkty (pomierzone współrzędne XYZ) i Z-punkty (określona jedynie wysokość). W związku z obecną praktyką pomiarów osnowy z wykorzystaniem technologii GNSS należy uznać ten podział za historyczny i przyjąć, że wszystkie punkty GCPs mają pomierzone wszystkie współrzędne (XYZ). Ponadto w trakcie nalotu wykonuje się obecnie pomiar współrzędnych (XYZ) środków rzutów, a także coraz częściej również kątowych elementów orientacji zdjęć (ϕ , ω , κ).

Biorąc pod uwagę ww. przepisy i specyfikę obiektu drogowego wymaga się wykonania nalotu zgodnie z jednym z dwóch wariantów przedstawionych poniżej. Podane zalecenia dotyczą standardowego pokrycia zdjęć: 60 % pokrycia podłużnego i 30% pokrycia poprzecznego. W przypadku innego pokrycia, liczbę zdjęć należy przeliczyć dla wariantu standardowego.

Wariant 1:

W regularnym bloku zdjęć o pokryciu podłużnym 60% i poprzecznym 30%, w przypadku pomiaru wszystkich elementów orientacji zewnętrznej zdjęć (XYZ środków rzutów oraz kąty: ϕ , ω , κ) zaleca się następującą minimalną liczbę punktów:

- GCPs: po 2 pary punktów na początku i końcu bloku, co najmniej 1 punkt w narożach bloku,
- CPs – 1/50 zdjęć, nie mniej niż 8.

Wariant 2:

W regularnym bloku zdjęć o pokryciu podłużnym 60% i poprzecznym 30%, w przypadku pomiaru współrzędnych XYZ wszystkich środków rzutu lub w przypadku pojedynczego szeregu zdjęć o pokryciu podłużnym 60%, niezależnie od pomiaru współrzędnych środków rzutu zaleca się następującą minimalną liczbę punktów:

- GCPs,
 - po 2 pary punktów na początku i końcu bloku,
 - po 1 punkt na obu brzegach bloku, wzdłuż kierunku nalotu co 8 baz podłużnych w pasach potrójnego pokrycia oraz na początku i końcu szeregu po 1 w pasach pokrycia poprzecznego – lecz nie mniej niż 1 punkt na 17 zdjęć,

- CPs – 1/50 zdjęć, nie mniej niż 8.

Przykładowo:

Warunki nalotu: pas o szerokości 500 m i długości 10 km, terenowa wielkość piksela ortofotomapy 5 cm, rozmiar terenowy zdjęcia wzdłuż kierunku lotu 500 m, poprzecznie: 400 m, pokrycie podłużne 60%, poprzeczne 30%.

Wariant 1:

- Liczba GCPs – 4,
- Liczba CPs – 8.

Wariant 2:

- Liczba GCPs – 23,
- Liczba CPs – 8.

Szczegółowe zalecenia dotyczące sygnalizacji osnowy fotogrametrycznej znajdują się w przepisach (R_ORTO_NMT 2011, w załączniku 2, rozdział 1 punkt 9 i 17 oraz paragrafie 26 K-2.7). Zasadniczym produktem procesu tworzenia ortofotomapy jest ortoobraz (skorygowane geometrycznie i zmozaikowane zdjęcia lotnicze), dodatkową treść należy nanieść na ortoobraz jeśli takie jest wymaganie zleciodawcy.

Na podstawie planu lotu wykonuje się nalot fotogrametryczny, terenowy pomiar punktów kontrolnych (GCP) i punktów kontrolowanych (CP). W oparciu o GCPs wykonuje się wyrównanie bloku (aerotriangulację), zgodnie z R_ORTO_NMT 2011 (zał. 2, rozdział 2, punkt 15). Ostatecznie tworzy się ortofotomapę wykorzystując dodatkowo NMT utworzony ze zdjęć lub ze skaningu laserowego.

Jakość geometryczną ortofotomapy określa na kilku poziomach porównując przybliżone pomiarem fotogrametrycznym (z aerotriangulacji, z pomiaru na modelu stereoskopowym i na ortofotomapie) położenie punktu z położeniem wyznaczonym w wyniku geodezyjnego pomiaru bezpośredniego (najczęściej metodą RTN). Analiza dokładności polega na porównaniu uzyskanych wyników z maksymalnymi wartościami podanymi w przepisach lub w zleceniu, odpowiednio dla danej wielkości piksela ortofotomapy w terenie.

Na etapie wykonywania aerotriangulacji kontroluje się dokładność w fotopunktach GCPs i CPs, używając parametru błędu średniego kwadratowego RMS xy i RMSz.

Po wykonaniu aerotriangulacji, w celu weryfikacji, wykonuje się pomiar fotogrametryczny na modelu stereoskopowym utworzonym w oparciu o wyniki aerotriangulacji na fotopunktach kontrolnych. Dokładność na tym etapie sprawdza się porównując różnice położenia punktu z wartościami maksymalnymi bezwzględnej różnicy w kierunku x i y oraz z (Dx, Dy, Dz).

Z praktycznego punktu widzenia wartości RMS na GCPs powinny być zwykle poniżej wielkości terenowej piksela ortofotomapy. Dla punktów CP RMS powinien być maksymalnie 1,5 razy wielkość piksela, a Dx, Dy maksymalne 2,5, a Dz 3-4 razy wielkość piksela.

Przykładowo:

dla piksela ortofotomapy równego 10 cm (w projekcie ISOK):

- GCPs, $RMS_{xy} \leq 0,08$ m, $RMS_z < 0,10$ m,
- CPs $RMS_{xy} \leq 0,12$ m, $RMS_z < 0,15$ m,
- CP model pomiar fotogrametryczny na modelu stereoskopowym $D_x, D_y \leq 0,25$ m, $D_z \leq 0,30$ m.

dla piksela ortofotomapy równego 5 cm (SIWZ dla powiatów 2018)

- GCPs, $RMS_{xy} \leq 0,04$ m, $RMS_z < 0,05$ m,

- CPs RMS $xy \leq 0,10$ m, RMSz $< 0,12$ m,
- CP model pomiar fotogrametryczny na modelu stereoskopowym $Dx, Dy \leq 0,15$ m, $Dz \leq 0,20$ m.

W analizie dokładności należy uwzględnić, że zwiększanie rozdzielczości przestrzennej (zwiększanie terenowej wielkości piksela) nie powoduje znaczącego zwiększenia dokładności, ani na punktach GCPs, CPs a w szczególności na niesygnalizowanych szczegółach sytuacyjnych, ponieważ daje się zaobserwować wpływ błędów geodezyjnych pomiarów oraz możliwość identyfikacji punktu w terenie, która może być porównywalny z dokładnością techniczną technologii lub gorsza.

W analizie dokładności należy uwzględnić, że zwiększanie rozdzielczości przestrzennej (zmniejszanie terenowej wielkości piksela) nie powoduje znaczącego zwiększenia dokładności, ani na punktach GCPs, CPs a w szczególności na niesygnalizowanych szczegółach sytuacyjnych, ponieważ daje się zaobserwować wpływ błędów geodezyjnych pomiarów oraz możliwość identyfikacji punktu w terenie, która może być porównywalny z dokładnością techniczną technologii lub gorsza.

Ostatnim etapem jest weryfikacja produktu końcowego, ortofotomapy, dla której określa się wartość błędu na szczegółach sytuacyjnych. Błąd ten jest określany za pomocą, błędu położenia punktu, który obrazowo przedstawia odległość pomiędzy położeniem punktu w terenie, wyznaczonym np. za pomocą RTN, a położeniem tego punktu na ortofotomapie ($mp = mxy = \sqrt{Dx^2 + Dy^2}$). Na ortofotomapie nie może on przekraczać maksymalnie wartości 3 razy wielkość piksela w terenie, w zależności od ukształtowania terenu (R_ORTO_MNT 2011), Błąd ten nie uwzględnia błędu identyfikacji punktu w terenie.

Powyższe zalecenia są zgodne z obowiązującymi przepisami. W związku ze specyfiką obiektu pomiaru (bardzo wydłużony kształt obszaru opracowania) wymaga się zmodyfikowania analizy dokładności opartej o RMS (Root Mean Square), polegającego na obliczeniu wartości średniej różnicy położenia punktów wzdłuż osi x i y (ME_x, ME_y, - Mean Error) oraz odchylenia standardowego wzdłuż osi y i z (SD_x, SD_y - Standard Deviation). Błąd średni kwadratowy RMS zawiera w sobie zarówno wartość średnią różnicy ME jak i jej odchylenie standardowe SD, i jako wypadkowy parametr określa dokładność, a analiza wielkości ME pozwala na identyfikację błędu systematycznego.

Oprócz jakości geometrycznej ortofotomapy należy przeprowadzić standardową procedurę kontroli radiometrycznej, jakości mozaikowania itp. (R_ORTO_NMT_2011).

Dokumentację dotyczącą wykonania ortofotomapy i NMT należy przygotować zgodnie z R_ORTO_NMT_2011. W szczególności raport z wykonania ortofotomapy powinien zawierać:

- metrykę kamery lotniczej,
- plan lotu fotogrametrycznego,
- szkic rozmieszczenia punktów kontrolnych,
- zestawienie współrzędnych punktów kontrolnych,
- wyniki aerotriangulacji,
- wyniki kontroli jakości ortofotomapy.

Zleceniobiorca powinien dostarczyć w wersji cyfrowej:

- ortofotomapę w plikach obejmujących obszary jednostkowe zgodnie ze specyfikacją zamawiającego (w formacie i układzie zgodnie z wcześniejszymi punktami niniejszych wytycznych),
- plik tekstowy z zestawem współrzędnych punktów kontrolnych,

- NMT utworzony na potrzeby tworzenia ortofotomapy (w formacie i układzie zgodnie z wcześniejszymi punktami niniejszych wytycznych),
- nieskorygowane zdjęcia lotnicza,
- zarejestrowane elementy orientacji zewnętrznej zdjęć (współrzędne środków rzutów i kąty obrotu: fi, omega, kappa).

Numeryczny model terenu MT zaleca się wykonywać na potrzeby badania podłoża gruntowego w oparciu o lotniczy skaning laserowy.

Lotniczy skaning laserowy (ALS Airborne Laser Scanning) umożliwia pomiar położenia punktu na powierzchni ziemi, właściwie niezależnie od wysokości lotu z dokładnością wysokościową 0,15 m i poziomą 0,50 m, a maksymalnie w przypadku rejestracji z bardzo niskiej wysokości z dokładnością odpowiednio: 0,10 m i 0,40 m. Dokładność zależy od mierzonego obiektu. Maksymalne dokładności można uzyskać w przypadku punktów sygnalizowanych na antropogenicznym stabilnym podłożu (asfalt, beton). Dokładność wyznaczenia położenia obiektów naturalnych jest z reguły mniejsza i związana z błędem identyfikacji.

Pozyskiwanie danych ALS, ich przetwarzanie oraz kontrole poszczególnych etapów przetwarzania i produktu końcowego NMT, NMPT, a także zakres dostarczonych zleciodawcy materiałów i zawartość dokumentacji opisano w R_ORTO_NMT.

Dane z lotniczego skaningu laserowego (chmury punktów) rejestrowane są w blokach. Bloki są kontrolowane w oparciu o powierzchnie referencyjne, następnie bloki są wzajemnie wpasowywane do siebie, chmury są klasyfikowane w celu utworzenia NMT. Ostatnim etapem jest sprawdzenie jakości tych produktów, poprzez porównanie modeli z chmurą punktów, oraz wysokości z modelu w liniach pomiarowych, w których dokonano pomiaru bezpośredniego.

Kontrola jakości danych ze skaningu laserowego odbywa się na kilku poziomach (R_ORTO_NMT), najpierw dokonuje się kontrolę chmury punktów, a następnie NMT.

Wykonuje się kontrolę kompletności, gęstości, równomierności gęstości chmury punktów. Geometryczne sprawdza się: georeferencję względną, georeferencję bezwzględną. Wymaga się uzyskania dokładności jak poniżej, bazując na dobrych praktykach wypracowanych w projekcie ISOK, w ramach którego dostarczono bardzo dokładne NMT w dwóch standardach: Standard I (4-6 punktów na km²) i Standard II (12 punktów na km²). Wymaga się wykonania NMT w jednym ze standardów, zależnie od potrzeb.

Georeferencja względna:

Dopuszczalne wartości RMS xy $\leq 0,75$ m, RMSz $\leq 0,22$ (w standardzie I); RMS xy $\leq 0,60$ m, RMSz $\leq 0,15$ (w standardzie II).

Georeferencja bezwzględna, sprawdzana na sprawdzana na powierzchniach referencyjnych:

Dopuszczalne wartości RMS xy $\leq 0,50$ m, RMSz $\leq 0,15$ (w standardzie I); RMS xy $\leq 0,40$ m, RMSz $\leq 0,10$ (w standardzie II).

Kontrola styków:

Dopuszczalne wartości RMS xy $\leq 0,75$ m, RMSz $\leq 0,22$ (w standardzie I); RMS xy $\leq 0,60$ m, RMSz $\leq 0,15$ (w standardzie II).

Ponadto kontroli poddaje się: jakość klasyfikacji chmury punktów, nadania atrybutów RGB.

Kontrola NMT obejmuje kontrolę wizualną oraz ilościową (analiza dokładności bezwzględnej).

Na podstawie wyników pomiarów terenowych oblicza się odchyłki pomiędzy terenowymi punktami kontrolnymi a wysokością wyinterpolowaną na podstawie NMT oraz RMSz liczony ze wszystkich obserwacji. Dopuszczalna wartość RMSz $\leq 0,20$ m, Dz $\leq 0,60$ m.

Zaleca się modyfikację analizy dokładności opartej o RMS (Root Mean Square), polegającą na

obliczeniu wartości średniej różnicy wysokości MEz i SDz (Mean Error, Standard Deviation). Średnia różnica określa błąd systematyczny modelu tzn. o ile cały model jest przesunięty w górę lub w dół. W celu analizy rozkładu przestrzennego różnic wysokości pomiędzy chmurą punktów a NMT, należy wyinterpolować w oparciu o NMT wysokości w punktach chmury, odjąć je od odpowiadających im wysokości punktów w chmurze i wynik zwizualizować w postaci mapy różnicowej. Parametrami określającymi dokładność względną jest średnia różnica oznaczająca błąd systematyczny oraz odchylenie standardowe.

Dokumentację dotyczącą wykonania NMT należy przygotować zgodnie z (R_ORTO_NMT 2011, rozdział 2).

W szczególności raport z wykonania ortofotomapy powinien zawierać:

- opis zastosowanej technologii,
- plan lotu fotogrametrycznego,
- szkic rozmieszczenia punktów kontrolnych,
- zestawienie współrzędnych punktów kontrolnych,
- wyniki wpasowania chmur punktów,
- wyniki kontroli jakości NMT.

Zleceniobiorca powinien dostarczyć w wersji cyfrowej:

- NMT w plikach obejmujących obszary jednostkowe zgodnie ze specyfikacją zamawiającego (w formacie i układzie zgodnie z wcześniejszymi punktami niniejszych wytycznych),
- plik tekstowy z zestawem współrzędnych punktów kontrolnych,
- NMT (w formacie i układzie zgodnie z wcześniejszymi punktami niniejszych wytycznych)
- chmury punktów.

Załącznik 9.5 Pomiary fotogrametryczne oraz pomiary wykonywane technologią skaningu laserowego z zastosowaniem bezzałogowych statków powietrznych

W celu wykonania aktualnej ortofotomapy lub NMT należy stosować metody fotogrametryczne, w tym skanowanie laserowe z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych. W celu zachowania oczekiwanych dokładności opracowań geodezyjno-kartograficznych opartych na tych technologiach pomiarowych konieczne jest zachowanie opisanych w niniejszym załączniku parametrów technicznych wykonywanej pracy geodezyjnej.

Naloty fotogrametryczne są realizowane przy użyciu bezzałogowych statków powietrznych w celach innych niż rekreacyjne lub sportowe, zatem do ich prowadzenia konieczne jest posiadanie świadectwa kwalifikacji operatora bezzałogowego statku powietrznego (UAVO – ang. Unmanned Aerial Vehicle Operator). Wymóg podyktowany jest art. 95 ust. 2 pkt. 5a ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze. Zasady uzyskiwania świadectwa kwalifikacji zawarto w rozporządzeniu Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 3 czerwca 2013 r. w sprawie świadectw kwalifikacji oraz w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 19 września 2016 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie świadectw kwalifikacji.

Dopuszczalne jest wykonywanie nalogów w których wykonanie zdjęć następuje z użyciem kamer metrycznych lub niemetrycznych. Kamery niemetryczne mogą być wykorzystywane pod warunkiem wyznaczenia w toku obliczeń niezbędnych wartości charakteryzujących użyty obiektyw oraz jego potencjalne charakterystyki i zniekształcenia.

Parametry zdjęć powinny uwzględniać przeznaczenie, zakładaną dokładność sytuacyjną i

wysokościową przewidywanego opracowania (wynikającą z docelowych parametrów planowanego opracowania mapowego), spodziewaną zdolność rozdzielczą zdjęć i jakość geometryczną oraz warunki technologiczne (rozkład punktów osnowy fotogrametrycznej, ograniczenia konstrukcyjne użytych kamer w tym typ i sprawność migawki).

Pokrycie podłużne p określa pokrycie zdjęć pomiędzy sąsiadującymi zdjęciami w szeregu. W przypadku wykonywania zdjęć z użyciem bezzałogowych statków powietrznych należy przyjąć zasadnicze pokrycie podłużne wynoszące $p_0 = 70\%$. Pokrycie poprzeczne q określa pokrycie zdjęć pomiędzy sąsiadującymi szeregami zdjęć. W przypadku wykonywania zdjęć z użyciem bezzałogowych statków powietrznych należy przyjąć zasadnicze pokrycie poprzeczne wynosi $q_0 = 65\%$. Zasadnicze pokrycie podłużne należy zwiększyć o wpływ pofałdowania terenu. Należy przyjąć wartość docelową pokrycia p o wartości względnej równej co najmniej 70% w zależności od stosunku rozpiętości deniwelacji terenu do wysokości fotografowania, analogicznie zasadnicze pokrycie poprzeczne q należy zwiększyć o wpływ pofałdowania terenu. Należy przyjąć wartość docelową q o wartości względnej co najmniej 65% w zależności od stosunku rozpiętości deniwelacji terenu do wysokości fotografowania.

Mając na uwadze fakt, że rozmiar piksela terenowego jest zależny m.in. od rodzaju obiektywu i kamery, wysokości lotu, oczekiwane relacje pomiędzy skalą opracowania a rozmiarem piksela terenowego podano w tabeli (Tabela 47). Przewidziane rozmiary piksela terenowego umożliwiają uzupełnienie treści map o informację fotogrametryczną dla podanych skal, ale nie mogą stanowić jedyne źródła do ich opracowania.

Tabela 47 Oczekiwane relacje pomiędzy skalą opracowania a rozmiarem piksela terenowego

Skala opracowania mapowego 1: Mm	Rozmiar docelowego piksela terenowego ortofotomapy
1:500	5 cm
1:1 000	10 cm
1:2 000	15 cm
1:5 000	20 cm

Konieczne do przeprowadzenia pomiarów z wykorzystaniem technik fotogrametrycznych należy stosownie dokumentować w postaci projektu nalotu oraz dokumentacji z opracowania wyników. Projekt i dokumentacja związana z pomiarami i opracowaniami fotogrametrycznymi realizowanymi z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych ma obejmować:

- lokalizację planowanego nalotu naniesioną na podkład kartograficzny będący wizualizacją bazy danych BDOT10k przedstawionej w skali 1:25 000 lub 1:50 000,
- charakterystykę jednostki latającej oraz użytej kamery fotogrametrycznej, w szczególności informacje o zastosowanej stabilizacji kamery, charakterystyce kamery, obiektywu, migawki oraz informacje z metryki zastosowanej kamery,
- projekt nalotu fotogrametrycznego uwzględniający konieczność obfotografowania terenu z pokryciem podłużnym i poprzecznym niezbędnym do uzyskania produktów pochodnych zgodnie z niniejszymi wymaganiami,
- rozkład fotopunktów (GCP. ang. Ground Control Point), fotopunktów kontrolnych (CP, ang. Check Point) oraz elementów zagospodarowania terenu których pomiar jest przewidziany w procedurze kontrolnej produktów pochodnych i obliczeń fotogrametrycznych,
- w przypadku stosowania georeferencji pośredniej pomiarów fotogrametrycznych realizowanych za pomocą bezzałogowych statków powietrznych, raport z terenowego

pomiaru fotopunktów (GCP) i fotopunktów kontrolnych (CP) obejmujący współrzędne punktów, wysokości oraz odpowiadające im błędy uzyskane na podstawie pomiarów przy użyciu klasycznych technik geodezyjnych,

- w przypadku stosowania georeferencji bezpośredniej pomiarów fotogrametrycznych realizowanych za pomocą bezzałogowych statków powietrznych raport z terenowego pomiaru elementów zagospodarowania terenu obejmujący współrzędne punktów, wysokości oraz odpowiadające im błędy uzyskane na podstawie pomiarów przy użyciu klasycznych technik geodezyjnych oraz raport z wyrównania trajektorii lotu uzyskanej za pomocą jednostki GNSS, jednostki IMU oraz metod pomocniczych,
- raport z obliczeń obejmujący założone lub obliczone elementy dystorsji obiektywu kamery, przyjęte w opracowaniu parametry automatycznego matchingu zdjęć oraz parametry aerotriangulacji,
- analizę wyników w oparciu o fotopunkty oraz fotopunkty kontrolne (pomierzone w terenie oraz na zdjęciach),
- analizę dokładności produktów pochodnych (ortofotomapa, NMT) w oparciu o kontrolny, terenowy geodezyjny pomiar bezpośredni.

Konieczne do przeprowadzenia pomiaru technologią skanowania laserowego z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych należy stosownie dokumentować w postaci projektu pomiaru oraz dokumentacji z opracowania wyników. Projekt i dokumentacja związana z pomiarami i opracowaniami realizowanymi tą technologią powinna obejmować:

- lokalizację planowanego pomiaru naniesioną na podkład kartograficzny będący wizualizacją bazy danych BDOT10k przedstawionej w skali 1:25 000 lub 1:50 000,
- charakterystykę zastosowanego skanera laserowego, w szczególności informacje o zasięgu pomiaru i przyjętej rozdzielczości skanowania, a także informację o sposobie zapewnienia georeferencji skanów,
- rozkład punktów kontrolnych, punktów weryfikujących oraz elementów zagospodarowania terenu, których pomiar jest przewidziany w procedurze kontrolnej produktów pochodnych,
- w przypadku stosowania georeferencji bezpośredniej raport z terenowego pomiaru elementów zagospodarowania terenu obejmujący współrzędne punktów, wysokości oraz odpowiadające im błędy uzyskane na podstawie pomiarów przy użyciu klasycznych technik geodezyjnych oraz raport z wyrównania trajektorii lotu uzyskanej za pomocą jednostki GNSS, jednostki IMU oraz metod pomocniczych,
- raport z obliczeń, w szczególności z procesu łączenia (rejestracji) skanów oraz nadania im georeferencji,
- analizę wyników w oparciu o punkty kontrolne i weryfikujące (pomierzone w terenie oraz na skanach),
- analizę dokładności produktów pochodnych (NMT) w oparciu o kontrolny, terenowy geodezyjny pomiar bezpośredni.

Wykonywanie pomiarów fotogrametrycznych laserowego z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych, których opracowanie opiera się na stosowaniu georeferencji pośredniej wymaga ustabilizowania terenowej osnowy fotogrametrycznej o następujących minimalnych wymaganiach:

- wielkość wymiaru znaku sygnalizującego punkt w terenie powinna być nie mniejsza niż 3-krotna terenowa długość boku pojedynczego piksela,
- fotopunkty naturalne - elementy zagospodarowania terenu, które powinny być wyznaczone z przecięcia naziemnych elementów liniowych lub elementów dla których

łatwo i jednoznacznie można określić środek (koło, elipsa, wielokąt foremny) o wymiarach kilkukrotnie większych niż terenowy rozmiar boku piksela,

- jako fotopunkty naturalne nie mogą być zastosowane elementy dla których będzie występowało duże przesunięcie radialne, czyli położone na wysokości innej niż otaczający teren (okapy, wysokie ogrodzenia itp.),
- pomierzone w terenie punkty osnowy fotogrametrycznej, należy podzielić na dwie grupy:
 - fotopunkty (GCP), których rozmieszczenie dla obiektu liniowego przyjmuje się na bazie trójkątów w przybliżeniu równobocznych o długości boków od 150 do 300 metrów. Dodatkowe punkty osnowy fotogrametrycznej muszą znajdować się w punktach charakterystycznych dla opracowywanego terenu oraz mieć położenie zapewniające ich równomierne rozłożenie w zakresie wysokości (pokrywać równomiernie cały zakres deniwelacji terenu). Położenie oraz współrzędne fotopunktów jest wykorzystywane do obliczenia parametrów orientacji bezwzględnej zdjęć, wyznaczaniu parametrów kalibracji kamery oraz opracowaniu danych,
 - fotopunkty kontrolne (CP), jako niezależny, równomiernie rozłożony w płaszczyźnie poziomej i wysokości zbiór punktów o liczebności odpowiadającej co najmniej 30% liczby fotopunktów. Położenie oraz współrzędne punktów weryfikujących jest wykorzystywane w procesie kontroli obliczeń i jakości produktów pochodnych.

Obliczenia, uzyskanie produktów fotogrametrycznych oraz weryfikacja ich dokładności zakładających georeferencję pośrednią następuje w procedurze składającej się z następujących kroków:

- stabilizacja punktów osnowy fotogrametrycznej, pomiar oraz obliczenie ich współrzędnych,
- planowanie oraz wykonanie nalotu fotogrametrycznego oraz wstępna weryfikacja czy pozyskany materiał odpowiada założeniom (np. w zakresie trasy przelotu, jakości zdjęć czy ich wzajemnego pokrycia),
- wykrycie punktów charakterystycznych zdjęć wraz ze wstępną korelacją zdjęć,
- aerotriangulacja wraz z ewentualnym wyznaczeniem parametrów kalibracyjnych kamery (w przypadku kamer niemetrycznych),
- analiza wyników w oparciu o punkty kontrolne oraz weryfikujące,
- budowa gęstej chmury punktów,
- pomiary fotogrametryczne oraz uzyskanie produktów pochodnych niezbędnych do zrealizowania założonych zadań (klasyfikacja chmury punktów, wygenerowanie numerycznego modelu terenu oraz ortofotomapy),
- opracowanie raportu pomiarowego.

Analiza wyników na podstawie fotopunktów oraz fotopunktów kontrolnych

Przed przystąpieniem do generowania produktów fotogrametrycznych (chmury punktów, ortofotomapy, NMT itp.) konieczna jest analiza dokładności pomiarów na podstawie zbioru fotopunktów i fotopunktów kontrolnych. Po przeprowadzeniu procedury aerotriangulacji średni błąd położenia punktów kontrolnych (zbiór punktów stanowiących podstawę obliczeń) nie może być większy niż dwukrotna wielkość rozmiaru docelowego piksela terenowego w płaszczyźnie poziomej oraz trzykrotna wielkość rozmiaru docelowego piksela terenowego w płaszczyźnie pionowej. Kontrolę obliczeń należy przeprowadzić na zbiorze fotopunktów kontrolnych (zbiór punktów niewłączonych do obliczeń) dla których średni błąd położenia punktów nie może być większy niż podane kryteria dla punktów kontrolnych.

Obliczenia, uzyskanie produktów oraz weryfikacja dokładności pomiarów fotogrametrycznych wykonywanych za pomocą kamer metrycznych i niemetrycznych oraz wykonanych metodą

mobilnego skanowania laserowego, zakładających georeferencję bezpośrednią następuje w procedurze składającej się z następujących kroków:

- stabilizacja punktu i włączenie rejestracji obserwacji satelitarnych dla referencyjnej stacji GNSS,
- pomiar i obliczenie współrzędnych elementów zagospodarowania terenu przeznaczonych do weryfikacji dokładności opracowań,
- planowanie oraz wykonanie nalotu fotogrametrycznego oraz wstępna weryfikacja czy pozyskany materiał odpowiada założeniom (np. w zakresie trasy przelotu, jakości zdjęć czy ich wzajemnego pokrycia),
- obliczenie trajektorii na podstawie GNSS, po uprzednim precyzyjnym wyznaczeniu techniką statyczną położenia stacji referencyjnej,
- obliczenie poprawek trajektorii na podstawie IMU,
- obliczenie poprawek trajektorii na podstawie innych sensorów pomocniczych (np. przetwarzania danych skanerowych),
- identyfikacja punktów charakterystycznych na zdjęciach lub skanach z wykorzystaniem określonych detektorów, aerotriangulacja (wraz z ewentualnym wyznaczeniem parametrów kalibracyjnych kamery) lub wyrównanie bloku pomiarów skanerowych,
- analiza wyników w oparciu o punkty kontrolne oraz weryfikujące lub informacji o NMT,
- pomiary fotogrametryczne oraz uzyskanie produktów pochodnych niezbędnych do zrealizowania zadań związanych z badaniem podłoża budowlanego (gęsta chmura punktów, numeryczny model terenu, ortofotomapa),
- opracowanie raportu pomiarowego.

Weryfikacja pomiarów fotogrametrycznych w tym pomiarów wykonanych technologią skaningu laserowego

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, oraz rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrażeń lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu geodezyjny sytuacyjny pomiar fotogrametryczny podlega weryfikacji przez wykonanie geodezyjnych sytuacyjnych pomiarów terenowych wybranych szczegółów terenowych równomiernie rozłożonych na obszarze opracowania, w tym szczegółów terenowych położonych na skrajach stereogramów. Analogicznie, geodezyjny wysokościowy pomiar fotogrametryczny podlega weryfikacji przez wykonanie geodezyjnego wysokościowego pomiaru terenowego wybranych punktów kontrolnych lub przekrojów kontrolnych.

Geodezyjne sytuacyjne i wysokościowe pomiary fotogrametryczne weryfikuje się i uzupełnia przez porównanie treści zdjęć lotniczych lub satelitarnych z terenem oraz wykonanie w niezbędnym zakresie geodezyjnych sytuacyjnych i wysokościowych pomiarów terenowych. Analogicznie należy weryfikować i uzupełniać zbiory danych pomiarowych uzyskanych metodą skaningu laserowego.

Cele weryfikacji i uzupełnienia treści:

- identyfikacja i weryfikacja położenia szczegółów terenowych, które częściowo lub w całości nie były dostępne do geodezyjnego pomiaru fotogrametrycznego;
- sprawdzenia poprawności identyfikacji szczegółów terenowych objętych geodezyjnym pomiarem fotogrametrycznym;
- pozyskania nieprzeznaczonych atrybutów obiektów objętych pomiarem;

- pozyskania danych niezbędnych do określenia rzeźby terenu wyłączonego z geodezyjnego pomiaru fotogrametrycznego.

Uzyskanie numerycznego modelu terenu na potrzeby rozpoznania podłoża budowlanego metodami fotogrametrycznymi dla terenów zalesionych dopuszczone jest jedynie poprzez wykonanie wysokościowego pomiaru fotogrametrycznego metodą skaningu laserowego, pod warunkiem zastosowania filtrowania chmur punktów technologią umożliwiającą uzyskanie wiarygodnej postaci NMT, której dokładność musi zostać zweryfikowana pomiarem bezpośrednim.

Bezpośredni geodezyjny pomiar wysokościowy wykonany w celu weryfikacji chmury punktów lub NMT może zostać zrealizowany:

- za pomocą niwelacji profilów, których lokalizację przekrojów poprzecznych na obiekcie objętym pomiarem dostosowuje się do warunków terenowych i zaleceń projektanta, przy czym wzajemna odległość między punktami nie może być większa niż 100 m,
- za pomocą niwelacji siatkowej przy założeniu, że powierzchnia terenu objęta jedną figurą powinna być zbliżona do płaszczyzny, a długość boku nie powinna przekraczać 100 m, przy czym charakterystyczne punkty rzeźby terenu położone wewnątrz figur wyznacza się jako punkty dodatkowe,
- za pomocą tachimetrii, określając wysokości szczegółów terenowych metodą niwelacji trygonometrycznej z równoczesnym wyznaczeniem metodą biegunową współrzędnych prostokątnych płaskich w państwowym systemie odniesień przestrzennych. Odległości między pikietami pomiarowymi stanowiącymi podstawę do weryfikacji NMT lub chmur punktów nie powinny być większe niż 100 m, przy czym powierzchnia terenu objęta trzema wybranymi pikietami powinna być zbliżona do płaszczyzny a dodatkowe punkty rzeźby terenu położone wewnątrz figur wypełniających wyznacza się jako punkty dodatkowe.

Bezpośredni geodezyjny pomiar sytuacyjny wykonany w celu weryfikacji ortofotomapy może zostać zrealizowany jako pomiar szczegółów sytuacyjnych (elementów zagospodarowania terenu) za pomocą tachimetru nawiązanego do osnowy, której współrzędne są wyznaczone w Państwowym Systemie Odniesień przestrzennych lub za pomocą różnicowych fazowych odbiorników GNSS. Ilość punktów kontrolnych należy przyjąć w wartości nie mniejszej niż 20 na kilometr kwadratowy, nie mniej niż 20.

Kryterium weryfikacyjne dla produktów fotogrametrycznych (ortofotomapa, NMT, chmura punktów):

- dla ortofotomapy średnia różnica położenia punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru sytuacyjnego oraz odpowiadających im punktów na ortofotomapie nie może przekraczać trzykrotnej wartości terenowego rozmiaru piksela ortofotomapy,
- dla chmury punktów średnia różnica wysokości punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru sytuacyjnego oraz odpowiadających im punktów na chmurze nie może przekraczać 15 cm,
- dla numerycznego modelu terenu średnia różnica wysokości punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru wysokościowego oraz odpowiadających im punktów na NMT nie może przekraczać 20 cm.

Jako standardowy format zapisu i wymiany obrazów cyfrowych, w tym ortofotomapy, uznaje się GeoTIFF (plik z zarejestrowanymi w nagłówku georeferencjami). Stosowanie kompresji o charakterze stratnym (np. JPEG) jest dopuszczalne tylko w szczególnych przypadkach i musi być zaakceptowane przez Zleceniodawcę. Powinien on wtedy określić parametry kompresji oraz

zakres jej stosowalności w procesie technologicznym opracowania ortofotomapy.

Załącznik 9.6 Pomiary wykonywane technologią naziemnego skaningu laserowego

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, geodezyjny sytuacyjny i wysokościowy pomiar fotogrametryczny może być wykonywany metodą skaningu laserowego.

Przy planowaniu pomiarów metodą naziemnego skanowania laserowego, należy objąć pomiarem cały obszar opracowania. Oczekiwane parametry opracowania wynikowego określono w tabeli (Tabela 48) poprzez minimalną rozdzielczość skanów.

Tabela 48 Oczekiwane relacje pomiędzy skalą opracowania a rozdzielczością skanów

Skala opracowania mapowego 1: Mm	Minimalna rozdzielczość skanu
1:500	5 cm
1:1 000	10 cm
1:2 000	15 cm
1:5 000	20 cm

Konieczne do przeprowadzenia pomiaru z wykorzystaniem naziemnego skanowania laserowego należy stosownie dokumentować w postaci projektu pomiaru oraz dokumentacji z opracowania wyników. Projekt i dokumentacja związana z pomiarami i opracowaniami realizowanymi z wykorzystaniem naziemnego skanowania laserowego powinny obejmować:

- lokalizację planowanego pomiaru naniesioną na podkład kartograficzny będący wizualizacją bazy danych BDOT10k przedstawionej w skali 1:25 000 lub 1:50 000,
- charakterystykę zastosowanego skanera laserowego, w szczególności informacje o zasięgu pomiaru i przyjętej rozdzielczości skanowania, a także informację o sposobie zapewnienia georeferencji skanów,
- rozkład punktów kontrolnych, punktów weryfikujących oraz elementów zagospodarowania terenu, których pomiar jest przewidziany w procedurze kontrolnej produktów pochodnych,
- raport z terenowego pomiaru punktów kontrolnych i weryfikujących obejmujący współrzędne punktów, wysokości oraz odpowiadające im błędy uzyskane na podstawie pomiarów przy użyciu klasycznych technik geodezyjnych,
- raport z obliczeń, w szczególności z procesu łączenia (rejestracji) skanów oraz nadania im georeferencji, zawierający informacje o błędach wpasowania,
- analizę wyników w oparciu o punkty kontrolne i weryfikujące (pomierzone w terenie oraz na skanach),
- analizę dokładności produktów pochodnych (NMT) w oparciu o kontrolny, terenowy geodezyjny pomiar bezpośredni.

Nadawanie georeferencji wynikom skanowania laserowego wymaga utrwalenia terenowej osnowy pomiarowej właściwej dla wykonywanego skanowania, o następujących minimalnych wymaganiach:

- wielkość wymiaru znaku sygnalizującego punkt w terenie (np. tarczy, kuli) i zastosowana rozdzielczość skanowania powinny umożliwiać wyznaczenie przestrzennego położenia środka geometrycznego znaku z błędem nieprzekraczającym 10 mm,
- dopuszczalne jest zastosowanie naturalnych znaków, tj. elementów zagospodarowania terenu, jako punktów osnowy pomiarowej, jeżeli spełniają wymagania dla znaków

sygnalizowanych sztucznie; w szczególności punkty te powinny być wyznaczone z przecięcia elementów liniowych lub elementów dla których łatwo i jednoznacznie można określić środek (koło, elipsa, wielokąt foremny),

- pomierzone w terenie punkty osnowy pomiarowej, należy podzielić na dwie równoliczne grupy:
 - punkty kontrolne, których rozmieszczenie dla obiektu liniowego przyjmuje się na bazie trójkątów w przybliżeniu równobocznych o długości boków od 150 do 300 metrów. Dodatkowe punkty kontrolne muszą znajdować się w punktach charakterystycznych dla opracowywanego terenu oraz mieć położenie zapewniające ich równomierne rozłożenie w zakresie wysokości (pokrywać równomiernie cały zakres deniwelacji terenu). Położenie oraz współrzędne punktów kontrolnych są wykorzystywane do wykonania orientacji bezwzględnej skanów oraz opracowania danych,
 - punkty weryfikujące, jako niezależny, równomiernie rozłożony w płaszczyźnie poziomej i wysokości zbiór punktów o liczebności odpowiadającej około 30% liczby punktów kontrolnych. Położenie oraz współrzędne punktów weryfikujących są wykorzystywane w procesie kontroli obliczeń i jakości produktów pochodnych.

Obliczenia, uzyskanie chmur punktów ze skanowania laserowego oraz weryfikacja ich dokładności, przy zastosowaniu georeferencji pośredniej następuje w procedurze składającej się z następujących kroków:

- stabilizacja punktów osnowy pomiarowej właściwej dla wykonywanego skanowania, pomiar oraz obliczenie ich współrzędnych w nawiązaniu do osnowy geodezyjnej, zgodnie z wymaganiami załączników 9.1 i 9.2,
- zaplanowanie oraz wykonanie skanowania oraz wstępna weryfikacja, czy pozyskany materiał odpowiada założeniom (np. w zakresie rozdzielczości, kompletności obszaru skanowania czy możliwości rozpoznania punktów osnowy pomiarowej),
- wskazanie punktów charakterystycznych na skanach (znaków osnowy pomiarowej) służących do łączenia (rejestracji) skanów i nadania im georeferencji,
- łączenie (rejestracja) skanów metodą wykorzystującą fotopunkty naturalne i sygnalizowane albo metodą automatyczną wykorzystującą algorytm wpasowania typu ICP, wraz z wyznaczeniem błędu tego procesu,
- analiza wyników w oparciu o punkty kontrolne oraz weryfikujące,
- uzyskanie produktów pochodnych niezbędnych do zrealizowania założonych zadań (np. wygenerowanie numerycznego modelu terenu),
- opracowanie raportu pomiarowego.

Analiza wyników na podstawie punktów kontrolnych oraz weryfikujących

Przed przystąpieniem do generowania produktów pochodnych (chmury punktów, NMT itp.) konieczna jest analiza dokładności pomiarów na podstawie zbioru punktów kontrolnych i weryfikujących. Po przeprowadzeniu procedury georeferencji średni błąd położenia punktów kontrolnych (zbiór punktów stanowiących podstawę obliczeń) nie może być większy niż dwukrotna wielkość minimalnej rozdzielczości skanu (Tabela 48). Kontrolę obliczeń należy przeprowadzić na zbiorze punktów weryfikujących (zbiór punktów niewłączonych do obliczeń), dla których średni błąd położenia nie może być większy niż dla punktów kontrolnych.

Weryfikacja pomiarów fotogrametrycznych wykonanych technologią skaningu laserowego

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do

państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, oraz rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu, geodezyjny sytuacyjny pomiar fotogrametryczny podlega weryfikacji przez wykonanie geodezyjnych sytuacyjnych pomiarów terenowych wybranych szczegółów terenowych równomiernie rozłożonych na obszarze opracowania, w szczególności na jego skrajach. Analogicznie, geodezyjny wysokościowy pomiar fotogrametryczny podlega weryfikacji przez wykonanie geodezyjnego wysokościowego pomiaru terenowego wybranych punktów kontrolnych lub przekrojów kontrolnych.

Geodezyjne sytuacyjne i wysokościowe pomiary fotogrametryczne wykonane technologią skaningu laserowego weryfikuje się i uzupełnia przez porównanie treści produktów pochodnych z terenem oraz wykonanie w niezbędnym zakresie geodezyjnych sytuacyjnych i wysokościowych pomiarów terenowych.

Cele weryfikacji i uzupełnienia treści:

- identyfikacja i weryfikacja położenia szczegółów terenowych, które częściowo lub w całości nie były dostępne do pomiaru;
- sprawdzenie poprawności identyfikacji szczegółów terenowych objętych pomiarem;
- pozyskanie nieprzestrzennych atrybutów obiektów objętych pomiarem;
- pozyskanie danych niezbędnych do określenia rzeźby terenu wyłączonego z geodezyjnego pomiaru fotogrametrycznego.

Uzyskanie numerycznego modelu terenu na potrzeby rozpoznania podłoża budowlanego metodami fotogrametrycznymi dla terenów zalesionych dopuszczone jest jedynie poprzez wykonanie wysokościowego pomiaru fotogrametrycznego metodą skaningu laserowego, pod warunkiem zastosowania filtrowania chmur punktów technologią umożliwiającą uzyskanie wiarygodnej postaci NMT, której dokładność musi zostać zweryfikowana pomiarem bezpośrednim.

Bezpośredni geodezyjny pomiar wysokościowy wykonany w celu weryfikacji chmury punktów lub NMT może zostać zrealizowany:

- za pomocą niwelacji profilów, których lokalizację przekrojów poprzecznych na obiekcie objętym pomiarem dostosowuje się do warunków terenowych i zaleceń projektanta, przy czym wzajemna odległość między punktami nie może być większa niż 100 m,
- za pomocą niwelacji siatkowej przy założeniu, że powierzchnia terenu objęta jedną figurą powinna być zbliżona do płaszczyzny, a długość boku nie powinna przekraczać 100 m, przy czym charakterystyczne punkty rzeźby terenu położone wewnątrz figur wyznacza się jako punkty dodatkowe,
- za pomocą tachimetrii, określając wysokości szczegółów terenowych metodą niwelacji trygonometrycznej z równoczesnym wyznaczeniem metodą biegunową współrzędnych prostokątnych płaskich w państwowym systemie odniesień przestrzennych. Odległości między pikietami pomiarowymi stanowiącymi podstawę do weryfikacji NMT lub chmur punktów nie powinny być większe niż 100 m, przy czym powierzchnia terenu objęta trzema wybranymi pikietami powinna być zbliżona do płaszczyzny a dodatkowe punkty rzeźby terenu położone wewnątrz figur zapewniających wyznacza się jako punkty dodatkowe.

Kryterium weryfikacyjne dla produktów pochodnych (NMT, chmura punktów):

- dla chmury punktów średnia różnica wysokości punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru sytuacyjnego oraz odpowiadających im punktów na chmurze nie może

- przekraczać 15 cm,
- dla numerycznego modelu terenu średnia różnica wysokości punktów z bezpośredniego terenowego pomiaru wysokościowego oraz odpowiadających im punktów na NMT nie może przekraczać 20 cm.

Załącznik 9.7 Forma przedstawienia zaktualizowanych danych geodezyjno-kartograficznych oraz pomiarów geodezyjnych

Wyniki pomiarów geodezyjnych należy przedstawić w formie rozdziału w DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP lub sprawozdania z pomiarów geodezyjnych (SPG) zawierającego wyniki i dokumenty wynikające z przeprowadzonych prac pomiarowych i obliczeniowych (rozdział 1). W rozdziale/sprawozdaniu należy zawrzeć informacje na temat: numerów punktów dokumentacyjnych w tym profili geofizycznych, współrzędne sytuacyjne i wysokościowe uzyskane w trakcie pomiarów wraz z podaniem nazw układów współrzędnych, w jakich zostały wyznaczone, uzyskane błędy średnie, rodzaj i metodykę pomiaru, nazwę urządzeń i programów wykorzystanych w trakcie realizacji opracowania, datę wykonania oraz imię i nazwisko osoby wykonującej pomiar.

Szkic z pomiarów inwentaryzacyjnych punktów oraz profili dokumentacyjnych należy wykonać na tle ortofotomapy lub na podkładzie mapy zasadniczej o skali dobranej zależnie od stopnia zagospodarowania terenu. Na szkicu należy zawrzeć informację o inwentaryzowanych punktach, dacie pomiaru oraz dane lokalizacyjne (woj., powiat, gmina, a także przybliżony kilometr). Szkic pomiaru przekazać należy również w wersji cyfrowej w formacie PDF i TIFF.

Częścią składową rozdziału/raportu z pomiarów położenia punktów dokumentacyjnych są również dzienniki obserwacji, na bazie których wyznaczone zostały wynikowe współrzędne. W przypadku pomiarów tachimetrycznych dziennik pomiarów powinien zawierać:

- numery wykorzystanych punktów osnowy wraz z ich współrzędnymi katalogowymi,
- dane o stanowisku pomiarowym (numer punktu i wysokość instrumentu),
- numery i dane biegunowe do nawiązań oraz punktów pomiarowych (kierunek poziomy, odległość zenitalną, odległość skośną oraz wysokość celu nad poziomem punktu),
- model i numer seryjny instrumentu pomiarowego,
- datę pomiaru,
- imię i nazwisko osoby wykonującej pomiar.

Jeśli pomiar był realizowany metodą kinematyczną GNSS RTK lub RTN minimalna ilość informacji w dzienniku obserwacyjnym powinna być następująca:

- nazwa wykorzystanej sieci stacji referencyjnych,
- identyfikator oraz współrzędne stacji bazowej w układzie geocentrycznym, a w przypadku własnej stacji bazowej również model anteny i odbiornika, a także wysokość anteny nad punktem,
- data pomiaru,
- model i numer seryjny instrumentu pomiarowego,
- składowe wektora łączącego stację bazową z anteną odbiornika ruchomego,
- wysokość anteny,
- ilość zarejestrowanych epok pomiarowych,
- wartość parametru PDOP lub GDOP w czasie pomiaru,
- imię i nazwisko osoby wykonującej pomiar.

Dane pomiarowe w postaci dziennika pomiarowego oraz surowych danych pozyskanych z odbiornika należy załączyć do raportu w postaci cyfrowej.

Ostateczne współrzędne punktów pomiarowych należy przekazać w wersji cyfrowej w formacie

SHP w układzie PL-2000 lub PL-1992, zaś wysokości muszą być wprowadzone jako atrybuty tych punktów. W przypadku niemożliwości przekazania pliku SHP, możliwe jest ustalenie z Inwestorem, iż wykaz współrzędnych punktów zostanie przekazany w formie pliku TXT.

Część graficzna i tabelaryczna powinna zawierać:

- dokumentacja geodezyjno-kartograficzna,
- mapa wywiadu terenowego - dla potrzeb weryfikacji podkładów mapowych,
- mapa wizji lokalnej - co powinno się na niej znaleźć, na jakim podkładzie powinien być wykonany (ortofoto i wektorowa mapa zasadnicza, a przynajmniej EGIB),
- wymagania co do dzienników pomiarowych dla pomiarów tachimetrycznych, niwelacyjnych i GNSS,
- raporty z obliczeń geodezyjnych,
- raporty z wyrównania skanów,
- raporty z działań fotogrametrycznych,
- mapy orientacyjne,
- mapy sytuacyjne (plany sytuacyjne).

Dokumentacja graficzna ma być realizowana na podkładach mapowych pozyskanych z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego. W przypadku mapy do celów projektowych ma być wykonana przez geodetę uprawnionego z zakresu 1 (zgodnie z Prawem Geodezyjnym i Kartograficznym) i uwierzytelniona przez ODGiK.

Mapy mają być wykonane w postaci wektorowej, z wyłączeniem takich warstw jak ortofotomapa. Wszystkie materiały mapowe mają być sporządzone w układzie współrzędnych płaskich zgodnym z rozporządzeniem o Państwowym Systemie Odniesień Przestrzennych.

Załącznik 10 Pomiary teledetekcyjne – metodyka tworzenia map

Załącznik 10.1 Metody pomiarów teledetekcyjnych

Teledetekcja oznacza zdalne pozyskiwanie informacji o obiekcie, czyli bez fizycznego z nim kontaktu. Do tego celu wykorzystuje się promieniowanie elektromagnetyczne, czyli fale widzialne, podczerwone, mikrofałe i radarowe. Głównym podziałem metod teledetekcyjnych, poza zakresem rejestracji, jest źródło danych. Niezależnie od długości fali, jeśli rejestrowane jest promieniowanie naturalnie pochodzące od obiektu to metoda nazywana jest pasywną, jeśli w danej metodzie wykorzystuje się własne źródło promieniowania, które jest najpierw emitowane, a potem przez obiekt odbijane to jest ona nazywana aktywną (skaniny laserowe, zobrazowania radarowe). Następny podział dotyczy pułapu rejestracji, od którego zależy między innymi dostępność danych: pułap satelitarny, fotogrametryczny lotniczy (tradycyjne obrazy fotogrametryczne), lotniczy z niskiego pułapu, tzw. UAV, drony (obrazy niemetryczne) oraz naziemny (kamery termalne, noktowizory, pirometry do pomiaru temperatury, spektrometry i inne.), który zwykle jest wykorzystywany jako tzw. wsparcie naziemne rejestracji z powietrza, ze względu na ograniczony przestrzennie zasięg. Cechą charakterystyczną obrazów teledetekcyjnych jest ich rozdzielczość: przestrzenna, spektralna, radiometryczna i czasowa. Rozdzielczość przestrzenną określa się poprzez wielkość terenową piksela obrazu. Rozdzielczość spektralna oznacza liczbę kanałów (1 – obraz panchromatyczny, kilka, kilkanaście – obraz multispektralny, kilkaset – obraz hiperspektralny), a rozdzielczość radiometryczna liczbę bitów, na których zapisany jest poziom zarejestrowanego promieniowania w obrębie jednego piksela (zwykle 8, ostatnio więcej, np. 11, 16). Kluczowa jest rozdzielczość przestrzenna, najwyższą można uzyskać z pułapu lotniczego, w praktyce oznacza to wielkość piksela rzędu centymetrów, decymetrów. Wielkość piksela obrazu z pułapu lotniczego zwykle nie przekracza 50 cm. Jest to związane z bardzo dużą rozdzielczością przestrzenną dostępnych obecnie obrazów satelitarnych. Przykładowo WorldView3 rejestruje obrazy panchromatyczne (jeden obraz w zakresie fal widzialnych) o rozdzielczości 31 cm, multispektralne (w 4 standardowych kanałach: niebieskim, zielonym, czerwonym i bliskiej podczerwieni i w 4 dodatkowych zakresach spektralnych: coastal, yellow, red edge i dodatkowym IR) o rozdzielczości 1,24 m oraz 8 kanałów w średniej podczerwieni o rozdzielczości 3.7 m.

Najlepsze rozdzielczości przestrzenne (rzędu centymetrów) można uzyskać z pułapu lotniczego. Rejestracja lotnicza fotogrametryczna w łatwy sposób umożliwia obrazowanie dużych obszarów w przeciwieństwie do rejestracji z niskiego pułapu. Z uwagi na bardziej stabilny lot, urządzenia do pozycjonowania oraz wykorzystanie kamery fotogrametrycznej zarejestrowane obrazy są lepszej jakości geometrycznej i radiometrycznej. Również liczba punktów kontrolnych i kontrolowanych, które trzeba pomierzyć w terenie jest nieporównywalnie mniejsza.

Obrazy z pułapu satelitarnego, w przeciwieństwie do wszystkich innych, są rejestrowane automatycznie i nie wymagają specjalnej kampanii pomiarowej. Ponadto obszar, obrazowany z pułapu satelitarnego jest bardzo duży w porównaniu z pułapem lotniczym i w związku z tym wymaga znacznie mniej prac związanych z wpasowaniem w układ współrzędnych (proces tworzenia ortofotomapy jest znacznie prostszy i szybszy, wymaga pomiaru kilku, kilkunastu punktów kontrolnych na jeden obraz obejmujący ok. 100 kilometrów kwadratowych). Rozdzielczość spektralna z pułapu satelitarnego (np. WorldView3 3: 8 VNIR i 8 SWIR) jest znacznie większa niż w standardowo wykorzystywanych lotniczych kamerach multispektralnych (4 kanały VNIR), ale z kolei mniej niż w kamerach hiperspektralnych.

Obrazy hiperspektralne rejestrujące promieniowanie w kilkaset kanałach są dostępne z pułapu satelitarnego (zwykle o słabej rozdzielczości przestrzennej) lub lotniczego (rozdzielczość

przestrzenna może być rzędu cm) i niosą ze sobą najwięcej informacji tematycznej. Opracowanie wymaga jednak specjalistycznego oprogramowania (korekcja geometryczna, atmosferyczna) i wiedzy na temat przetwarzania tych danych.

Z pułapu lotniczego dostępne są również rejestracje obrazów w zakresie podczerwieni termalnej. Możliwość takiej rejestracji z wysoką rozdzielczością przestrzenną nie jest dostępna z pułapu satelitarnego.

Metodykę wykorzystania teledetekcji na potrzeby badania podłoża budowlanego można podzielić na 2 grupy:

- metody jakościowe w celu określenia typu pokrycia/użytkowania terenu, obszarów nadmiernie uwilgotnionych, form geomorfologicznych, typów/rodzajów gleb,
- metody ilościowe określania procentowej wilgotności gruntów.

Na potrzeby metod jakościowych zalecany jest 2 krotny wywiad terenowy: przed wykonaniem prac interpretacyjnych w celu rozpoznania obszaru analizy (proces uczenia) i po wykonaniu prac interpretacyjnych na potrzeby określenia jakości produktów (proces weryfikacji). Pierwsza wizja terenowa odbywa się po wykonaniu wstępnej analizy/interpretacji danych teledetekcyjnych w celu potwierdzenia poprawności wydzieleni. W drugim etapie przeprowadza się wizję terenową w celu określenia niepewności produktu.

Rekomenduje się stosowanie w procesie interpretacji, w celu jej poprawy, poniższych zabiegów (możliwość realizacji uzależniona jest od rodzaju dostępnych danych). Kolejność w każdej podgrupie wymieniono od najbardziej rekomendowanych:

- wykorzystanie potencjału informacji spektralnej
 - stosowanie kompozycji barwnych zawierających informację z zakresu widzialnego, podczerwieni bliskiej i średniej (np. satelitarne dane średniorozdzielcze Landsat, Sentinel - dane ogólnodostępne);
 - stosowanie kompozycji barwnych zawierających informację z zakresu widzialnego i podczerwieni bliskiej FCC (np. satelitarne dane wysokorozdzielcze Ikonos, QuickBird, RapidEye, Spot itd. - dane komercyjne; zdjęcia i ortofotomapy spektrostrefowe z zasobów PZGiK);
 - stosowanie obrazów barwnych RGB z zakresu widzialnego (serwis GoogleEarth; zdjęcia i ortofotomapy z zasobów PZGiK);
- wykorzystanie potencjału informacji przestrzennej
 - integrowanie danych panchromatycznych i wielospektralnych celem podniesienia rozdzielczości przestrzennej kompozycji barwnych (dane rejestrujące obraz PAN lub jego ekwiwalent oraz obraz wielospektralny, np. systemy Landsat 7, Landsat 8, Sentinel-2, Spot);
 - wykorzystanie ogólnodostępnych wysokorozdzielczych danych obrazowych PAN i RGB (serwis GoogleEarth; zdjęcia i ortofotomapy z zasobów PZGiK);
- wykorzystanie potencjału informacji wieloczasowej
 - od lat 80-tych: ogólnodostępne dane średniorozdzielcze Landsat;
 - od ok. 2008 roku ogólnodostępne wysokorozdzielcze dane PAN i RGB (serwis GoogleEarth);
 - analiza archiwalnych stereogramów ze zdjęć lotniczych i wybranych danych satelitarnych (np. Spot).

Zaleca się każdorazowe sprawdzenie licencji określających warunki korzystania z produktów udostępnianych przez poszczególne portale.

Wyniki pomiarów teledetekcyjnych należy przedstawić w formie rozdziału w DH, dDH, SGI,

DGI, dDGI, DBP lub sprawozdania z pomiarów teledetekcyjnych (SPT). W rozdziale/sprawozdaniu należy zawrzeć wyniki i dokumenty wynikające z przeprowadzonych prac pomiarowych i obliczeniowych, rodzaj i metodykę pomiaru, nazwę urządzeń i programów wykorzystanych do przetwarzania i interpretacji, datę wykonania oraz imię i nazwisko osoby wykonującej pomiar.

Załącznik 10.2 Metodyka tworzenia map pionowych przemieszczeń powierzchni terenu na podstawie technologii InSAR

W celu identyfikacji i oceny zagrożeń geologicznych związanych z pionowymi przemieszczeniami powierzchni terenu, zaleca się wykorzystywać radarowe sceny satelitarne przetworzone metodą interferometrii radarowej, obejmujące pas drogowy/wariant, strefę buforową i strefę zagrożeń (rozdział 3, Załącznik 7. 1. 1, Załącznik 7. 2. 1, Załącznik 7. 3, Załącznik 7. 4, Załącznik 7. 5).

Radarowe sceny satelitarne to zobrazowania mikrofalowe, które pozyskuje się z radaru bocznego wybierania, wyposażonego w antenę syntetyzowaną SAR (ang. Synthetic Aperture Radar). Radar umieszczony jest na satelicie.

Sceny satelitarne przetwarza się następującymi metodami:

- interferometria różnicowa SAR (ang. differential SAR interferometry, skrót DInSAR),
- stabilnych rozpraszaczy (ang. Permanent Scatterers Differential SAR Interferometry, skrót PS InSAR).

W wyniku przetworzenia uzyskujemy (odpowiednio do metody):

- zestaw interferogramów różnicowych,
- zestaw punktów PS (persistent scatterers) lub DS (distributed scatterers) (w zależności od wykorzystanego algorytmu).

Interferogram różnicowy jest to obraz zmian powierzchni terenu przedstawionych za pomocą różnicy faz odbitego sygnału.

Punkty PS (persistent scatterers) odnoszą się do obiektów znajdujących się na powierzchni terenu, które silnie i stabilnie odbijają falę radarową (np. obiekty metalowe, wychodnie skał).

Punkty DS (distributed scatterers) odpowiadają fragmentom terenu, które nie odbijają fali tak silnie jak obiekty odpowiadające punktom PS, ale ich odbicie jest stabilne w czasie (np. odkryta gleba).

Interferogramy różnicowe oraz zestawy punktów PS/DS wykorzystuje się do opracowania map pionowych przemieszczeń terenu w zakładanym okresie czasowym w różnych wariantach np.: ilościowe przemieszczenia, prędkość przemieszczeń w punktach na powierzchni, zasięg występowania zmian geodynamicznych.

Interferogramy różnicowe oraz zestawy punktów PS/DS wykorzystuje się do opracowania map pionowych przemieszczeń terenu w zakładanym okresie czasowym w różnych wariantach np.: ilościowe przemieszczenia lub prędkość przemieszczeń w punkcie/na powierzchni.

Wykorzystanie

Przetworzenia interferometryczne mogą być szczególnie pomocne przy określaniu zjawisk geodynamicznych zachodzących na powierzchni terenu, skutkujących dużymi przemieszczeniami pionowymi bądź na terenach miejskich, gęsto zabudowanych, gdzie przemieszczenia są niewielkie.

W każdym przypadku informacje o przemieszczeniach pozyskane z przetworzeń interferometrycznych należy traktować poglądowo, głównie w celu lokalizacji i określenia zasięgu przestrzennego występujących zmian, ale również oceny skali zjawiska geodynamicznego, oceny

ilościowych i jakościowych trendów występujących przemieszczeń i kierunków zmian lokalizacji występowania zjawiska. Dane przetworzone w technice interferometrycznej w odróżnieniu od klasycznych technik geodezyjnych dają syntetyczny obraz zmian powierzchni terenu występujących na dużym obszarze. Mogą one w znaczący sposób uzupełnić punktowe pomiary geodezyjne (niwelacja precyzyjna, pomiary GNSS).

Przetworzenia satelitarne stosuje się dla obszarów, gdzie występuje osiadanie lub podnoszenie terenu, szczególnie dla rejonów, gdzie prowadzona jest eksploatacja podziemna, występują zmiany poziomu wód podziemnych, prowadzone są inwestycje podziemne (np. metro, tunel), lub też są to rejonami miejskimi, gęsto zabudowanymi, gdzie prawdopodobne jest występowanie ruchów powierzchni terenu.

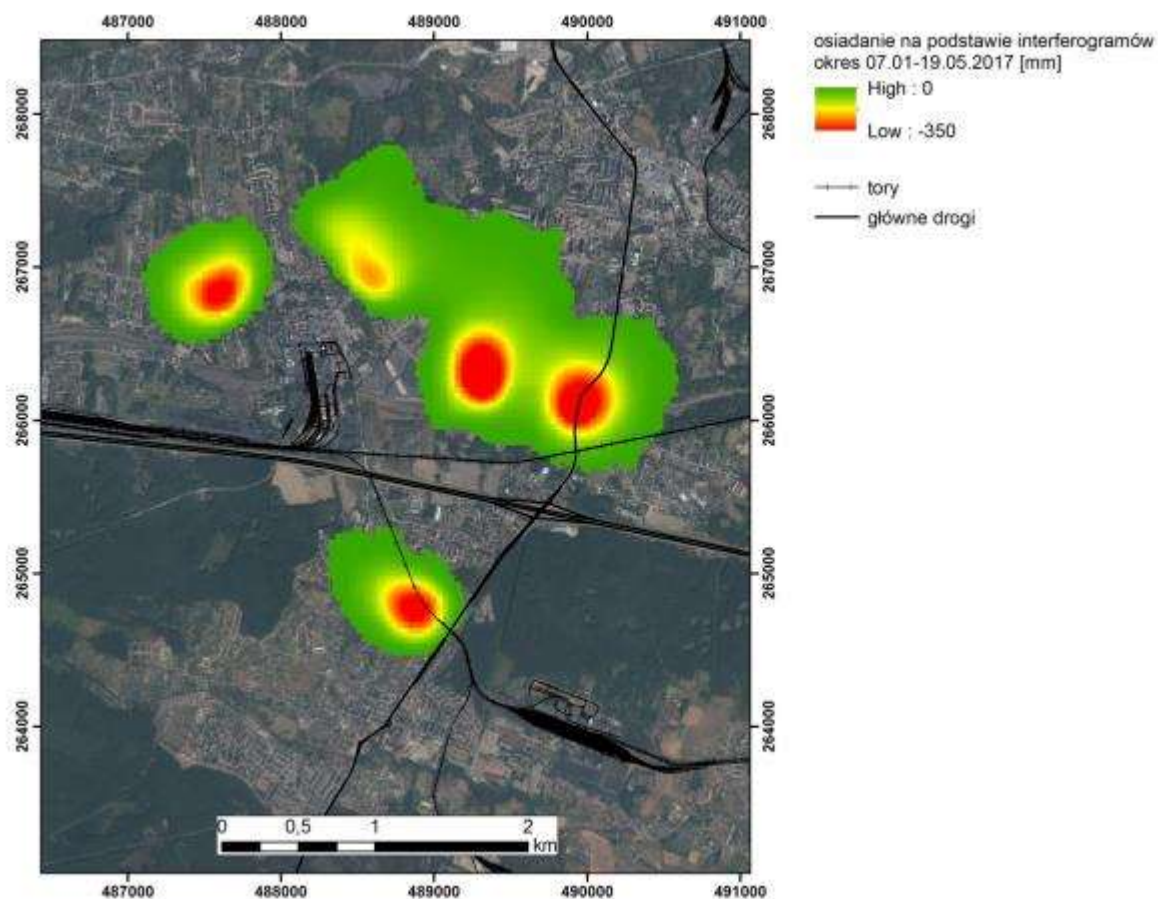
W zależności od metody przetwarzania scen satelitarnych, ich efekty są przydatne do wyznaczenia lokalizacji pionowych ruchów powierzchni terenu oraz ich prawdopodobnych wartości:

- dla rejonów gdzie występują znaczne zmiany wysokości terenu, rzędu decymetra i więcej na miesiąc (np. osiadania spowodowane podziemną eksploatacją), w tym przypadku wykorzystuje się interferogramy różnicowe,
- na terenach miejskich, gęsto zabudowanych, gdzie występują niewielkie, milimetrowe zmiany powierzchni terenu, przy zastosowaniu zestawów punktów PS/DS.

Przetwarzanie

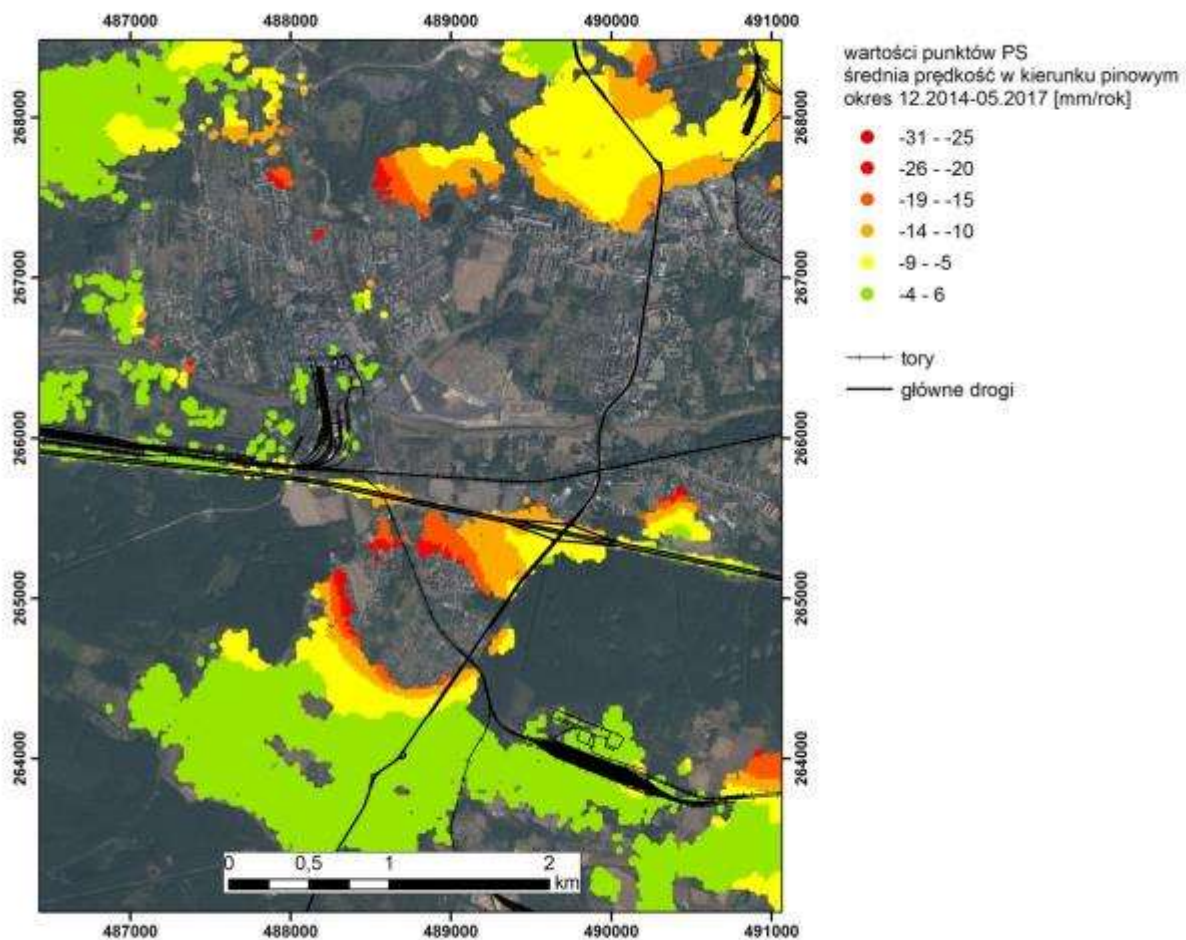
Przetwarzanie scen satelitarnych powinno być wykonane przez doświadczonego specjalistę, z użyciem dedykowanego oprogramowania. Prace powinny obejmować wykonanie serii interferogramów różnicowych i/lub zestawów punktów PS/DS.

W przypadku zastosowania metody interferometrii różnicowej SAR, wynikowe wartości przemieszczeń widoczne na kolejnych interferogramach różnicowych powinny zostać zsumowane. Sumowane wartości należy przekonwertować z kierunku nachylonego (*LOS*, ang. Line Of Sight) do pionu, bądź, gdy nie jest to możliwe, zostawić wartości w kierunku obrazowania satelity. W takim wypadku należy umieścić w legendzie mapy informacje o geometrii obrazowania satelity. Ostateczna informacja o występujących przemieszczeniach powinna być pokazana w formie mapy zidentyfikowanych wartości występujących zmian (np. w formie mapy warstwicznej), (Rysunek 27).



Rysunek 27 Przykład opracowania pionowych przemieszczeń terenu zidentyfikowanych na serii interferogramów różnicowych, pokrywających okres od 7 stycznia do 19 maja 2017 r. Sumaryczne przemieszczenia terenu w kierunku obrazowania satelity zostały przekonwertowane do kierunku pionowego i na mapie przedstawione jako osiadania w milimetrach. Układ współrzędnych PL-1992

W przypadku przetworzenia techniką stabilnych rozpraszaczy, informacja o występujących zmianach powinna być przekazana w formie mapy średnich wartości ruchu wyznaczonych punktów „persistent scatterers”, PS (i/lub „persistent/distributed scatterers”, PS/DS), (Rysunek 28). Dla wybranych punktów, w celu ilustracji trendu zmian, można dołączyć wykresy czasowe względnych zmian wartości ich położenia.



Rysunek 28 Przykład opracowania wynikowego zbioru punktów PS, przedstawiających przemieszczenia terenu w okresie od grudnia 2014 roku do maja 2017 roku. Na mapie została przedstawiona średnia prędkość w kierunku pionowym w jednostkach milimetry na rok. Układ współrzędnych PL-1992

Do wyników powinien być dołączony raport o błędach i dokładności uzyskanych wyników, zawierający informacje:

- jakie sceny zostały wykorzystane: satelita, geometria pozyskania, kąt obrazowania satelity (incident angle), data, pasmo radarowe (długość fali), numer ścieżki, rozdzielczość przestrzenna;
- wykorzystane interferogramy: pary scen, baza prostopadła, baza czasowa;
- informacje o przetwarzającym: firma, imię i nazwisko osoby odpowiedzialnej, data oddania, użyte oprogramowanie;
- układ współrzędnych wynikowych danych;
- w przypadku opracowania serii interferogramów: informacja o szacowanej dokładności uzyskanych ostatecznych wyznaczonych wartości. Informacja musi zawierać obliczenie teoretycznej minimalnej wartości zaobserwowanego przemieszczenia pomiędzy dwoma kolejnymi prążkami interferometrycznymi.
- w przypadku przetworzeń stabilnych rozpraszaczy: wykorzystany algorytm, wybrane sceny „master”, liczba zidentyfikowanych punktów PS (i/lub PS/DS), średnią gęstość punktów na km², współrzędne punktu/ów referencyjnych, statystyki otrzymanych średnich wartości prędkości ruchu oraz ich odchylenia standardowego (wartości minimalne, maksymalne i średnie). Ponadto należy umieścić informację o dokładności

uzyskanych średnich wartości ruchu punktów. Informacja musi zawierać obliczenie teoretycznej maksymalnej wartości zaobserwowanego przemieszczenia w czasie pomiędzy dwoma kolejnymi scenami zbioru.

Należy dołączyć opis zawierający czynniki wpływające na dokładności pozyskanych wartości oraz szacowaną wartość błędu, jeśli nie wykonujemy klasycznych pomiarów geodezyjnych.

Interpretacja

Interpretacja wyników przetworzeń interferometrycznych polega na lokalizacji występujących niestabilności terenu oraz ich opisie. W szczególności powinna skupiać się na określeniu maksymalnych wartości przemieszczeń, miejsca ich występowania i opisie prawdopodobnej przyczyny. Ponadto powinna zawierać charakterystykę występujących ruchów: czy są to ruchy liniowe czy nieregularne, występujące sezonowo, czy są zależne od jakiegoś czynnika zewnętrznego, czy były jednorazowe, czy istnieje prawdopodobieństwo, że wystąpią w przyszłości.

W przypadku interpretacji mapy punktów PS/DS należy wziąć pod uwagę, następujące czynniki:

- zarejestrowane przemieszczenia są to średnie prędkości ruchu w kierunku obrazowania satelity (LOS) podane w jednostkach mm/rok, a nie bezwzględne wartości przemieszczeń pionowych bądź poziomych, jak ma to miejsce w przypadku metod geodezyjnych;
- wartości na punktach PS/DS mogą odzwierciedlać ruch powierzchni terenu, ruch obiektu znajdującego się na terenie, bądź kombinacji tych dwóch. Wysokość punktu może być pomocna w określeniu czy punkt znajduje się na terenie, czy na obiekcie;
- jeśli na punktach PS/DS została zarejestrowana znacząca średnia wartość ruchu, nie jest to jednoznaczne z zagrożeniem obiektów znajdujących się na terenie (sytuacja ta powinna być przeanalizowana pod kątem geologicznym);
- analiza wykresów czasowych może ułatwić identyfikację incydentalnych zmian lub zmiany w trendzie występującego ruchu. Należy jednakże zauważyć, że wykresy czasowe są mniej dokładne niż wyznaczona średnia wartość ruchu i należy wykorzystać do badania trendu zachodzących zmian a nie do określania konkretnych wartości.

Forma przedstawienia efektów prac

Wyniki przetworzeń scen satelitarnych metodą interferometrii radarowej przedstawia się:

- na mapie zagrożeń geologicznych lub mapie oddziaływań górniczych opracowanej na kopii mapy zasadniczej lub ortofotomapie w odpowiednio dobranej skali, jako linie/powierzchnie odpowiadające odpowiednio granicom/obszarom pionowych przemieszczeń powierzchni terenu (w zależności od metody przetwarzania, również jako zestaw punktów PS i/lub PS/DS),
- w formie syntetycznego opisu o występujących przemieszczeniach na powierzchni terenu w rejonie planowanej inwestycji oraz o wykonanych pracach w tym przetwarzaniu, interpretacji i ocenie,

Interferogramy różnicowe przekazuje się w formie obrazów rastrowych, a zestawy punktów PS (PS/DS) w postaci warstw wektorowych. Opracowane mapy przemieszczeń powinny zostać zapisane w formie obrazów rastrowych z georeferencją.

W przypadku punktów PS (PS/DS) dane powinny być zapisane w formacie umożliwiającym konwersję do środowiska GIS, tj. tabela atrybutów wraz ze współrzędnymi każdego z punktów. Tabela atrybutów powinna zawierać: ID punktu (unikalny kod), współrzędne geograficzne, współrzędne w układzie odniesienia, współczynnik koherencji, wysokość nad powierzchnią Ziemi, średnią prędkość ruchu punktu w kierunku obrazowania satelity, odchylenie standardowe, błąd wyznaczenia wysokości, błąd wyznaczenia średniej prędkości ruchu, wartość względnej

wartości położenia punktu w kierunku obrazowania satelity (LOS) dla każdej wykorzystanej sceny. Średnie wartości prędkości występujących zmian, określone na punktach będących wynikiem przetworzenia, powinny zostać wyznaczone z dokładnością nie mniejszą niż 2 mm/rok i cechować się współczynnikiem koherencji nie mniejszym niż 0,7.

Pozyskanie materiałów

Pozyskanie scen satelitarnych wykorzystanych do przetworzenia w technice interferometrii powinno być odpowiednio zaplanowane i obejmować ustalony przez dokumentatora przedział czasowy, dla którego będą wykonywane prace.

Dla terenów niezabudowanych, rolniczych lub zalesionych, zaleca się pozyskiwanie scen radarowych w paśmie mikrofalowym L. Na terenach zurbanizowanych, w celu uzyskania łatwego do interpretacji gęstego zbioru punktów PS (i/lub PS/DS), zaleca się stosowanie scen radarowych w paśmie X.

Zastosowane pasmo radarowe będzie wpływać na dokładność i rozdzielczość przestrzenną wyników końcowych, co powinno zostać uwzględnione w opisie. Rozdzielczość przestrzenna wpływa na jakość interferogramów, gęstość zbiorów punktów PS/DS oraz na możliwości interpretacji danych (im większa rozdzielczość, tym lepiej). Z kolei długość fali radarowej (pasmo L, X lub C) będzie determinować możliwość penetracji szaty roślinnej, maksymalne różnice przemieszczeń możliwe do wykrycia pomiędzy kolejnymi zobrazowaniami, gęstość tworzenia się prążków interferometrycznych. Przykładowo sceny satelity ALOS-2 pozyskane w paśmie L, w trybie StripMap mają rozdzielczość przestrzenną 3-10 m, satelity TerraSAR X pozyskane w paśmie X - 1 - 3 m, a satelity Sentinel-1 pozyskane w pasmie C - 20 m. Na dokładność uzyskanego końcowego wyniku wartości przemieszczeń pionowych wpływa również szereg innych czynników (np. błędy atmosfery, zastosowane algorytmy przetwarzania, uzyskane współczynniki koherencji), co powinno zostać uwzględnione w opisie.

Nowe sceny dla pasm L jak i X są dostępne odpłatnie, na zamówienie przez firmy rozprowadzające dane. Sceny archiwalne niekiedy są udostępniane nieodpłatnie, zależy to od wyboru satelity i ich dostępności. W celu minimalizacji kosztów analizy, zalecane jest wykorzystanie darmowych zobrazowań z satelity Sentinel-1 (pasmo mikrofalowe C). Sceny te udostępniane są przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA) na portalu, <https://scihub.copernicus.eu/>.

Załącznik 10.3 Metodyka tworzenia mapy użytkowania i pokrycia terenu

Skala i dokładność mapy użytkowania i pokrycia terenu zależy od rozdzielczości przestrzennej interpretowanych obrazów. Przykładowo baza danych CORINE na poziomie 4 (najdokładniejszym) odpowiada mapie w skali 1:50 000, na której najmniejsza kartowana powierzchnia wynosi 4 ha, a baza danych Urban Atlas odpowiada skali 1:10 000. Dokładność i wiarygodność mapy pokrycia i użytkowania terenu określa się najczęściej poprzez macierz błędów proporcjonalnych oraz współczynniki kappa, w oparciu o odpowiednio przygotowaną próbkę weryfikacyjną (tzw. pliki prawdy terenowej).

W oparciu o ustalony schemat klasyfikacyjny (listę kategorii pokrycia terenu dostosowaną do skali opracowania i potrzeb), w procesie interpretacji, operator dokonuje klasyfikacji pokrycia i użytkowania terenu i dokumentuje to w procesie wektoryzacji.

Analizę wizualną (fotointerpretację) przeprowadza się na kompozycjach w barwach naturalnych (RGB) i w barwach zafałszowanych (FCC). Dla polepszenia możliwości fotointerpretacyjnych rekomenduje się wykorzystanie w kompozycjach barwnych (KB):

- równocześnie kanałów, po jednym, z zakresu: widzialnego, bliskiej podczerwieni, średniej podczerwieni (np. wg numeracji Landsat 5/7 przykładowe kompozycje to KB 354, KB 247); tego typu produkty są możliwe do uzyskania min. z takich satelitów jak Landsat, Sentinel-

2, TerraAster, WorldView3;

- kanałów zielonego i czerwonego wraz z kanałem bliskiej podczerwieni (np. wg numeracji Landsat 5/7 jest to KB 234); tego typu produkty są możliwe do uzyskania m.in. z takich satelitów jak Ikonos, QuickBird, Spot, RapidEye oraz w oparciu o zdjęcia i ortofotomapy lotnicze tzw. spektrostrefowe;
- kompozycji barwnej w barwach naturalnych, opartych o kanały niebieski, zielony, czerwony.

Komplementarne posługiwanie się zestawem tak przygotowanych kompozycji barwnych zapewnia uzyskanie najlepszych dokładności interpretacyjnych. Posługiwanie się kompozycjami zawierającymi kanały podczerwone lepiej odwzorowuje poszczególne rodzaje pokrywy roślinnej, z uwagi na wysoką i zróżnicowaną odbijalność roślinności. Wsparcie w procesie interpretacyjnym stanowią biblioteki spektralne oraz klucze fotointerpretacyjne.

Pomocne przy ustaleniu optymalnych kompozycji barwnych (KB) jest posłużenie się wskaźnikami potencjału informacyjnego kompozycji barwnych OIF (Optimum Indeks Factor) i MOIK (pochodzący od nazwiska autora propozycji - Moik, 1980). Wskaźnik OIF opiera się na stosunku sumy odchyłeń standardowych kanałów wchodzących w skład KB, do sumy bezwzględnych korelacji wszystkich par kanałów wchodzących w skład KB (zakres wskaźnika: $0-\infty$, im wartość wyższa, tym lepiej). Wskaźnik MOIK oparty jest na sumie bezwzględnych korelacji wszystkich par kanałów wchodzących w skład KB (zakres wskaźnika 0-3, im wartość niższa tym lepiej).

W przypadku analiz wieloczasowych, i braku dla określonych stanów czasowych obrazów wielospektralnych, dopuszcza się interpretację obrazów panchromatycznych (PAN, zakres promieniowania widzialnego) - przykładowo obrazy panchromatyczne lotnicze, obrazy satelitarne IRS. Lepsze możliwości interpretacyjne dają obrazy tzw. superPAN, obejmujące rejestrację promieniowania widzialnego (najczęściej zielonego i czerwonego) oraz częściowo bliskiej podczerwieni - przykładowo obrazy panchromatyczne Landsat, QuickBird, Ikonos (obrazy te różnią się od siebie zakresem rejestrowanego promieniowania podczerwonego).

W przypadku posiadania w zestawie danych obrazowych obrazu panchromatycznego o rozdzielczości wyższej niż obraz wielospektralny, rekomenduje się dokonanie integracji danych celem wzmocnienia przestrzennego kanałów spektralnych. Proces taki można realizować różnymi algorytmami, z zachowaniem naczelnej zasady maksymalnego wzmocnienia przestrzennego przy wprowadzeniu możliwie niewielkiego zniekształcenia spektralnego syntetycznych kanałów. Do oceny stopnia wzmocnienia/zniekształcenia stosuje się analizę interpretacyjną oraz wskaźniki (rekomenduje się stosowanie wskaźników RMSE, IL%, a z wskaźników syntetycznych: RASE, nQ, AIL%). Przykładem algorytmów spełniających te kryteria są oparte o filtracje górnoprzepustowe (metoda HPF) i teksturalne (np. metody Price, Pradines). Popularny algorytm IHS nie spełnia tych kryteriów, jednak odpowiednie opracowanie klucza interpretacyjnego dla obrazów po ich integracji pozwala na ich wykorzystanie w procesie fotointerpretacji.

W uzasadnionych przypadkach, szczególnie przy analizie zróżnicowanych form ukształtowania terenu, rekomenduje się interpretację stereogramów lotniczych lub satelitarnych i numerycznego modelu terenu.

W przypadku wspomaganie rozpoznania pokrycia i użytkowania terenu za pomocą klasyfikacji automatycznej naczelną zasadą jest uzyskanie jak najwyższej dokładności i wiarygodności produktu. Temu podporządkowany jest najczęściej wielokrotny, iteracyjny proces doboru parametrów i stosowanych metod. Aktualnie stosuje się wiele rozwiązań klasyfikacyjnych, które można scharakteryzować poprzez różne kryteria, jak decydowanie przez operatora a priori o zestawie kategorii pokrycia (klasyfikacja nadzorowana) lub a posteriori (klasyfikacja nienadzorowana), oparciem się na informacji odrębnie z każdego piksela lub ich grupie

(pikselowa/obiektoowa), zastosowania różnych reguł przynależności do wzorców klas (przykładowo: metody prostopadłościennych, minimalnej odległości, maksymalnego prawdopodobieństwa, drzew decyzyjnych, sieci neuronowych itp.), wykorzystania tylko informacji spektralnej bądź szerzej (spektralna, z uwzględnieniem tekstury, z uwzględnieniem innych danych jak np. NMT), tworzeniem produktów „twardych” bądź „rozmytych”.

W praktyce często stosuje się rozwiązanie hybrydowe: w oparciu o ustalony schemat klasyfikacyjny (listę kategorii pokrycia terenu dostosowaną do skali opracowania i potrzeb), w procesie interpretacji (w uzasadnionych przypadkach - interpretacji stereogramów), operator dokonuje klasyfikacji pokrycia i użytkowania terenu i dokumentuje to w procesie wektoryzacji. Wybrane obszary (np. wielkopowierzchniowe obszary leśne bądź rolnicze), zamiast żmudnego procesu interpretacji, są kategoryzowane w sposób automatyczny, metodami klasyfikacyjnymi.

Zarówno produkty interpretacyjne jak i z klasyfikacji, a także często stosowane w praktyce produkty hybrydowe, muszą być poddane ocenie dokładności. Współczynniki te określają ogólną dokładność mapy, a także dokładności producenta i dokładności konsumenta (wiarygodność) dla poszczególnych kategorii pokrycia terenu. W procesie tworzenia map jest to informacja zwrotna umożliwiająca iteracyjne poprawianie jakości produktu. W raporcie końcowym do opracowanej mapy stanowi dokument opisujący uzyskaną jakość produktu.

Załącznik 10.4 Metodyka tworzenia mapy rozkładu wilgotności podłoża budowlanego

Mapa rozkładu wilgotności podłoża budowlanego jest to uzyskana metodami teledetekcyjnymi - mapa przedstawiająca rozkład przestrzenny wilgotności powierzchniowej warstwy gruntu/gleby. Wilgotność może być wyrażona w postaci ilościowej (procentowa zawartości wody w gruncie) lub jakościowej (strefy o zróżnicowanej wilgotności). Powstaje z wyniku interpretacji wizualnej wspomaganą komputerowo. Uzyskanie ilościowego rozkładu wilgotności wymaga wykonania naziemnych pomiarów kalibracyjnych wilgotności powierzchniowej warstwy gruntu. Wilgotność gruntu/gleby można określać z różnym stopniem efektywności wykorzystując obrazy radarowe oraz obrazy zarejestrowane pasywnie w zakresie mikrofal, podczerwieni termalnej, podczerwieni i w zakresie fal widzialnych.

Zasięg stref powstaje w wyniku interpretacji wizualnej kompozycji barwnych i wyciągów spektralnych, a dokumentacja interpretacji odbywa się poprzez wektoryzację. Kluczowe dla interpretacji wilgotności jest informacja z zakresu podczerwonego, szczególnie podczerwieni bliskiej. W tym zakresie promieniowania krzywa spektralna wody biegnie bardzo nisko, a innych komponentów środowiska - wysoko. Odzworowanie wody jest na obrazach bardzo ciemne (najciemniejsze w stosunku do innych komponentów), a wilgotność różnych obiektów (gleb, roślinności) odzworowuje się poprzez ich ciemniejszy ton (kanał podczerwony), barwę (KB zawierające kanały podczerwone). Dlatego interpretacja powinna odbywać się na:

- kompozycjach barwnych, zawierających równocześnie kanały, po jednym, z zakresu: widzialnego, bliskiej podczerwieni, średniej podczerwieni (np. wg numeracji Landsat 5/7 przykładowe kompozycje to KB 354, KB 247); tego typu produkty są możliwe do uzyskania min. z takich satelitów jak Landsat, Sentinel-2, Terra Aster, WorldView3;
- kanałów zielonego i czerwonego wraz z kanałem bliskiej podczerwieni (np. wg numeracji Landsat 5/7 jest to KB 234); tego typu produkty są możliwe do uzyskania m.in. z takich satelitów jak Ikonos, QuickBird, Spot, RapidEye oraz w oparciu o zdjęcia i ortofotomapy lotnicze tzw. spektrostrefowe;
- kanał podczerwonym, z zakresu podczerwieni bliskiej (kanał 4 wg numeracji Landsat 4/5) - tego typu wyciągi spektralne są rejestrowane przez większość satelitów, zarówno

wysokorozdzielczych (np. Ikonos, QuickBird, Spot), jak i średniorozdzielczych (np. Landsat, Sentinel-2, TerraAster); niektóre z satelitów rejestrują kilka kanałów z zakresu podczerwieni bliskiej (np. RapidEye).

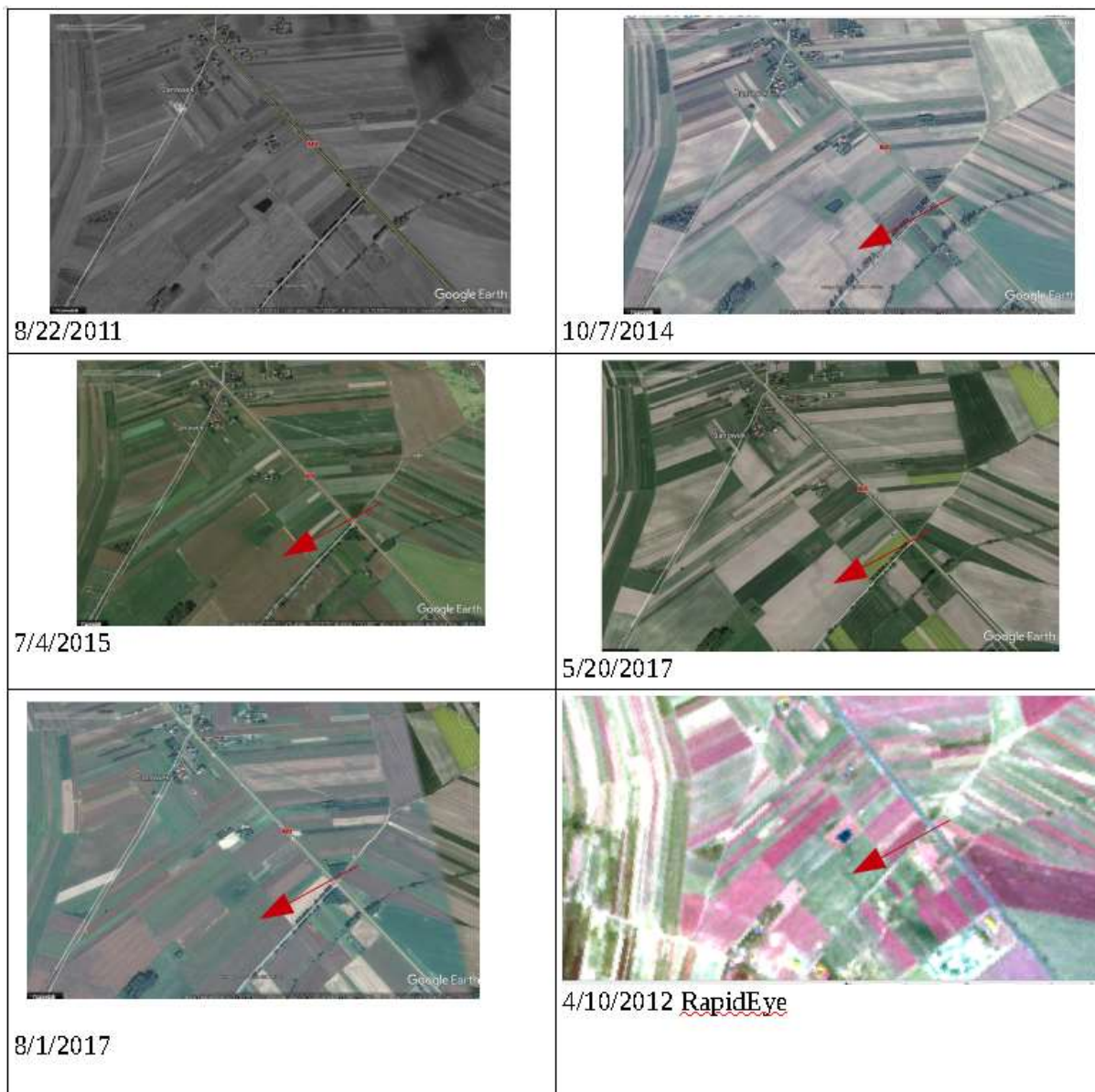
Pomocniczo proces interpretacji odbywać się może na kompozycji w barwach naturalnych oraz na obrazach PAN. Wzmocnienie przestrzenne KB, opisane w pkt. Załącznik 10. 3, poprawia znacznie możliwości rozpoznania interpretacyjnego oraz geometryzacji wydzielanych stref potencjalnie nadmiernie uwilgotnionych.

Rekomenduje się wykorzystanie w analizie obrazów wieloczasowych. Jest to istotny czynnik uwiarygodniający interpretację wizualną. Pozwala to wykryć obszary, które tylko okresowo są uwilgotnione, np. w określonych porach roku lub w przypadku wystąpienia zjawisk nietypowych (powódź, intensywne opady, nagłe roztopy). Na dzień 31.01.2018 rekomenduje się aplikację ARCGIS IMAGERY (<https://learn.arcgis.com/en/projects/get-started-with-imagery/app>) zawierającą obrazy średnio-rozdzielcze Landsat wraz z narzędziami umożliwiającymi proste przetwarzanie obrazów (przeglądanie dostępnych obrazów, ich selekcja i filtracja, budowanie kompozycji barwnych, indeksy wilgotnościowe).

Interpretacja wraz a analizą NMT, na przykład poprzez proste używanie drapowania obrazu na uproszczony numeryczny model terenu, pozwala w wielu przypadkach rozszyfrować genezę przyczyn nadmiernego uwilgotnienia (np. ekspozycja, zagłębienia terenu, obniżenia wzdłuż cieków). Analizy tego typu pozwalają też wykluczyć błędy interpretacji (np. poprzez uwzględnienie wpływu morfologii terenu na oświetlenie południowych i północnych zboczy). Na dzień 31.01.2018 rekomenduje się serwis GoogleEarth, jako źródło danych obrazowych wraz z narzędziami umożliwiającymi prostą wizualizację 3D terenu.

W przypadku analizy ilościowej, na podstawie badań terenowych oznacza się in-situ wilgotność podłoża budowlanego, następnie określa się korelacje pomiędzy jasnością obrazu w kanale podczerwonym a wilgotnością gruntu i ostatecznie tworzy się mapę rozkładu wilgotności. Dla przeprowadzenia takiej analizy niezbędne jest ustalenie punktów pomiarowych wilgotności gruntów, przeprowadzenie pomiarów terenowych oraz pomiar jasności pikseli odpowiadających im na obrazach satelitarnych. W tym przypadku ostateczną mapę należy ograniczyć do gruntów odkrytych maskując inne obszary, ponieważ wyznaczona korelacja dotyczy jedynie gruntów odkrytych.

Na potrzeby określania wilgotności gruntów metodą ilościową konieczne jest wykonanie naziemnych pomiarów referencyjnych wilgotności. Należy uzupełnić pomiary wykonywane w odwiertach o wilgotność warstwy powierzchniowej do 10-40 cm. Rozmieszczenie punktów pomiaru wilgotności gruntów metodą in-situ należy wyznaczyć w sposób reprezentatywny, a ich liczbę ustalić w sposób zasadny statystycznie. Każdorazowo należy rozważyć potrzebę tworzenia mapy ilościowego rozkładu wilgotności gruntu. Przykłady tworzenia map rozkładu wilgotności podłoża budowlanego podano na rysunkach (Rysunek 29 - Rysunek 32).



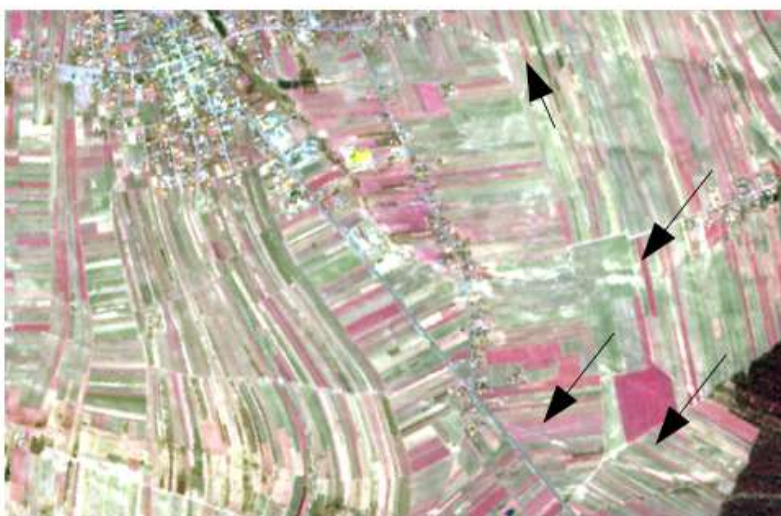
Rysunek 29 S19 pomiędzy Janowem Lubelskim a Modliborzycami. Czerwoną strzałką zaznaczono lokalnie podniesienie uwilgotnienia, wydzielone na podstawie analizy multitemporalnej, prawdopodobnie powiązane z podziemnym ciekim



Rysunek 30 S19 - 857 Modliborzyce – Słupie, widoczne na FCC nadmierne uwilgotnienie (z prawej), porównanie na RGB (z lewej)



Rysunek 31 S19 Polichna Pierwsza – ode lewej: RGB FOTO, kompozycje z obrazów hiperspektralnych RGB i FCC, analiza obszarów nadmiernie uwilgotnionych



Rysunek 32 S19 Janówek - Modliborzyce, powierzchniowe zjawiska, prawdopodobnie erozyjne

Załącznik 10.5 Metodyka tworzenia numerycznego modelu terenu - NMT

Numeryczny model terenu tworzy się obecnie najczęściej wykorzystując zdjęcia lotnicze lub skaniny laserowe. Dla niewielkich obszarów można wykorzystać rejestracje z bezzałogowego statku powietrznego (drona) lub pomiar bezpośredni. Do budowy NMT, jako dane źródłowe, wykorzystuje się punkty rozproszone i charakterystyczne elementy strukturalne powierzchni terenu. Położenie punktów rozproszonych i budujących elementy strukturalne musi być określone za pomocą współrzędnych XYZ. Położenie punktów wyznaczane jest w wyniku bezpośredniego pomiaru geodezyjnego, skaningu laserowego lub wykorzystując zdjęcia fotogrametryczne. Elementy strukturalne muszą zawsze być wyznaczane manualnie wykorzystując pomierzone punkty. Na potrzeby budowy NMT chmura punktów musi zostać wstępnie przetworzona w celu usunięcia punktów nienależących do powierzchni terenu (budynki, roślinność itd.) lub również rozrzedzenia chmury punktów. Wykorzystuje się do tego celu algorytmy filtracji i klasyfikacji chmury punktów. Ostatecznie dane są poddane wizualnej ocenie w celu usunięcia zbędnych punktów, nieusuniętych automatycznie. W końcowej fazie tworzony jest NMT, który może występować w postaci siatki trójkątów (TIN), siatki kwadratów lub rzadziej prostokątów (GRID). Model GRID, w którym położenie dowolnego punktu jest rozumiane jak RASTER, czyli wysokość w oczku siatki GRID jest przyjmowana dla całej powierzchni piksela w modelu rastrowym. Ze względu na wady obu tych modeli TIN/GRID(RASTER) wykorzystuje się również tzw. model hybrydowy, czyli model rastrowy z nałożonymi liniami strukturalnymi.

Metodyka tworzenia NMT

We wszystkich metodach pozyskuje się te same rodzaje danych źródłowych. Punkty masowe, w metodzie bezpośredniego pomiaru są mierzone manualnie w terenie. W metodzie fotogrametrycznej pomiar wykonywany jest automatycznie wykorzystując metodę korelacji obrazu, a w skaningu laserowym punkty mierzy się podczas wykonywania nalotu.

Punkty masowe w trakcie pomiaru bezpośredniego mogą być rozmieszczone nieregularnie w zależności od ukształtowania terenu (zwykle, nie mniej niż) lub w regularnej siatce (o oczku...).

W metodzie pomiaru fotogrametrycznego punkty są mierzone w regularnej siatce. Tradycyjnie przyjmuje się oczko siatki w wariancie najbardziej gęstej siatki $s=20 \cdot m$ MNT, co daje $s=20 \times 0,1 \text{ m} = 2 \text{ m}$ (W_ORTO 2000). Jest to tzw. siatka pierwotna, która jest w dalszej kolejności interpolowana do wymiarów siatki wtórnej docelowego NMT o oczku 2-3 mniejszym niż siatki pierwotnej. W przypadku pomiaru automatycznego gęstość siatki pierwotnej jest większa niż wtórnej, może kilkanaście punktów. Podobna sytuacja ma miejsce dla pomiarów z wykorzystaniem skaningu laserowego, gdzie liczba punktów pomiarowych przypadających na 1 metr kwadratowych może wynosić od kilku do kilkunastu. Punkty pomiarowe uzyskane metodami fotogrametrycznymi i z wykorzystaniem skaningu laserowego tworzą tzw. chmurę punktów, a w przypadku użycia zdjęć nawet tzw. gęstą chmurę punktów. Elementy strukturalne rzeźby (linie szkieletowe, linie nieciągłości, punkty lokalnych ekstremów, granice obszarów wyłączonych itp.) we wszystkich przypadkach są mierzone manualnie w terenie, na modelu stereoskopowym ze zdjęć lub wykorzystując chmurę punktów. W przypadku chmur punktów możliwe jest wykorzystanie wspomagająco metod automatycznych, bezpośrednio na chmurze punktów lub po przekształceniu jej w obraz (filtracje, krawędziowanie).

W następnym etapie tworzony jest docelowy NMT w postaci TIN, GRID, model hybrydowy. Do tworzenia modelu TIN powszechnie stosuje się algorytm triangulacji Delaunay'a, uwzględniając punkty masowe i elementy strukturalne. Model GRID powstaje w wyniku interpolacji albo bezpośrednio z punktów masowych albo wykorzystując model TIN. W modelu hybrydowym

NMT stanowią do produkty GRID/RASTER i dodatkowo w postaci wektorowej elementy strukturalne.

Dokładność wynikowego NMT zależy od błędów danych źródłowych, wielkości oczka siatki, charakteru terenu i przyjmuje się, że wynosi ona maksymalnie 0,1 - 0,2 promile wysokości lotu (czyli 0,05-0,1 m z wysokości 500 m).

W praktyce dokładność NMT sprawdza się na kilku etapach, szczególnie jeśli jest on tworzony w oparciu o dane ze skaningu laserowego. Ostatecznie dokładność NMT sprawdzana jest na profilach mierzonych z wykorzystaniem metody o dokładności większej niż dokładność NMT.

Należy zwrócić uwagę, że dokładność NMT, niezależnie od wykorzystanej metody pomiarowej zależy od rodzaju pokrycia terenu. W terenie utwardzonym (asfalt, beton) dokładność NMT może być taka jak dokładność metody pomiarowej, w praktyce wynosi kilka cm. W terenie o naturalnym pokryciu dokładność NMT zależy od typu pokrycia roślinnością i wynosi 0,1-0,2 m, a w przypadku gęstej roślinności 0,5 m i mniej.

Załącznik 10. 6 Metodyka tworzenia mapy geomorfologicznej

Mapę geomorfologiczną tworzy się z wykorzystaniem NMT, ortofotomapy i stereoskopowych obrazów lotniczych lub satelitarnych metodą interpretacji wizualnej wykonanej przez specjalistę geomorfologa. Dane ze skaningu laserowego po odfiltrowaniu pokrycia terenu (głównie roślinności) stanowią podstawę interpretacji. W trakcie tworzenia mapy geomorfologicznej oprócz modelu NMT zaleca się korzystanie z map pochodnych: mapy spadków, ekspozycji, krzywizn, symulacji oświetlenia. Różne formy wizualizacji, przewyższania NMT i zmiana parametrów oświetlenia powodują podkreślanie różnych elementów rzeźby terenu. W szczególności po odfiltrowaniu roślinności jest możliwość wykrywania i geometryzowania osuwisk, nawet w obszarach pokrytych lasem (Wężyk red. Wojciechowski, Perski 2015). Możliwa do interpretacji jest młoda budowa geologiczna. Z wysoką dokładnością można wyznaczać formy geomorfologiczne zarówno pozytywne/wypukłe jak i negatywne/wklęsłe.

Należy jednak zwracać uwagę na możliwości wystąpienia błędów w klasyfikacji danych ze skaningu laserowego, które mogą prowadzić do błędnej interpretacji geomorfologicznej.

Metodyka tworzenia mapy geomorfologicznej.

Do tworzenia mapy geomorfologicznej zaleca się wykorzystać:

- NMT i NMPT,
- chmurę punktów (ze skaningu laserowego, lub zdjęć),
- ortofotomapę,
- zdjęcia lotnicze/satelitarne.

Rekomendowane jest w przypadku mapy geomorfologicznej wykorzystanie danych z lotniczego skaningu laserowego.

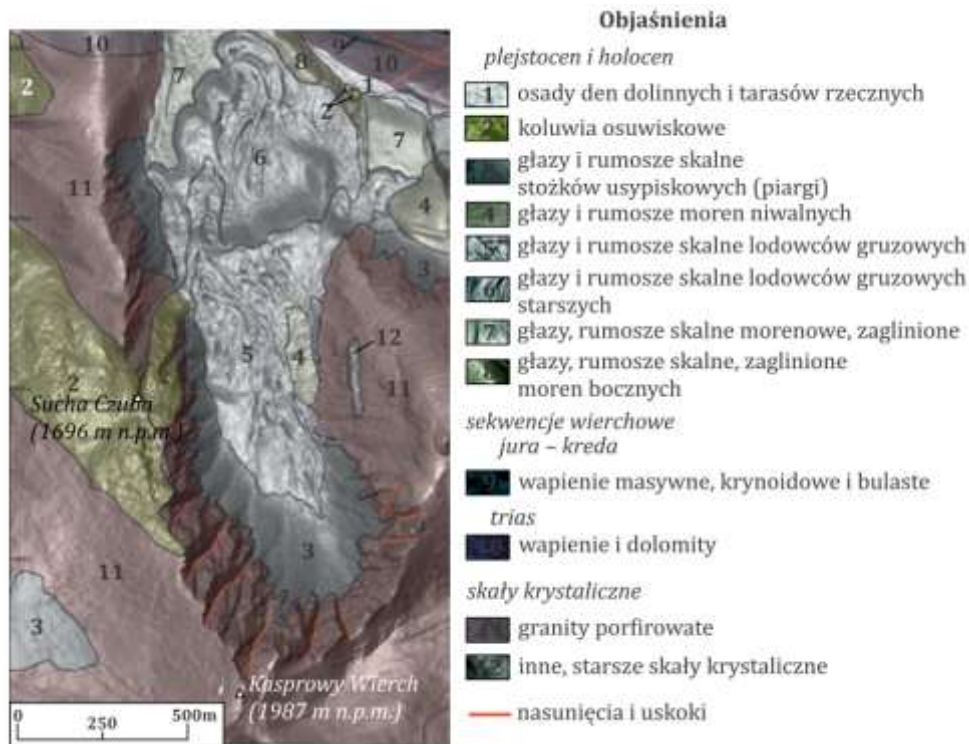
W pierwszym etapie należy nałożyć na NMT, NMPT, ortofotomapę i przeprowadzić wstępną interpretację analizowanego obszaru. Wizualizację należy prowadzić w 3D z możliwością obracania, nachylania, przemieszczania się po modelu. Należy również wykorzystać możliwość zmiennego pionowego przewyższania modelu (skala wysokościowa jest większa niż pozioma).

W drugim etapie należy utworzyć mapy nachyleń, spadków i krzywizn, które również można analizować w 3D po nałożeniu na NMT.

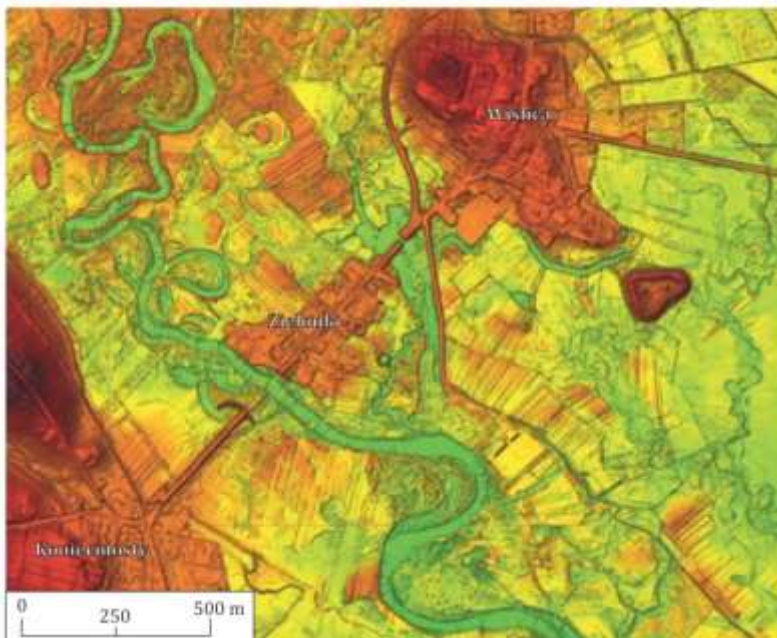
W przypadku wątpliwości i potrzeby pogłębionej analizy zaleca się interpretację chmury punktów na tle NMT lub/ oraz analizę modeli stereoskopowych utworzonych ze zdjęć lotniczych.

Ostatnim etapem jest przeprowadzenie wydzielenia geomorfologicznych poprzez manualną wektoryzację, najlepiej modelu 3D.

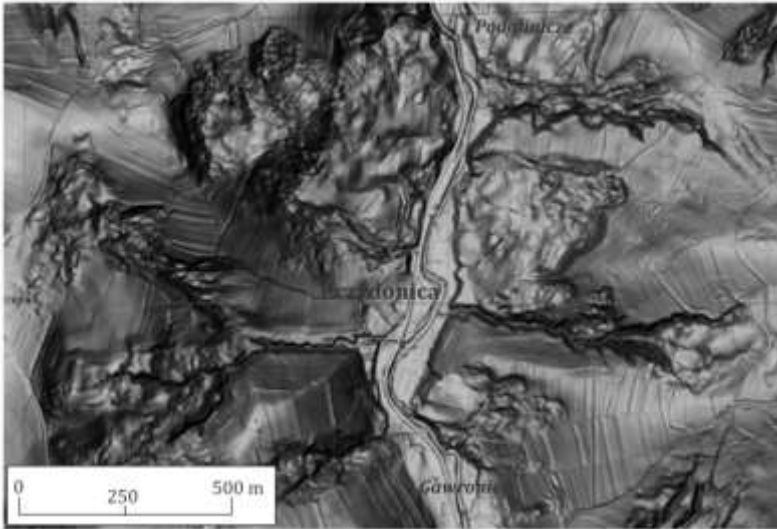
Produktem końcowym jest: plik shp, który zawiera wyniki przeprowadzonych wydzieleni oraz wypełniona baza opisowa: plik dbf, która zawiera objaśnienia, legendę wykonanych wydzieleni. Przykłady map geomorfologicznych przedstawiono na rysunkach (Rysunek 33 - Rysunek 35).



Rysunek 33 Geologiczna interpretacja numerycznego modelu terenu pochodzącego z lotniczego skanowania laserowego obejmująca rejon Doliny Suchej Kasprowej (Wójcik i in., 2013; Cymerman, 2014; Wojciechowski i in., 2014, za Wężyk red. 2015)



Rysunek 34 Wizualizacja danych ALS (ISOK) pod kątem interpretacji holocenijskich osadów o fluwialnej genezie w Dolinie Nidy. Wyraźnie widoczne jest współczesne, meandrujące koryto, starorzecza, tarasy rzeczne. Wysoczyzny wyznaczają zasięg wychodni gipsów mioceńskich (Wężyk red. Wojciechowski, Perski 2015)



Rysunek 35 Obszar rejonu Przydonicy na Pogórzu Rożnowskim, charakteryzującego się wysoką podatnością osuwiskową. Wizualizacja danych ISOK (Wężyk red. Wojciechowski, Perski 2015)

Załącznik 11 Metodyka badań geofizycznych

Załącznik 11.1 Możliwość wyznaczenia parametrów geotechnicznych za pomocą badań geofizycznych

W tabeli (Tabela 49) podano parametry geotechniczne, które można uzyskać za pomocą badań geofizycznych.

Tabela 49 Możliwość wyznaczenia parametrów geotechnicznych za pomocą badań geofizycznych

L.p.	Parametr geotechniczny (wynik badania/wyprowadzony/wyliczony)			Badania geofizyczne			
	Symbol	Jednostka	Parametr	Sejsmika refrakcyjna	Analiza fal powierzchniowych MASW, CSWS, SASW	Geofizyka otworowa: cross-hole, down-hole, up-hole	Metody elektrooporowe
Parametry fizyczne - grunty							
	ρ	[Ωm]	elektryczny opór właściwy skał, oporność	NZ	NZ	NZ	Z
Parametry odkształceniowe - grunty							
	E'_0, E'_{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł sprężystości Younga w warunkach z odpływem	NZ	NZ	NZ	NZ
	G'_0, G'_{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania w warunkach z odpływem	NZ	NZ	NZ	NZ
	ν	[-]	współczynnik Poissona	Z/O	Z/O	Z/O	NZ
Parametry fizyczne - skały							
	ρ	[Ωm]	elektryczny opór właściwy skał, oporność	NZ	NZ	NZ	Z
Parametry akustyczne - skały							
	V_p	[m/s]	prędkość fali podłużnej	Z/O	Z/O	Z/O	NZ
	V_s	[m/s]	prędkość fali poprzecznej	Z/O	Z/O	Z/O	NZ
	V_r	[m/s]	prędkość fali powierzchniowej	Z/O	Z/O	Z/O	NZ
	G_d	[MPa]	dynamiczny moduł ścinania	Z/O	Z/O	Z/O	NZ
	E_d	[MPa]	dynamiczny moduł sprężystości (Younga)	Z/O	Z/O	Z/O	NZ
	ν_d	[-]	dynamiczny współczynnik Poissona	Z/O	Z/O	Z/O	NZ

Z - zalecane, Z/O – zalecane z ograniczeniami; NZ - niezalecane

Załącznik 11.2 Metody elektrooporowe

Poniżej przedstawiono zalecane procedury wykonywania badań metodami sondowań elektrooporowych (VES) i tomografii elektrooporowej (ERT).

Załącznik 11.2.1 Sondowania elektrooporowe (VES)

Sondowania elektrooporowe układem 4-elektrodowym Schlumbergera zaleca się wykonać według podanej procedury.

Prace polowe

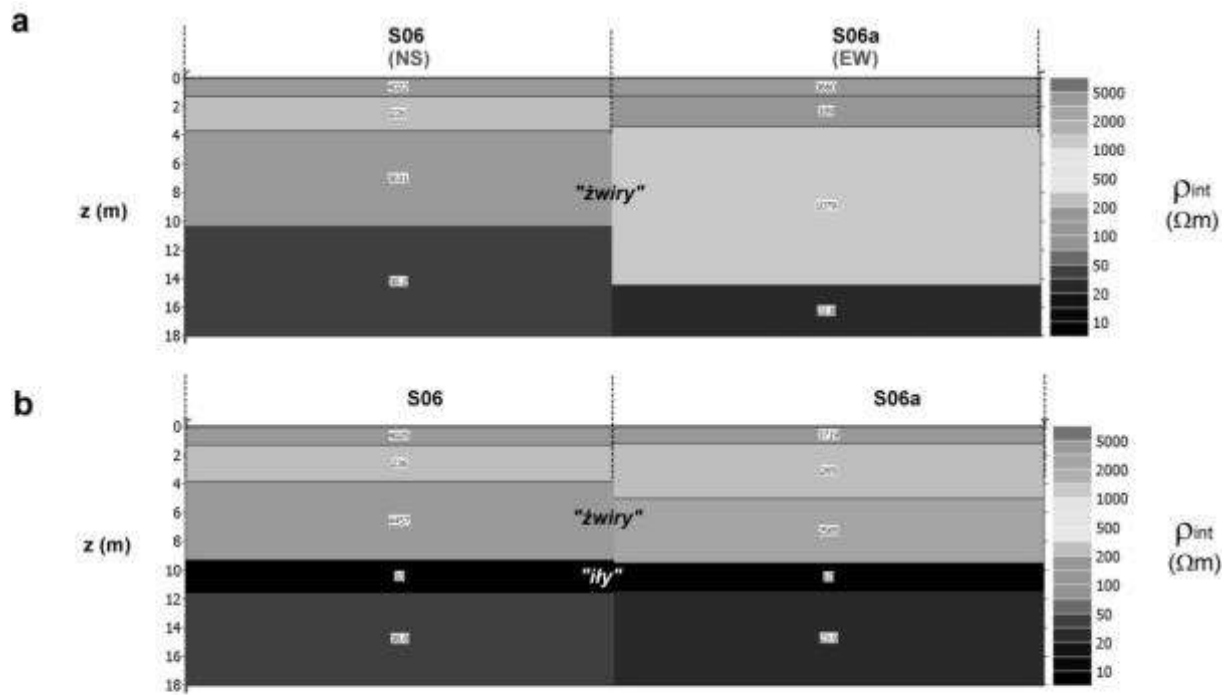
- W czasie pomiarów wszystkie elektrody stosowanego układu - A, M, N i B - powinny znajdować się na linii prostej, której azymut należy wyznaczyć i zapisać na karcie polowej.
- Zaleca się stosować rozstawy elektrod prądowych, AB/2, których rozmiar zmienia się w postępie geometrycznym (logarytmicznym). Zalecane jest stosowanie, co najmniej 6 rozstawów na dekadę logarytmiczną (mnożnik zmiany AB/2 = $10^{1/6}$, $10^{1/7}$ itd.) (Rysunek 36). Dopuszczalny jest także inny dobór rozstawów – przykładowy pokazano w trzeciej tabeli na rysunku (Rysunek 36).

- W czasie sondowania zachodzi potrzeba zmieniania rozmiaru dipola MN. W takim przypadku należy stosować tzw. zakładki, czyli pomiary dla „starego” oraz „nowego” dipola MN, dla co najmniej dwóch sąsiednich rozstawów AB/2.
- Schemat zwiększania dipola prądowego AB i wykorzystywanego dipola MN, łącznie z jego zmianami, powinny być prowadzone według ustalonego wzorca (formularza) - (przykład - Rysunek 36).

AB/2 (m)	MN/2 (m)		AB/2 (m)	MN/2 (m)		AB/2 (m)	MN/2 (m)	
1.47	0.4		1.39	0.4		1.6	0.5	
2.15	0.4		1.93	0.4		2	0.5	
3.16	0.4		2.68	0.4		2.5	0.5	
4.64	0.4		3.73	0.4		3.2	0.5	
6.81	0.4		5.18	0.4		4	0.5	
10	0.4	zakładka	7.20	0.4		5.0	0.5	
10	2		10.00	0.4	zakładka	6.3	0.5	
14.68	0.4		10.00	2		8	0.5	
14.68	2		13.89	0.4		10	0.5	zakładka
21.54	2	13.89	2	10		3	12.5	
31.62	2	19.31	2	12.5	3	12.5	3	
31.62	10	zakładka	26.83	2	zakładka	16	3	
46.42	2		37.28	2		20	3	
46.42	10		37.28	10		25	3	
68.13	10		51.79	2		32	3	
100	10	51.79	10	zakładka	40	3		
...	...	71.97	10		40	13		
		100	10		50	3		
			50	13		
				63	13			
				7 ptk/dekadę	80	13		
					100	13		
						

Rysunek 36 Przykładowe wzorce sondowania układem Schlumbergera dla rozstawów AB/2 do 100 m i trzech dipoli potencjałowych MN

- W trakcie sondowania należy na bieżąco kontrolować prawidłowość pozycji poszczególnych elektrod, zgodnie ze wzorcem pomiarowym (formularzem).
- Jeżeli jest to możliwe, to w trakcie badań należy na bieżąco rysować „polową” krzywą sondowania i sprawdzać jej poprawność. Wzór karty do badań geofizycznych podano w załączniku (Załącznik 21. 3).
- W celu sprawdzenia ogólnego układu warstw geologicznych w miejscu badań (najczęściej chodzi tu o zbadanie czy ośrodek jest poziomo warstwowany) należy wykonać na wybranych stanowiskach dokumentacyjnych sondowanie azymutalne lub, co najmniej krzyżowe - najlepiej w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach (Przykład interpretacji - Rysunek 37).

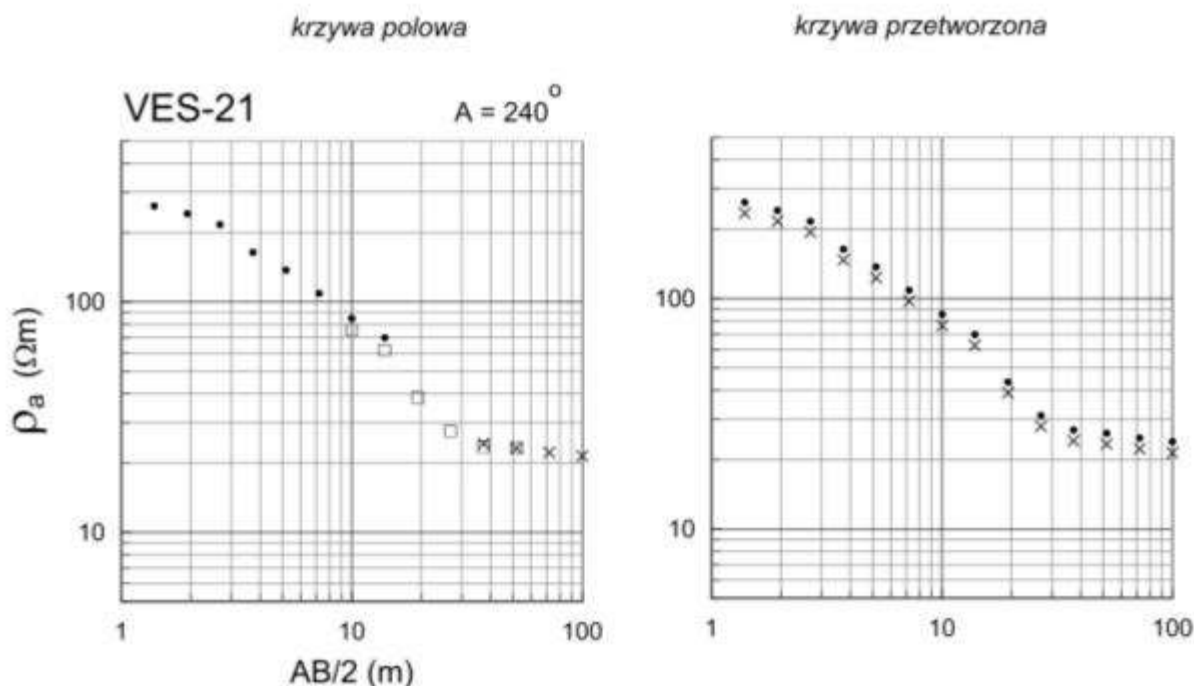


Wariantowa interpretacja sondowania krzyżowego S06-S06a (jedno z rozwiązań ekwiwalentnych)
 a - interpretacja "automatyczna"
 b - interpretacja "wymuszona" zakładająca obecność warstwy ilów

Rysunek 37 Przykład przedstawienia wyników inwersji sondowania krzyżowego, wraz z wykorzystaniem założeń geologicznych

Przetwarzanie i interpretacja ilościowa danych pomiarowych

- Polowe krzywe sondowania należy przedstawić graficznie w układzie dwu-logarytmicznym o równych modułach (Rysunek 38).



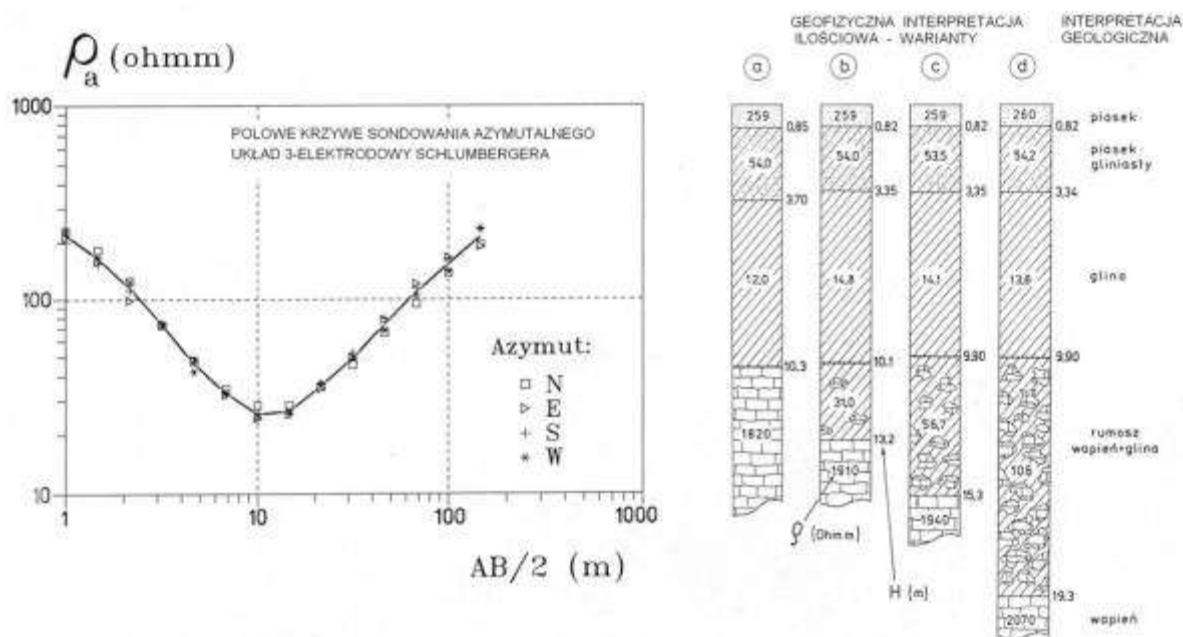
Krzywa sondowania elektrooporowego - stanowisko **VES-21**

Układ Schlumberger'a $AB/2 = 1.39 - 139 \text{ m (max)}$; azymut $A = 240^\circ$

kropki - $MN/2 = 0.4 \text{ m}$
kwadraty = 2.0 m
X = 10.0 m

Rysunek 38 Przykładowe przedstawienie graficzne krzywych sondowania VES układem Schlumbergera dla rozstawów $AB/2$ do 100 m i trzech dipoli potencjałowych MN. Wzorzec pomiarowy: 7 rozstawów na dekadę

- Jeżeli program komputerowy do interpretacji wymaga wcześniejszego przetworzenia krzywych polowych (najczęściej chodzi tu o uwzględnienie zakładek), to krzywą przetworzoną, poddawaną następnie interpretacji, należy przedstawić graficznie, podobnie jak na Rysunek 38.
- Wynik interpretacji ilościowej należy przedstawiać w formie modelu 1D - ośrodka poziomo warstwowanego. Powinien on mieć formę modelu słupkowego z podaniem wyinterpretowanych oporności i miąższości poszczególnych warstw (przykład - Rysunek 39) i/lub odpowiedniej tabeli z podanymi wartościami wyinterpretowanych oporności i miąższości warstw. Należy podać błąd RMS interpretacji.



Rysunek 39 Przykład wariantowej interpretacji geofizyczno-geologicznej sondowania elektrooporowego azymutalnego (rozszerzony wariant sondowania krzyżowego)

- Zalecane jest przeanalizowanie zakresu występowania zjawiska ekwiwalencji i podanie, z uzasadnieniem, modeli alternatywnych do podanego w poprzednim punkcie.

Interpretacja geofizyczno-geologiczna

- Wymaga ona dostępu do wiarygodnych danych geologicznych z obszaru badań lub jego najbliższego otoczenia.
- Zaleca się wykonanie kalibracyjnego sondowania VES w miejscu szczególnie dobrze rozpoznanym geologicznie. Rekomendowane jest wykonywanie takich pomiarów w pobliżu otworu wiertniczego o znanej litologii lub na rozpoznanych wychodniach lub miąższych kompleksach znanych skał.
- Interpretacja ilościowa sondowania kalibracyjnego z uwzględnieniem danych z odwiertu umożliwi oszacowanie lokalnej relacji litologia-oporność.
- Informacje/parametry (zwłaszcza dotyczące oporności) uzyskane z sondowań kalibracyjnych oraz analizy zjawiska ekwiwalencji zaleca się wykorzystać w interpretacji pozostałych sondowań (i innych badań geoelektrycznych) wykonanych na obszarze badań.
- W przypadku wykonania ciągu sondowań elektrooporowych wyniki badań należy przedstawić w postaci przekroju geofizycznego. W końcowej interpretacji, wyinterpretowane modele 1D (wyniki interpretacji ilościowej) należy zestawzić na przekroju geofizycznym (geoelektrycznym) uwzględniając morfologię.

Załącznik 11. 2. 2 Tomografia elektrooporowa (ERT)

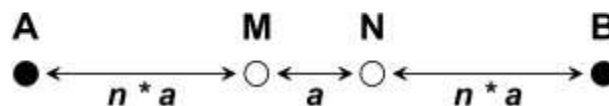
Badania metodą tomografii elektrooporowej - ERT zaleca się wykonać według podanej procedury.

Prace polowe

- W czasie pomiarów wszystkie elektrody wykorzystywane na danej linii pomiarowej (łącznie z jej ewentualnym przedłużaniem) powinny znajdować się na linii prostej, której azymut należy wyznaczyć i zapisać na karcie polowej.

- Odległości między sąsiednimi elektrodami na profilu (rozstaw, Δx) muszą być równe (lub zgodne ze stosowanym wzorcem pomiarowym). Odległości między elektrodami powinny być odmierzane taśmą lub przy pomocy przyrządów geodezyjnych.
- Należy wyznaczyć geodezyjnie współrzędne i wysokości wszystkich elektrod, składających się na linię pomiarową, z dokładnością w poziomie ± 5 cm, w pionie ± 10 cm.
- Przed wykonaniem pomiarów właściwych należy skontrolować wartości oporów uziemień wszystkich elektrod tworzących linię pomiarową. Zaleca się, aby wartości te były zgodne z zalecanymi przez producenta danej aparatury pomiarowej. W przypadku, gdy opory uziemień są za duże, należy je zmniejszyć poprzez: powtórny montaż elektrody, głębsze jej wbicie lub polanie gruntu otaczającego elektrodę wodą (ewentualnie z dodatkiem NaCl).
- Wybór układu pomiarowego i wielkość podstawowego rozstawienia elektrod (Δx) zależy od pożądanej głębokości rozpoznania badanego ośrodka i od stopnia szczegółowości takiego rozpoznania. Należy pamiętać o tym, że zasięg głębokościowy metody ERT może być różny w zależności, m. in., od budowy geologicznej danego obszaru. Jednocześnie rozdzielczość metody maleje wykładniczo z głębokością.
- Zaleca się stosowanie w badaniach następujące układy pomiarowe:
 - Układ Wenner-Schlumberger (WS) - opisany przez podanie współczynników a i n (Rysunek 40). W terenach zurbanizowanych preferowane jest zastosowanie układu WS, ponieważ jest on mniej czuły na zakłócenia spowodowane obecnością infrastruktury podziemnej lub liniami energetycznymi. W celu zapewnienia dobrze mierzalnego poziomu sygnału podczas pomiarów, należy odpowiednio dobrać wielkości najmniejszego dipola potencjałowego MN w stosunku do wielkości maksymalnego rozstawu elektrod prądowych AB.

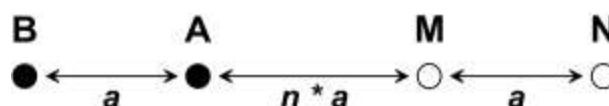
Wenner-Schlumberger



Rysunek 40 Schemat układu Wenner-Schlumberger (WS) oraz stosowane oznaczenia. (AB - dipol prądowy, MN - dipol potencjałowy)

- Układ Dipole-Dipole (DD) - jest on charakteryzowany przez podanie współczynników a i n (Rysunek 41). Zaleca się, aby maksymalny współczynnik n nie był większy niż 8, gdyż dla większych jego wartości występuje znaczny spadek sygnału użytecznego.

Dipole-Dipole



Rysunek 41 Schemat układu Dipole-Dipole (DD) oraz stosowane oznaczenia. (AB - dipol prądowy, MN - dipol potencjałowy)

- Układ Gradientowy (GD) - należy dobrze udokumentować zastosowaną wersję układu gradientowego, z uwagi na możliwość stosowania różnych wariantów. Parametry układów należy dobrać tak, aby zapewnić odpowiedni poziom sygnału, mając na

uwadze wielkość najmniejszego dipola potencjałowego MN w stosunku do wielkości maksymalnego rozstawu elektrod prądowych AB.

- W przypadku wykonywania pomiarów wzdłuż profili o znacznej długości (przekraczających początkowy rozstaw układu elektrod) należy przenosić linię pomiarową ERT stosując technikę roll-along. Wymaga to stosowania „zakładek” kolejnych przedłużeń linii pomiarowych. Należy przy tym zapewnić ciągłość danych pomiarowych dla największego stosowanego rozstawu (układu pomiarowego).

Przetwarzanie i interpretacja ilościowa

- Surowe dane pomiarowe powinny zostać przeanalizowane pod kątem występowania błędów pomiarowych. Zarejestrowane ujemne wartości oporności pozornej powinny być usunięte ze zbioru danych polowych. W przypadku usuwania danych o skrajnie małych lub skrajnie dużych wartościach oporności pozornych należy postępować ostrożnie, gdyż mogą być to dane zmierzone poprawnie.
- W przetworzonych danych pomiarowych powinny być wprowadzone informacje dotyczące morfologii terenu (wysokości wszystkich elektrod). Tak przetworzone dane poddawane są dalej procesowi interpretacji ilościowej (inwersji).
- Zaleca się przeprowadzanie inwersji zgodnie z procedurą L1-norm (robust, blocky). W innym przypadku należy podać i uzasadnić zastosowaną procedurę.
- Jako podstawową siatkę interpretacyjną należy przyjmować ustawienia domyślne programu do inwersji. W uzasadnionych przypadkach można stosować inną siatkę interpretacyjną. W obu sytuacjach należy udokumentować jej parametry.
- Średniokwadratowy błąd inwersji (RMS [%]) świadczy, m. in., o jakości danych pomiarowych i/lub odstępstwie od budowy 2D ośrodka. Błąd RMS powinien być jak najmniejszy. Błędy większe niż 5% mogą świadczyć o problemie z jakością danych pomiarowych lub o budowie geologicznej znacznie odbiegającej od sytuacji 2D. Należy w takim przypadku rozważyć dalszą analizę i ewentualną filtrację danych pomiarowych w celu usunięcia skrajnych wartości oporności pozornej (np. w programie Res2Dinv można skorzystać z opcji RMS error statistics) i powtórnie wykonać inwersję. Wykonane operacje na danych wejściowych należy udokumentować.
- Przekrój geofizyczny oporności wyinterpretowanej należy przedstawić z zachowaniem następujących reguł:
 - Pionowa skala (rzędna terenu) powinna być liniowa. Przewyższenie skali pionowej zależy od uzyskanego zasięgu głębokościowego i długości profilu. Im mniejsza jest głębokość rozpoznania tym większe powinno być przewyższenie.
 - Zaleca się stosowanie logarytmicznej skali oporności wyinterpretowanej.
 - Zaleca się stosowanie odpowiedniej kolorystyki skali oporności, np.: barwy niebieskie - oporności najmniejsze, barwy zielone, żółte, pomarańczowe - średnie oporności i barwy czerwone, brązowe - oporności największe. Określenie dotyczące oporności: najmniejsze, średnie i największe odnoszą się do lokalnego zakresu zmienności oporności.
 - Wyniki interpretacji ERT należy przedstawiać w dwóch wariantach kolorystycznych odpowiadającej skali oporności:
 - Ujednoliconą skalę kolorystyczną dla całego przekroju (obszaru badań). W tym przypadku należy się jednak liczyć z możliwością zamaskowania lokalnych anomalii w rozkładzie oporności wyinterpretowanej.
 - Dostosowany do lokalnej zmienności modelu geoelektrycznego. Oznacza to podzielenie całego przekroju geofizycznego oporności wyinterpretowanej na

fragmenty, w których zastosowana jest lokalna skala kolorystyczna, podkreślająca cały zakres zmienności oporności w tym fragmencie przekroju. Wariant wykonywany w przypadku potrzeby doszczegółowienia zmienności modelu geoelektrycznego na wybranych fragmentach.

Interpretacja geofizyczno-geologiczna

- Przeprowadzenie interpretacji geologicznej przekroju geofizycznego oporności wyinterpretowanej wymaga wykorzystania wiarygodnych danych geologicznych z obszaru badań lub jego najbliższego otoczenia.
- W celu ustalenia relacji oporność-litologia pomocne mogą być wyniki kalibracyjnych sondowań elektrooporowych oraz geoelektrycznych badań parametrycznych (badanie rdzeni, próbek itp.).
- Zaleca się wykonanie interpretacji strukturalnej w oparciu o analizę rozkładu gradientów poziomych i pionowych oporności wyinterpretowanej.
- Wynik geologicznej interpretacji przekroju geofizycznego oporności wyinterpretowanej powinien być przedstawiony na osobnym przekroju geologiczno-geofizycznym, ukazującym litologię i elementy strukturalne. Przekrój geologiczno-geofizyczny należy wykonać w skali jak przekrój geofizyczny oporności wyinterpretowanej.

Załącznik 11.3 Metody sejsmiczne

Badania metodami sejsmicznymi zaleca się wykonać według podanej procedury.

Prace polowe

Rozmieszczenie elementów układu pomiarowego

Elementy układu pomiarowego wykorzystywanego do badań sejsmicznych (geofony, miejsca punktów wzbudzania), niezależnie od wykorzystanej techniki powinny być rozmieszczone wzdłuż linii prostej. Położenie wszystkich geofonów i punktów wzbudzania powinno być wyznaczone przy pomocy taśmy mierniczej lub urządzeń geodezyjnych. Dopuszcza się stosowanie kabla pomiarowego o określonej długości odcinków pomiędzy złączami geofonowymi do stosowania jako uproszczonej taśmy mierniczej. Odległości pomiędzy kolejnymi geofonami systemu pomiarowego muszą być równe. W przypadkach lokalnych utrudnień dopuszcza się zmianę położenia poszczególnych elementów układu pomiarowego o 10% podstawowego rozstępu między geofonami.

Należy wyznaczyć metodami geodezji satelitarnej lub tradycyjnej położenie przynajmniej co dwunastego geofonu z dokładnością nie mniejszą niż 0,5 m. Na etapie przetwarzania danych pomiarowych położenie pozostałych elementów należy skorygować na drodze interpolacji. Wyznaczenie rzędnej poszczególnych elementów układu pomiarowego może być dokonane na drodze pomiarów geodezyjnych w terenie lub może być odczytane z aktualnego modelu cyfrowego w terenie dla punktów interpolowanych.

Rejestracja danych sejsmicznych

Przy rejestracji należy zastosować próbkowanie sygnału z częstotliwością przynajmniej czterokrotnie wyższą niż sygnał (użyteczny lub szum) o najwyższej rejestrowanej częstotliwości. Zaleca się stosowanie próbkowania z częstotliwością nie niższą niż 1000 Hz. Długość zapisu powinna umożliwić rejestrację pierwszego wstąpienia dla wszystkich wykorzystywanych geofonów w danych warunkach dla badań STR i cały przebieg fal powierzchniowych dla badań MASW. W praktyce rejestracja o długości 0,8 s jest wystarczająca przy badaniach sejsmicznych dla inwestycji drogowych.

Dopuszcza się stosowanie w trakcie rejestracji składania pionowego w celu podniesienia stosunku

poziomu sygnału użytecznego do szumu. W miarę możliwości, na etapie rejestracji polowej należy prowadzić badania tak, aby eliminować zapisy rejestrujące chwilowe zakłócenia.

Sejsmiczna tomografia refrakcyjna

Dla techniki sejsmicznej tomografii refrakcyjnej (STR-S i STR P) należy stosować rozstaw geofonów nie większy niż 2 m, oraz równomierny krok pomiarowy (odległość między punktami strzałowymi) nie większy niż 8 m dla każdego segmentu pomiarowego (przy segmentowej technice badań tzw. roll-along). Należy stosować układ pomiarowy składający się minimum z 48 aktywnych geofonów. W badaniach STR-S i STR-P, przy stosowaniu segmentowej kontynuacji badań (tzw. roll-along) dopuszcza się jednoczesne przenoszenie segmentu układu pomiarowego o długości nie większej niż 50% długości całkowitej systemu pomiarowego.

Do badań STR należy stosować geofony o częstotliwościach nominalnych nie wyższych niż 100 Hz, pionowe dla badań techniką STR-P i poziome dla badań techniką STR-S. Geofony muszą być stabilnie osadzone w podłożu. Jako źródło fal należy wykorzystać źródło impulsowe, szerokopasmowe, np. młot ręczny, kafar mechaniczny. Ze względów środowiskowych i względów bezpieczeństwa nie zaleca się stosowania ładunków wybuchowych jako źródła fal sejsmicznych. Dla badań techniką STR-P należy stosować źródło, w którym udar zachodzi wzdłuż osi pionowej. Dla badań techniką STR-S należy stosować źródło, w którym udar zachodzi w osi poziomej, prostopadle do przebiegu linii pomiarowej. Należy użyć elementu umożliwiającego dokładne wyznaczenie momentu generacji impulsu źródła.

Technika wielokanałowej analizy fal powierzchniowych (MASW)

Dla techniki MASW należy stosować rozstaw geofonów nie większy niż 1 m, oraz równomierny krok pomiarowy (odległość między punktami strzałowymi) nie większy niż 5 lub 10 m, zależnie od rodzaju zadania. Przy badaniach MASW układ pomiarowy musi być układem o stałej geometrii (odległość pomiędzy punktem nadawczym a kolejnymi punktami odbiorczymi jest taka sama dla kolejnych rekordów, tzw. streamer), układ pomiarowy musi posiadać minimum 24 kanały aktywne. Dla uzyskania układu o stałej geometrii dopuszcza się stosowanie urządzenia, w którym geofony zamocowane są na elemencie pomocniczym i układ pomiarowy przesuwany jest po powierzchni terenu w całości (tzw. land-streamer), lub wykorzystanie układu pomiarowego o większej ilości kanałów, w którym geofony są osadzone w podłożu a rejestruje się jedynie zapisy wybranych geofonów odpowiadających położeniu opisanego powyżej układu.

Do badań MASW należy stosować geofony pionowe o częstotliwościach nominalnych nie wyższych niż 5 Hz. Geofony muszą być stabilnie osadzone w podłożu lub znajdować się na stabilnych podstawkach zapewniających stabilnie przyleganie do podłoża ciężarem własnym. Jako źródło należy wykorzystać źródło impulsowe, szerokopasmowe, np. młot ręczny, kafar mechaniczny. Ze względów środowiskowych i względów bezpieczeństwa nie zaleca się stosowania ładunków wybuchowych jako źródła fal sejsmicznych. Dla badań techniką MASW należy stosować źródło, w którym udar zachodzi wzdłuż osi pionowej.

Przetwarzanie i interpretacja ilościowa

Przy przetwarzaniu danych sejsmicznych należy stosować procedury zgodne z zaleceniami producentów poszczególnych pakietów oprogramowania. Szczególną uwagę należy zwrócić do prawidłowego przypisania geometrii (elementom systemu pomiarowego) oraz do precyzyjnego wyznaczenia momentu wzbudzenia (czasu $t=0$). W miarę możliwości należy wykorzystać pełne dane pomiarowe (bez usuwania rekordów lub zapisów poszczególnych tras). W przypadku badań STR dopuszczalne jest zastosowanie procedur filtracji częstotliwościowej, oraz innych procedur z zakresu analizy sygnału, poprawiających jednoznaczność wyznaczenia czasu pierwszego wstąpienia. Dla techniki MASW zaleca się niestosowanie filtracji częstotliwościowej.

Wyznaczanie czasu pierwszego wstąpienia (dla technik STR) lub wyznaczanie przebiegu krzywej dyspersji (dla techniki MASW) powinno być wykonane ręcznie. W przypadku stosowania algorytmów automatycznych (tzw. autopickerów) konieczna jest manualna kontrola położenia wyznaczonych automatycznie przebiegów.

Do interpretacji ilościowej techniki STR (inwersji) należy zastosować dwuwymiarowe algorytmy dostępne w komercyjnie uznanych pakietach oprogramowania do przetwarzania danych technik STR. Dla techniki MASW dopuszczalne jest zastosowanie algorytmów inwersji jednowymiarowej.

Interpretacja geofizyczno-geologiczna

Przeprowadzenie interpretacji geologicznej przekrojów rozkładu pola prędkości w podłożu wymaga dostępu do znacznej ilości wiarygodnych danych, w tym danych parametrycznych, przeważnie słabo dostępnych. Dlatego też interpretację przekrojów sejsmicznych należy ograniczyć do wyznaczenia stref niskich wartości prędkości (poniżej 120 m/s dla fali S i 400 m/s dla fali P) oraz stref występowania stromych i pionowych kontrastów wartości prędkości fal sejsmicznych. Informacje takie wskazują na występowanie stref gruntów i skał o niskich parametrach mechanicznych (niskie wartości prędkości), oraz stref potencjalnego występowania uskoków lub gwałtownej zmienności (strefy gradientów)

Załącznik 11. 4 Metoda georadarowa

Badania metodą georadaru zaleca się wykonać według podanej procedury.

Prace polowe

Georadarowa aparatura pomiarowa musi posiadać możliwość poboru danych w równych interwałach odległości (odometr - kółko, nitka) oraz równoczesnego z pomiarem georadarowym zapisu pozycji geodezyjnej, wyznaczonej systemem GNSS (metody: kinematyczna RTK lub RTN) lub tachymetrami zrobotyzowanymi z opcją śledzenia celu na bieżąco.

W przypadku prowadzenia prac w terenie silnie zadrzewionym, porośniętym krzakami możliwe jest odstępianie od tej zasady na rzecz dogęszczenia punktów profilowych na etapie prac prowadzonych przez zespół geodezyjny i markowania ich pozycji podczas pomiarów georadarowych.

Podczas prac pomiarowych należy markować punkty charakterystyczne na profilu np. markowane punkty osiowe lub inne przydatne w procesie interpretacji.

Jeśli podczas prac terenowych wstępne przetworzenie danych georadarowych wskazuje na występowanie granic struktur ośrodka należy nad takim obszarem wykonać profilowania prędkości WARR lub CMP, lokalizując geodezyjnie miejsce tych profilowań.

Przetwarzanie i interpretacja ilościowa

Dla badań georadarowych należy przeprowadzić procedurę filtracji danych georadarowych. Obowiązkowo należy przeprowadzić sekwencję przetwarzania:

- skorygowanie czasu pierwszego wstąpienia (o ile jest konieczne),
- wyrównywanie średniego poziomu sygnału do zera,
- usuwanie zakłóceń niskoczęstotliwościowych,
- wzmocnienie wg różnych charakterystyk (np. liniowa, eksponentialna, inne)
- filtracja częstotliwościowa (poprzedzona analizą widmową materiału pomiarowego, charakterystyka filtru skorelowana z częstotliwością środkową anteny)

Jeżeli zastosowano dodatkowe procedury filtracji, należy je opisać w tekście dokumentacji oraz załączyć do wymaganego pliku ASCII (Załącznik 11. 7) ujmującym wszystkie stosowane procedury.

Jeżeli podczas badań wykonywano profilowania WARR lub CMP należy obliczyć prędkość fali w

ośrodka w oparciu o falę podpowierzchniową i odbitą.

Materiał zarejestrowany tą samą anteną, na tych samych parametrach musi być przetworzony tą samą sekwencją procedur.

Echogramy powinny zostać poddane korekcie topograficznej z uwzględnieniem wyników pomiarów geodezyjnych pozyskanych podczas profilowania.

Przetworzone przekroje georadarowe, ale jeszcze niezinterpretowane, należy przedstawić w formie graficznej z zachowaniem następujących zasad:

- echogramy powinny posiadać ujednoliczoną paletę barw dla całego obszaru badań,
- na echogramach ma być skala czasowa i głębokościowa oraz podana przyjęta prędkość propagacji fali elektromagnetycznej w ośrodku geologicznym,
- opisy osi, jednostki na osiach, dostosowana podziałka na osiach, strony świata na profilu,
- wszystkie echogramy konwertowane na postać pliku graficznego i ASCII powinny być wygenerowane przy zachowaniu tych samych parametrów konwersji.

Interpretacja geofizyczno-geologiczna

Na przetworzonych przekrojach georadarowych w formie graficznej przygotowanych wg. opisu powyżej należy dokonać wstępnej interpretacji poprzez graficzne wyróżnienie istotnych cech zmienności podłoża. Należy wyróżnić poszczególne cechy anomalne, okonturować strefy ich występowania, oraz wyróżnić przebiegi liniowe anomalii przepisując im numery, które będą korespondowały z numeracją informacji opisowej założeń, podstaw tej interpretacji zamieszczonymi pod przekrojem.

Przeprowadzenie końcowej interpretacji geologicznej przekroju georadarowego wymaga dostępu do wiarygodnych danych geologicznych z obszaru badań lub jego najbliższego otoczenia.

W celu ustalenia relacji: zmienność sygnału - zmienność struktur podłoża pomocne będą wyniki odwiertów, które powinny zostać skorelowane z treścią echogramu (również naniesione na jego graficzną postać) oraz wyniki uzyskane z innych metod geofizycznych o ile będą dostępne.

Wynik geologicznej interpretacji echogramów powinien być przedstawiony na osobnym przekroju geologiczno-geofizycznym, ukazującym wyróżnione cechy anomalne. Należy okonturować strefy ich występowania, przebiegi liniowe anomalii skorelowane z dodatkowymi informacjami pochodzącymi z badań geologicznych i innych metod geofizycznych z opisem tekstowym końcowej interpretacji umieszczonym na przekroju lub pod nim.

Załącznik 11.5 Metoda konduktometryczna

Badania metodą elektromagnetyczną prowadzoną za pomocą konduktometru zaleca się wykonać według podanej procedury.

Prace polowe

Pomiary konduktometryczne wykonane wzdłuż wyznaczonych profili geofizycznych powinny dawać informację z minimum 4 różnych przedziałów głębokościowych.

Każdy punkt pomiarowy musi mieć określone współrzędne poziome oraz wysokość z zastosowaniem systemu geodezyjnego GNSS (metodą kinetyczną RTK lub RTN). W sytuacjach kiedy prowadzenie pomiarów geodezyjnych techniką satelitarną nie jest możliwe, dopuszcza się markowanie ręczne wszystkich punktów pomiarowych podczas prowadzonych prac polowych i późniejsze przypisanie współrzędnych na drodze interpolacji pomiędzy punktami o znanych współrzędnych.

W czasie pomiarów cewka odbiorcza i nadawcza muszą znajdować się cały czas w tej samej

odległości względem powierzchni ziemi i w tej samej pozycji w stosunku do pionu.

Zaleca się wykonywanie pomiarów z zastosowaniem rejestracji z gęstością próbkowania przestrzennego nie większą niż 1 m.

Wynikiem badań konduktometrycznych jest pomiar pozornej przewodności elektrycznej (S/m) lub jej odwrotności - oporności pozornej (Ωm), które należy podać procesowi inwersji.

Przetwarzanie danych pomiarowych i interpretacja

Surowe dane pomiarowe przewodności pozornej powinny być zwizualizowane w postaci wykresów/przekrojów.

Surowe dane pomiarowe należy przefiltrować, usunąć jednoznaczne błędne zapisy wywołane zakłóceniami, po czym podać je procedurze interpretacji ilościowej (inwersji).

Wyniki interpretacji należy przedstawić w formie przekrojów oporności wyinterpretowanej lub map rozkładu oporności wyinterpretowanej dla danych przedziałów głębokościowych.

Zaleca się stosowanie logarytmicznej skali oporności z zastosowaniem odpowiedniej kolorystyki, np. barwy niebieskie - oporności najmniejsze, barwy zielone, żółte, pomarańczowe - średnie oporności i barwy czerwone, brązowe - oporności największe.

Załącznik 11. 6 Metoda grawimetryczna

Badania metodą grawimetryczną zaleca się wykonać według podanej procedury.

Prace polowe

Grawimetryczne prace polowe należy wykonywać grawimetrami charakteryzującymi się liniowym dryftem długookresowym oraz niewielkimi dryftami rezydualnymi.

Grawimetryczne ciągi pomiarowe należy dowiązać do punktów osnowy grawimetrycznej kraju. W przypadku braku takich punktów w pobliżu miejsca pomiarów, należy założyć lub uaktualnić lokalną sieć punktów podstawowych. Będzie to wymagało wykonania pomiarów kilku pręseł metodą łańcuchową (wg schematu: A, B, A, B, C, B... ,gdzie: A, B... - punkty podstawowe) łączących założone punkty podstawowe z punktami osnowy grawimetrycznej, wchodzącej w skład międzynarodowego systemu IGSN 71.

Pomiary powinny być prowadzone tak, aby każdy ciąg rozpoczynał się i kończył pomiarem na punkcie podstawowym (bazowym). Czas trwania ciągów pomiarowych, nie może przekraczać 6 godzin. Odczyty na każdym punkcie grawimetrycznym muszą uwzględniać poprawkę na pływy ziemskie (luni-solarną). Średni błąd kwadratowego pojedynczego pomiaru nie powinien przekroczyć $\pm 0,025$ mGala.

W trakcie wykonywania pomiarów grawimetrycznych należy prowadzić prace geodezyjne. Współrzędne geodezyjne płaskie grawimetrycznych punktów pomiarowych, należy wyznaczyć przy użyciu klasycznych metod geodezyjnych lub metod satelitarnych w systemie nawigacyjnym GNSS. Rzędne grawimetrycznych punktów pomiarowych, dla poziomu odniesienia w obowiązującym systemie wysokości, należy wyznaczyć za pomocą niwelacji geometrycznej lub trygonometrycznej. Nie zaleca się dla zdjęć mikrogravimetrycznych oraz szczegółowych stosowania niwelacji satelitarnej. Ciągi niwelacyjne oraz pomiary współrzędnych płaskich należy dowiązywać do państwowej osnowy geodezyjnej. W przypadku wyznaczenia wzajemnego przewyższenia punktów pomiarowych w badaniach grawimetrycznych, o których mowa w Załączniku (Załącznik 7. 2. 3, Załącznik 11. 6) wybór instrumentu pomiarowego, przebiegu pomiaru oraz metod opracowania wyników musi zapewnić wyznaczenie przewyższenia między punktami z błędem nie większym niż ± 0.01 m. Stanowiska pomiarowe należy stabilizować kołkami drewnianymi lub oznaczyć farbą w przypadku utwardzonego podłoża w celu jednoznacznej identyfikacji w terenie. W przypadku zróżnicowanej morfologii terenu w strefie do

0,1 km wokół grawimetrycznego stanowiska pomiarowego, jeżeli zmiana ta w otoczeniu stanowiska grawimetrycznego przynajmniej w jednym z ośmiu kierunków przekroczy 5°, konieczne jest wykonanie pomiarów spadku terenu w podanej strefie.

Przetwarzanie danych pomiarowych i interpretacja

Dane pomiarowe należy przeanalizować, usunąć jednoznaczne błędy, wyliczyć wartość przyspieszenia siły ciężkości g i wysokość h punktów pomiarowych, a na podstawie różnic z pomiarów dwukrotnych na tym samym stanowisku pomiarowym (punkty powtarzane) obliczyć średnie błędy kwadratowe pomiarów.

Wartości anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera obliczyć należy według wzoru:

$$\delta g = g + (0,3086 - 0,0419 \cdot \sigma) \cdot h - \gamma_0 + \delta g_t$$

gdzie:

- g - pomierzona wartość siły ciężkości [mGal],
- h - wysokość n.p.m. punktu pomiarowego [m],
- σ - gęstość utworów warstwy redukowanej [$10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$],
- $0,3086 \cdot h$ - poprawka wolnopoietrzna Faye'a [mGal] eliminująca wpływ wysokości położenia punktu pomiarowego względem poziomu odniesienia,
- $0,0419 \cdot \sigma \cdot h$ - poprawka Bouguera [mGal] eliminująca składową pionową siły przyciągania kompleksu skalnego ograniczonego płaszczyznami poziomymi przechodzącymi przez punkt pomiarowy i poziom odniesienia,
- γ_0 - normalna wartość siły ciężkości [mGal] obliczona w odniesieniu do powierzchni elipsoidy,
- δg_t - poprawka topograficzna [mGal] eliminująca składową pionową przyciągania mas skalnych tworzących rzeźbę terenu.

Wartości przyspieszenia siły ciężkości dla wszystkich punktów pomiarowych (rozproszonych i profilowych) zostaną podane w systemie IGSN 71. Obliczenia te zostaną wykonane w oparciu o wcześniej określone wartości g punktów podstawowych. Pole normalne należy określić według formuły (wzoru) GRS 80 (Geodetic Reference System 1980), podanej przez H. Moritza (Fajkiewicz Z., 2007).

Poprawka Bouguera stanowiąca jeden z elementów redukcji Bouguera, zostanie obliczona dla gęstości objętościowej $2,25 \cdot 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (dla której opracowywane są podstawowe mapy grawimetryczne z obszaru Polski) oraz dla lokalnej gęstości stałej lub dla gęstości zmiennej utworów warstwy redukowanej. Gęstości zostaną ustalone po analizie dostępnych materiałów w trakcie realizacji prac obliczeniowych.

Poprawka topograficzna siły ciężkości, wyznaczona poprzez zsumowanie efektów grawitacyjnych, pochodzących od kilku przyjętych stref (pierścieni) otaczających punkt pomiarowy.

Dane grawimetryczne z pomiarów terenowych i prac obliczeniowych dla każdego punktu pomiarowego zostaną zestawione w postaci katalogu i dołączone wraz z mapami dokumentacyjnymi, dziennikami niwelacji i pomiarów grawimetrycznych do opracowania.

Wyniki interpretacji należy przedstawić w postaci map lub wykresów grawimetrycznych.

Załącznik 11.7 Forma przedstawienia wyników badań geofizycznych

Wyniki badań geofizycznych należy przedstawić w formie rozdziału w DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP lub w formie osobnego dokumentu t.j. dokumentacji badań geofizycznych (DBG) (rozdział 1). Forma przedstawienia wyników badań geofizycznych zależy od dokumentatora/zespołu dokumentatorów odpowiedzialnych za opracowanie DH, dDH, SGI, DGI, dDGI, DBP.

Każda z form przedstawienia wyników badań geofizycznych zawiera część tekstową i graficzną. Część tekstowa rozdziału/dokumentu powinna składać się z następujących elementów:

Podstawowe informacje o badaniach (Załącznik 21. 3):

- wykonawca badań geofizycznych,
- nazwa przedsięwzięcia, tematu,
- data wykonania badań polowych,
- nazwa (model, marka, typ), rok produkcji zastosowanej w badaniach aparatury geofizycznej,
- imię i nazwisko operatora sprzętu aparatury geofizycznej,
- metodyka prac,
- wykorzystane oprogramowanie do przetwarzania danych i lista zastosowanych kroków przetwarzania
- tabelaryczne zestawienie: (Załącznik 21. 3)
 - nazw wykonanych profili, punktów badań geofizycznych,
 - długości profili,
 - współrzędnych (w przypadku profili współrzędnych początku i końca profilu),
 - lokalizacji w odniesieniu do kilometrażu drogi, obiektu itp.
 - kierunku przebiegu profilu w terenie, azymutu badania,
- w zależności od zastosowanej w badaniach metody badań geofizycznej, przyjęty krok pomiarowy (rozstawy elektrod, geofonów, itp.), zastosowane anteny (częstotliwość, typ), i inne elementy,
- opis zastosowanej aparatury geodezyjnej i sposób pomierzenia położenia punktów, profili geofizycznych w terenie,
- karta informacyjna badań geofizycznych (Załącznik 21. 3),
- nazwa pliku geodezyjnego zawierającego dane pomiarowe - plik taki powinien zostać dołączony w formie cyfrowej (edytowalnej w formacie ASCII) do opracowania (przygotowany według wymagań rozdziału 4.2 i załącznika - Załącznik 22).

Cel badań

Zawiera informację na temat etapu inwestycji oraz cel badań geofizycznych.

Lokalizacja badań geofizycznych

Zawiera informację na temat lokalizacji badań geofizycznych:

- mapa poglądowa w skali ze wskazanym miejscem badań, w obrębie mapy powinno się znaleźć miasto powiatowe (w celu przybliżenia lokalizacji). Mapa musi być zorientowana w kierunku północnym i mieć określoną skalę oraz podziałkę skalową;
- tabela z wykazem nazw oraz współrzędnych punktów początkowych i końcowych profili, czy punktów badań geofizycznych sporządzona w państwowym układzie współrzędnych geodezyjnych PL-2000 (tabela tożsama z danymi z karty informacyjnej (Załącznik 21. 3);
- słowny opis badanego obszaru: topografia, poszycie terenu (także roślinność), widoczne warunki wilgotności gruntu, przeszkody terenowe (antropogeniczne i naturalne), opis pogody i innych czynników, które mogą mieć wpływ na otrzymane wyniki;
- wskazanie nazwy pliku geodezyjnego (cyfrowego, edytowalnego w formacie ASCII) zawierającego szczegółowe informacje na temat lokalizacji profili, punktów badań geofizycznych;
- wskazanie nazwy katalogu (dołączonego do opracowania na nośniku cyfrowym) zawierającego dane polowe z badań geofizycznych;
- wskazanie nazwy katalogu (dołączonego do opracowania na nośniku cyfrowym)

zawierającego dane przetworzone z badań geofizycznych.

Metodyka badań oraz wykorzystana aparatura badawcza

Należy opisać przebieg badania geofizycznego oraz zawrzeć informację na temat wykorzystanej aparatury badawczej.

Przetwarzanie, interpretacja i ocena wyników badań geofizycznych

W opisie wyników należy zawrzeć część dotyczącą zarejestrowanych parametrów, ich zarejestrowany zakres, obserwowane trendy i zmienność w przestrzeni. Należy zinterpretować i ocenić wyniki badań geofizycznych oraz przedstawić możliwy model geologiczny.

Część graficzna rozdziału/dokumentu powinna zawierać:

- mapę dokumentacyjną w skali odpowiedniej do etapu badań z zaznaczonymi punktami, profilami badań geofizycznych oraz informacjami dotyczącymi danych archiwalnych (np. otwory archiwalne, lub inne dane). Na mapie powinien znaleźć się znak północy, siatka układu współrzędnych, nazwa układu współrzędnych, podziałka liniowa i skala,
- opisane na mapie punkty dokumentacyjne, profile geofizyczne muszą być zgodne z opisami wyników badań, a także z tabelą zawartą w karcie informacyjnej,
- linie profilowe powinny być zakończone strzałką wskazującą kierunek. Na początku linii profilu powinna znaleźć się nazwa profilu,
- przekroje geofizyczne i przekroje geofizyczno-geologiczne.

Przekroje geofizyczne stanowią podstawową formę prezentacji wyników badań geofizycznych. Przekroje geofizyczne są to dwuwymiarowe odwzorowania rozkładu mierzonych parametrów fizycznych występujących pod linią przekroju i zaprezentowane w funkcji głębokości.

Przekroje geofizyczne metod ERT i GCM prezentują rozkład przestrzenny wartości oporności wyinterpretowanej ośrodka gruntowego/skalnego, prezentowanego w postaci izolinii i w skali barwnej.

Na przekrojach geofizycznych elektrooporowych metody ERT (w szczególnych przypadkach metody GCM) dla obszarów na których możemy spodziewać się gruntów słabych, należy zaznaczyć strefy niskich oporności (poniżej 30-40 Ωm).

Na przekrojach należy także zaznaczyć strefy występowania stromych i pionowych kontrastów opornościowych oraz nanieść informację dotyczącą litologii z wykonanych i archiwalnych otworów wiertniczych. Informacje naniesione na przekrój nie mogą przesłaniać samego przekroju geofizycznego. Przekroje elektrooporowe muszą także zawierać izolinie rozkładu wartości oporności otrzymanych w procesie inwersji.

Przekroje geofizyczne metod sejsmicznych prezentują rozkład przestrzenny wartości prędkości fal sejsmicznych w ośrodku gruntowym/skalnym (P lub S w zależności od techniki), w postaci izolinii i skali barwnej. Na przekrojach geofizycznych metod sejsmicznych należy wyznaczyć strefy niskich wartości prędkości (poniżej 120 m/s dla fali S i 400 m/s dla fali P) oraz strefy występowania stromych i pionowych kontrastów wartości prędkości fal sejsmicznych oraz nanieść informację dotyczącą litologii z wykonanych otworów wiertniczych. Informacje naniesione na przekrój nie mogą przesłaniać samego przekroju geofizycznego.

Wykonując przekroje geofizyczne dla danej metody, należy wykonać je dla ustalonej, jednolitej skali barwnej dla całego opracowania, z przyjętym podziałem litologicznym.

Przekroje geofizyczne metody georadarowej prezentują rozkład przestrzenny amplitudy odbitej fali elektromagnetycznej w postaci skali barwnej lub pojedynczych tras georadarowych.

Na przekrojach georadarowych, należy wyznaczyć horyzonty przebiegu poszczególnych korelowanych granic refleksyjnych dowiązanych do litologii z wykonanych (i archiwalnych)

otworów wiertniczych. Informacje naniesione na przekrój nie mogą przesłaniać samego przekroju geofizycznego. Przekroje georadarowe muszą także zawierać informację na temat przyjętej prędkości fali elektromagnetycznej na danym odcinku badań.

Do przekrojów geofizycznych należy równolegle dołączyć autorską interpretację geologiczną integrującą dane uzyskane z badań geofizycznych, wierceń, obserwacji i innych dostępnych źródeł. Autorski przekrój geofizyczno-geologiczny musi być wykonany w tej samej skali co przekroje geofizyczne i nie zakrywać przekrojów geofizycznych.

Przekroje geofizyczno-geologiczne będące interpretacją wyników badań geofizycznych należy przedstawić w skalach liniowych. W skali dostosowanej do skali przekrojów geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych oraz w skali poziomej nie mniejszej niż 1:2 000 i z przewyższeniem pionowym nie większym niż dwukrotne oraz (np. skala pozioma 1:2 000, skala pionowa 1:1 000 lub skala pozioma 1:1 000, skala pionowa 1:500, dla echogramów georadarowych skalę należy dostosować indywidualnie tak aby jednoznacznie były widoczne anomalie będąc podstawą interpretacji zmienności ośrodka lub zobrazowania rozpoznanych tą metodą warstw). W przypadku wykonywania badań geofizycznych dla dwóch lub więcej równoległych profili, jeśli to możliwe zaleca się zestawić wyniki dla wszystkich równoległych do siebie profili na wspólnym załączniku graficznym, w odniesieniu do kilometrażu trasy. Na kilometrażu należy też zaznaczyć lokalizację przekrojów poprzecznych (jeśli wykonano). Dodatkowo na przekroje podłużne należy nanieść niweletę projektowanej trasy.

Jeżeli zagęszczona sieć profili (punktów) pomiarowych pozwala na to, można wykonać wizualizację 3D. Interpretacja powinna opierać się o przetworzony materiał 2D, wizualizacja 3D ma jedynie charakter pomocniczy.

W przypadku wykonywania badań w wersji zdjęcia trójwymiarowego, interpretacja powinna być zaprezentowana na przekrojach 2D wyekstrahowanych z bloku 3D. Ewentualna wizualizacja 3D powinna mieć jedynie charakter pomocniczy.

Integralną częścią rozdziału/dokumentacji są również:

- pliki źródłowe - postać cyfrowa,
- pliki z danymi geodezyjnymi dla wprowadzenie korekt topograficznych dla danych pomiarowych - postać cyfrowa,
- zestawienie procedur przetwarzania (filtracji) i ich parametrów - wersja analogowa opisowa i postać cyfrowa plik ASCII z zastosowanego oprogramowania,
- przetworzone przekroje geofizyczne (bez interpretacji) w postaci plików graficznych i plików ASCII - wersja analogowa dołączona do tekstu sprawozdania (pliki graficzne) i cyfrowa (pliki graficzne i ASCII),
- przekroje geofizyczne z graficznym wyróżnieniem istotnych cech zmienności podłoża wraz z dodatkową informacją opisową założeń, podstaw tej interpretacji,
- przekrój geofizyczno-geologiczny zgodnie z definicją.

Pliki źródłowe z danymi pomiarowymi (nazewnictwo plików zgodne z danymi w karcie informacyjnej, Załącznik 21. 3), należy dołączyć na nośniku elektronicznym. Pliki źródłowe są niezmiennym plikiem jaki odbieramy z aparatury do dalszego przetwarzania danych. Plik źródłowy musi być także przetworzony i przygotowany do formatu ASCII - *.dat lub *.txt.

Dla badań sejsmicznych pliki źródłowe muszą być przygotowane do standardowego formatu SEG-Y i poza zapisem tras sejsmicznych (amplituda w funkcji czasu) muszą zawierać co najmniej (standardową dla formatu) informację o numerze kanału, numerze trasy, położeniu punktu strzałowego i odbiorczego względem początku profilu dla każdej z tras oraz o numerze kolejnym rekordu.

Pliki źródłowe badań georadarowych muszą być przygotowane w dwóch formatach: w natywnym formacie, w którym zapisuje je zastosowany model aparatury georadarowej i w pliku tekstowym, gdzie trasy i próbki są zapisane w formie macierzy dwuwymiarowej - do takiego pliku należy dołączyć podstawowa metrykę pomiaru zawierającą: częstotliwość próbkowania sygnału, ilość próbek, czas rejestracji i odległość pomiędzy trasami (krok pomiarowy). Metryka ta ma zostać zapisana w pliku tekstowym. Dzięki takim wymaganiom możliwe będzie odtworzenie zarejestrowanego pliku pomiarowego w przyszłości bez uciążliwych błędów zaokrągleń.

Załącznik 12 Wiercenia i pobór prób gruntów i skał do badań laboratoryjnych

Załącznik 12.1 Techniki wiertnicze

Techniki wiertnicze należy dobierać zgodnie z wymaganiami podanymi w tabelach (Tabela 50, Tabela 51) odpowiednio dla gruntów/skał.

Tabela 50 Techniki pobierania prób w gruntach (wg PN-EN ISO 22475-1, przetłumaczone i zmodyfikowane)

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEŃ STOSOWANYCH W KRAJU				
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody								
1	Rotary drilling Wiercenie obrotowe	NIE	Narzędzie wiertnicze	Rotary dry core drilling	Single-tube corebarrel	100-200	Gruby żwir, otoczaki, głazy	Ł, pył, piasek drobny	B (A)	4 (2-3)	Próbka na zewnątrz przesuszona	wiercenie obrotowe pozwalające na pracę pojedynczą rdzeniówką lub świdrem przelotowym				
				Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho	Hollow stem auger			100-300					Ł, pył, piasek, grunty organiczne	B (A)	3 (1-2)	-
2		TAK	Narzędzie wiertnicze	Rotary core drilling	Obrotowe wiercenie rdzeniowane	Single-tube corebarrel	100-200	Grunty gruboziarniste/niespoiste Bardzo słabe grunty organiczne	Ł, grunty ilaste, grunty scementowane kompozyty, otoczaki	B	4 (2-3)	-	wiercenie obrotowe pozwalające na pracę pojedynczym, podwójnym lub potrójnym aparatem rdzeniowym z pompą płuczkową			
					Podwójna rdzeniówka	Single-tube corebarrel								B (A)	3 (1-2)	-
					Potrójna rdzeniówka	Single-tube corebarrel								A	1	-
3		TAK	Narzędzie wiertnicze	Rotary core drilling	Double/triple-tube corebarrel with extender inner tube	100-200	Żwir otoczaki i głazy	Ł, pył	A	2 (1)	-	wiercenie obrotowe pozwalające na pracę pojedynczym, podwójnym lub potrójnym aparatem rdzeniowym z pompą płuczkową				
Obrotowe wiercenie rdzeniowane	Podwójna/potrójna rdzeniówka z wewnętrznym próbnikiem															

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEŃ STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
4		NIE	Narzędzie wiertnicze	Auger drilling Obrotowe wiercenie świdrem	Drill rods with shell or flight auger; hollow stem auger Żerdzie wiertnicze ze świdrem lub świdrem przelotowym	100-2000	Głazy większe niż D _e /3	Wszystkie grunty powyżej wody gruntowej, wszystkie grunty spoiste poniżej wody gruntowej	B	4(3)	-	wiertnice obrotowe pozwalające na prace z zastosowaniem świdrów spiralnych przelotowych
5		TAK	Lewy obieg płuczki	Reverse circulation drilling Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki	Drill rods with hollow chisel Żerdzie wiertnicze z dłutem	150-1300	-	Wszystkie grunty	C (B)	5 (4)	-	wiertnice z lewym obiegiem płuczki, w kraju rzadko stosowane (wyłącznie przy pracach studziennych)
6		NIE	Narzędzie wiertnicze	Auger drilling with light equipment Obrotowe wiercenie świdrem lekkim	Shell auger or spiral flight auger Świder spiralny	40-80	Gruby żwir o średnicy ziarn większej niż D _e /3	Fracje od iłu do żwiru drobnego powyżej wody gruntowej, grunty spoiste poniżej wody gruntowej	C ^f	5	Tylko do niewielkich głębokości	wiertnice obrotowe pozwalające na prace z zastosowaniem świdrów o niewielkiej średnicy
7	Hammer driving Wiercenie udarowe	NIE	Narzędzie wiertnicze	Percussive core drilling Wiercenie rdzeniowane udarowe	Percussion clay cutter with cutting edge inside; also with sleeve (or hollow stem auger) ^b Obcinak udarowy z wewnętrzną powierzchnią tnącą lub dłuto rurowe	80-200	Grunty o średnicy ziarn większej niż D _e /3, grunty laminowane np. warwowe	Il, pył i grunty o średnicy ziarn do D _e /3 powyżej wody gruntowej	Spoiste: A Niespoiste: B	2 (1) 4 (3)	Możliwe jest uzyskanie wykresu wpędu na podstawie liczby uderzeń	wiertnice wyposażone w głowice udarowe pozwalające na prace z zastosowaniem urządzeń udarowych

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEŃ STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
8		NIE	Narzędzie wiertnicze	Percussive drilling Wiercenie udarowe	Percussive clay cutter with cutting edge outside ^b Obcinak udarowy z zewnętrzną powierzchnią tnącą	150-300	Grunty o średnicy ziarn większej niż D _e /3	Żwiry i grunty o średnicy ziarn do D _e /3	B	4	-	
9		NIE	Narzędzie wiertnicze	Small diameter Hammer driving Wiercenie udarowe małosrednicowe	Hammer driving linkage with tube sampler Próbnik rurowy połączony z młotem	30-80	Grunty o średnicy ziarn większej niż D _e /2	Grunty o średnicy ziarn do D _e /5	C ^f	5	Tylko do niewielkich głębokości	zestawy ręczne i wiertnice udarowe małosrednicowe
10	Rotary hammer driving Wiercenie obrotowo-udarowe	TAK	Narzędzie wiertnicze	Rotary percussive drilling Wiercenie obrotowo-udarowe	Single- or double-tube corebarrel Pojedyncza lub podwójna rdzeniówka	100-200	Grunty kompozytowe oraz czyste piaski o średnicy ziran większej niż 2,0 mm, żwir, twaroplastyczne i półtwarde ility	Ił, pył, piasek drobny	Spoiste: A	2 (1)	-	wiertnice obrotowe wyposażone w udar i pompę płuczkową
									Niespoiste: B	4 (3)		
11	Vibration drilling with and optional slow rotation Wiercenie wibracyjne z opcjonalnym wolnym obrotem	NIE	Narzędzie wiertnicze	Resonance drilling Wiercenie wibracyjne	Thick wall sampler or single tube core barrel with optional plastic lining tube Grubościenne próbki lub pojedyncza rdzeniówka z opcjonalnym próbnikiem plastikowym	80-200	-	-	Spoiste: B	4	-	wiertnice wibracyjne wyposażone pozwalające na pracę z zastosowaniem energii o wysokiej częstotliwości
									Spoiste: C	5		

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEŃ STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
12	Percussion Wbijanie	NIE	Narzędzie wiertnicze	Cable percussion drilling Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym	shell auger Przewód wiertniczy ze świdrem	150-500	Żwir powyżej wody gruntowej, pył, piasek i żwir poniżej wody gruntowej	ł i pył powyżej wody gruntowej, ł poniżej wody gruntowej	C (B)w	4 (3)	-	wiertnice udarowe wyposażone w młot
13		NIE	Narzędzie wiertnicze	Cable percussion drilling Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym	Cable with valve auger Przewód wiertniczy ze świdrem	100-1000	Powyżej wody gruntowej	Żwir i piasek poniżej wody gruntowej	C (B)	5 (4)	Może być także używany do spoistych gruntów po dodaniu wody	
14	Pneumatic/continuous thrust Wiercenie hydrauliczne/stałe wciskanie	NIE	Narzędzie wiertnicze	Small diameter pneumatic/continuous thrust drilling Wiercenie hydrauliczne/stałe wciskanie	Pneumatic/continuous thrust linkage, with tube sampler Próbnik rurowy połączony z wiertnicą hydrauliczną	30-80	Zagęszczane i gruboziarniste grunty	ł, pył, piasek drobny	C ^f	5	Tylko do niewielkich głębokości	Wciskarki hydrauliczne
15	Grabbing Chwytywanie	NIE	Narzędzie wiertnicze	Grab drilling Wiercenie chwytakowe	Cable with grab Przewód wiertniczy z chwytakiem	400-1500	Półzwarne, drobnoziarniste/spoiste grunty, głazy o średnicy większej niż D _e /2	Żwir, otoczaki o średnicy mniejszej niż D _e /2, otoczaki	Powyżej wody: B	4	-	Chwytniki wiertnicze, w kraju rzadko stosowane
									Poniżej wody: C	5		

Lp.	Metoda wiercenia				Sprzęt		Wytyczne stosowania i ograniczenia		Możliwa kategoria wiercenia	Możliwa klasa próbki	Uwagi	PRZYKŁADY WIERCEŃ STOSOWANYCH W KRAJU
	Technika urabiania gruntu	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic próby w mm	Ograniczenia metody	Zastosowanie metody				
16	^a klasyczna lub wrzutowa rdzeniówka ^b przy użyciu techniki udarowej narzędzie wiertnicze jest wprowadzane w grunt za pomocą narzędzia udarowego. Przy użyciu techniki wbijanej narzędzie jest wprowadzanie poprzez jego unoszenie i opuszczanie. ^c obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho jest używane w przypadku gdy pomiary wody gruntowej są najważniejszym celem wiercenia						^d De jest wewnętrzną średnicą narzędzia wiertniczego ^e Kategorie poboru próbek 1 klasy jakości w nawiasach mogą być osiągnięte tylko w szczególnie sprzyjających warunkach gruntowych, które należy uzasadnić. ^f Uzyskanie kategorii B jest możliwe w lekkich gruntach spoiстых. UWAGA 1 Wiercenie bezpośrednio na płuczke nie zostało uwzględnione, ponieważ próbka w ten sposób uzyskana pozwala uzyskać próbki klasy gorszej niż 5 - w Polsce stosowane głównie dla otworów w celu pozyskania ciepła ziemi (pomp ciepła) UWAGA 2 Dla prób klasy A min. średnica próby powinna wynosić 100 mm UWAGA 3 Wiercenie na płuczke uniemożliwia wykonywanie pomiarów wody gruntowej bez specjalnych zabiegów (instalacja piezometru, płukanie otworu wiertniczego itp.).					

Tabela 51 Techniki pobierania prób w skałach (wg PN-EN ISO 22475-1, przetłumaczone i zmodyfikowane)

Lp.	Metoda wiercenia			Sprzęt		Stosowalność	Próbki		Osiągnięte kategorie pobierania próbek ^b	Uwagi
	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic otworów ^a [mm]		Rdzenie ^a	Zwierciny		
1	NIE	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Rotary dry core drilling Wiercenie obrotowe na sucho	Single-tube corebarrel Rdzeniówka pojedyncza	70 ^c - 200	Skały średniej do wysokiej twardości	Miękkie, podatne na erozję, wrażliwe na wodę skały, wiercenie należy prowadzić krótkim krokiem	Brak	B(A)	Aby zapobiec przegrzewaniu się wiertła, krok wiercenia nie powinien przekraczać 0,5 m.
2	TAK	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Rotary core drilling Wiercenie obrotowe	Single-tube corebarrel Rdzeniówka pojedyncza	70 ^c - 200	Skały średniej do wysokiej twardości	Popękane, miękkie skały	Pozostałości na sicie i zawiesiny	B(A)	Płuczka może spowodować naruszenie rdzenia
3	TAK	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Rotary core drilling Wiercenie obrotowe	Double-tube corebarrel Rdzeniówka podwójna	70 ^c - 200	Skały podatne na erozję oraz wrażliwe na wodę.	Wszystkie typy skał	Pozostałości na sicie i zawiesiny	A(B)	—
4	TAK	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Rotary core drilling Wiercenie obrotowe	Triple-tube corebarrel Rdzeniówka potrójna	70 - 200	—	Wszystkie typy skał	Pozostałości na sicie i zawiesiny	A	—
5	TAK	Drilling tool attached to grill rods, with wireline extractable inner barrel Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi, z wysuwaną wewnętrzną rdzeniówką	Wireline core drilling Wiercenie linowym przewodem wiertniczym	Wireline corebarrel, or triple-tube corebarrel Rdzeniówka linowa lub potrójna	70 - 180	—	Wszystkie typy skał	Pozostałości na sicie i zawiesiny	A	—
6	TAK	Drilling tool attached to grill rods Narzędzie wiertnicze przymocowane do żerdzi	Open hole drilling Wiercenie otwarte	Solid bit, roller bit, DTTH Koronka, gryzer, młot	50 - 350	—	Brak	Pozostałości na sicie i zawiesiny	C	—
7	^a Zakresy uwzględniają konieczność użycia rur osłonowych									

Lp.	Metoda wiercenia			Sprzęt		Stosowalność	Próbki		Osiągnięte kategorie pobierania próbek ^b	Uwagi
	Zastosowanie płuczki	Sposób wydobycia próby	Nazwa techniki wiercenia	Narzędzie wiertnicze	Zakres średnic otworów ^a [mm]		Rdzenie ^a	Zwierciny		
<p>^b Kategorie poboru oraz klasy próbki mogą być uzyskane tylko w sprzyjających lub niesprzyjających warunkach gruntowych, co należy uzasadnić.</p> <p>^c w niektórych skałach krystalicznych, minimalna średnica otworu (30 mm) może być wystarczająca do identyfikacji i opisu skał.</p> <p>DTTH Młot wbijany tzw. Down-the-hole-hammer.</p> <p>UWAGA 1 Średnica próbki jest mniejsza dla tego samego otworu, gdy użyte zostały potrójne rdzeniówki zamiast pojedynczych.</p> <p>UWAGA 2 W skałach fliszowych zaleca się wykonywanie wierceń potrójną lub podwójną rdzeniówką.</p>										

Załącznik 12.2 Ustalanie kategorii pobierania prób gruntów i skał oraz klasy jakości prób gruntów

Na podstawie tabeli (Tabela 52) należy ustalić klasy jakości prób gruntów pobieranych do badań laboratoryjnych biorąc pod uwagę wymagania rozdziałów 4, 6, 8.

Tabela 52 Możliwość wyznaczenia parametrów geotechnicznych na próbach gruntów w zależności od klasy jakości próby

Symbol	Jednostka	Parametr	Kategoria pobrania				
			A				
			B				C
			Klasa jakości				
			1	2	3	4	5
Parametry fizyczne							
w_n	[%]	wilgotność naturalna	Z	Z	Z	NZ	NZ
w	[%]	wilgotność	Z	Z	Z	NZ	NZ
w_p	[%]	wilgotność granicy plastyczności	Z	Z	Z	Z	NZ
S_r	[-]	stopień wilgotności					
w_L	[%]	wilgotność granicy płynności	Z	Z	Z	Z	NZ
w_s	[%]	wilgotność granicy skurczu	Z	Z	Z	Z	NZ
w_{opt}	[%]	wilgotność optymalna	Z	Z	Z	NZ	NZ
ρ	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa gruntu	Z	Z	NZ	NZ	NZ
ρ_s	[Mg/m ³]	gęstość właściwa gruntu	Z	Z	Z	NZ	NZ
ρ_d	[Mg/m ³]	gęstość szkieletu gruntowego	Z	Z	NZ	NZ	NZ
ρ_{dmax}	[Mg/m ³]	maksymalna gęstość szkieletu gruntowego	Z	Z	Z	NZ	NZ
γ	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu	Z	Z	NZ	NZ	NZ
γ_s	[kN/m ³]	ciężar właściwy gruntu	Z	Z	Z	NZ	NZ
γ_d	[kN/m ³]	ciężar szkieletu gruntowego	Z	Z	NZ	NZ	NZ
γ'	[kN/m ³]	efektywny ciężar objętościowy gruntu	Z	Z	NZ	NZ	NZ
γ_{sr}	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu przy pełnym nasyceniu	Z	Z	Z	NZ	NZ
n	[%]	porowatość	Z	Z	NZ	NZ	NZ
e	[-]	wskaźnik porowatości	Z	Z	NZ	NZ	NZ
e_{max}	[-]	maksymalny wskaźnik porowatości	Z	Z	NZ	NZ	NZ
e_{min}	[-]	minimalny wskaźnik porowatości	Z	Z	NZ	NZ	NZ
I_D	[-]	stopień zagęszczenia	Z	Z	Z	NZ	NZ
I_s	[-]	wskaźnik zagęszczenia	Z	Z	Z	NZ	NZ
I_L	[-]	stopień plastyczności	Z	Z	Z	NZ	NZ
I_p	[-]	wskaźnik plastyczności	Z	Z	Z	NZ	NZ
I_c	[-]	wskaźnik konsystencji	Z	Z	Z	NZ	NZ
f_n	[%]	zawartość frakcji: kamienistej (fk), żwirowej (fz), piaskowej (fp), pyłowej (fπ), iłowej (fi)	Z	Z	Z	Z	NZ
C_u (U)	[-]	wskaźnik jednorodności, wskaźnik jednorodności uziarnienia	Z	Z	Z	Z	NZ
C_c (C)	[-]	wskaźnik krzywizny	Z	Z	Z	Z	NZ
SE (WP)	[%]	wskaźnik piaskowy	Z	Z	Z	Z	NZ
D	[%]	dyspersja	Z	Z	Z	Z	NZ
od D do ND	[-]	kategoria dyspersji	Z	Z	Z	Z	NZ
F_H	[mm]	mrozoodporność (wysadzinowość)	Z	Z	Z	Z	NZ
A	[-]	aktywność	Z	Z	Z	NZ	NZ
ρ_e	[Wm]	opór właściwy	Z	Z	Z	NZ	NZ
Parametry chemiczne							
C_{om} (I _{OM})	[%]	zawartość części organicznych	Z	Z	Z	Z	NZ
I_z	[%]	straty masy przy prażeniu	Z	Z	Z	Z	NZ
C_{CaCO_3}	[%]	zawartość węglanów	Z	Z	Z	Z	NZ
$C_{SO_4^{2-}}$, $C_{SO_3^{2-}}$	[%]	zawartość siarczanów	Z	Z	Z	Z	NZ
C_{Cl^-}	[%]	zawartość chlorków	Z	Z	Z	Z	NZ

Symbol	Jednostka	Parametr	Kategoria pobrania				
			A				
			B				C
			Klasa jakości				
1	2	3	4	5			
pH	[-]	pH	Z	Z	Z	Z	NZ
Stan i historia naprężenia							
σ_0	[kPa]	pionowe naprężenie in situ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_{v0}	[kPa]	pionowe naprężenie efektywne in situ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
σ_{h0}	[kPa]	poziome naprężenie in situ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_{h0}	[kPa]	poziome naprężenie efektywne in situ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
τ	[kPa]	naprężenie ścinające	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ_n	[kPa]	naprężenie normalne	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
u_0	[kPa]	ciśnienie wody w porach gruntu in situ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
K_0	[-]	współczynnik parcia gruntu w spoczynku	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_p	[kPa]	naprężenie prekonsolidacji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
OCR	[-]	współczynnik prekonsolidacji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry wytrzymałościowe							
q_u	[kPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c_u	[kPa]	wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c	[kPa]	spójność całkowita	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c'	[kPa]	spójność efektywna	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
τ_f	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
τ_{fR}	[kPa]	rezydualna wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
φ'_R	[°]	rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_R	[kPa]	rezydualna spójność efektywna	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
S_t	[-]	wrażliwość gruntu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
Ψ	[°]	kąt dylatacji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
I_{CBR} (CBR)	[-]	kalifornijski wskaźnik nośności (wysadzinowość)	Z	Z	Z	Z	NZ
Parametry odkształceniowe							
ε	[-]	odkształcenie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
ε_v	[-]	odkształcenie pionowe	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E_{oed}	[kPa]	moduł edometryczny	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
M_0	[kPa]	edometryczny moduł ścisłości pierwotnej (przedziały naprężeń)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
M	[kPa]	edometryczny moduł ścisłości wtórnej (przedziały naprężeń)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
m_v	[1/kPa]	współczynnik ścisłości objętościowej	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c_v	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (pionowej)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
c_h	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (poziomej)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
C_c	[-]	wskaźnik ścisłości (pierwotnej)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
C_r	[-]	wskaźnik ścisłości (wtórnej)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
$C_{\alpha e}$	[-]	współczynnik ścisłości wtórnej od e	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
$C_{\alpha \varepsilon}$	[-]	współczynnik ścisłości wtórnej od ε	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
C_s	[-]	wskaźnik odprężenia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
L_s	[%]	skurcz liniowy	Z	Z	Z	Z	NZ
e_p (V_p)	[%]	wskaźnik pęcznienia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ'_s (P_c)	[kPa]	ciśnienie pęcznienia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
TE	[%]	całkowite pęcznienie	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
S	[%]	potencjał pęcznienia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
FS (FS_{HG})	[%]	pęcznienie swobodne	Z	Z	Z	Z	NZ
El	[-]	wskaźnik ekspansji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
ε_s	[%]	odkształcenie pęcznienia	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
ε_{sh}	[%]	odkształcenie skurczu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
σ	[kPa]	ciśnienie ssania (matrycowe)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
h	[kPa]	ciśnienie ssania (całkowite)	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
I_{mp}	[-]	wskaźnik osiadania zapadowego	Z	NZ	NZ	NZ	NZ

Symbol	Jednostka	Parametr	Kategoria pobrania				
			A				
			B				
			C				
Klasa jakości							
1	2	3	4	5			
E	[MPa]	moduł Younga	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E'	[MPa]	moduł Younga w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E _u	[MPa]	moduł Younga w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E' ₀ , E' _{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł sprężystości Younga w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E _{0u} , E _{maxu}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł Younga w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E' ₅₀	[MPa]	moduł Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E _{u50}	[MPa]	moduł sprężystości Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E' _{ur}	[MPa]	moduł Younga dla odprężenia-powtórne obciążenie w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
E _{ur}	[MPa]	moduł Younga dla odprężenia-powtórne obciążenie w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G	[MPa]	moduł ścinania	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G'	[MPa]	moduł ścinania w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G _u	[MPa]	moduł ścinania w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G' ₀ , G' _{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania w warunkach z odpływem	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
G _{0u} , G _{maxu}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania w warunkach bez odpływu	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
ν	[-]	współczynnik Poissona	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry filtracyjne							
k	[m/s]	współczynnik filtracji	Z	NZ	NZ	NZ	NZ
H _{kb}	[cm]	kapilarność bierna	Z	Z	Z	Z	NZ
H _{kc}	[cm]	kapilarność czynna	Z	Z	Z	Z	NZ

Z – zalecane (przydatne), NZ – niezalecane (nieprzydatne)

Na podstawie tabeli (Tabela 53) należy ustalić kategorie prób skał pobieranych do badań laboratoryjnych biorąc pod uwagę wymagania rozdziałów 4, 6, 7, 8.

Tabela 53 Możliwość wyznaczenia parametrów geotechnicznych na próbach skał w zależności od kategorii pobierania

Symbol	Jednostka	Parametr	Kategoria pobrania		
			A	B	C
Parametry fizyczne					
w	[%]	wilgotność skały	Z	Z	NZ
w _{ch}	[%]	współczynnik wodochłonności	Z	Z	NZ
q	[dm ³ /min/0,01MPa/m]	wodochłonność jednostkowa	Z	Z	NZ
K _w	[-]	wskaźnik nasycenia	Z	Z	NZ
ρ _o	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa skały	Z	NZ	NZ
ρ _s	[Mg/m ³]	gęstość właściwa skały	Z	Z	NZ
γ _o	[kN/m ³]	ciężar objętościowy skały	Z	NZ	NZ
γ _s	[kN/m ³]	ciężar właściwy skały	Z	Z	NZ
n _p	[%]	współczynnik porowatości całkowitej	Z	NZ	NZ
n _{pw}	[%]	współczynnik porowatości względnej	Z	NZ	NZ
I _D (R _w)	[%]	wskaźnik rozmywalności	Z	Z	NZ
S	[%]	ubytek masy próbki pomiędzy masą przed zamrożeniem i po ostatnim sykle odmrożenia	Z	NZ	NZ
w _m	[%]	współczynnik odporności na zamarzanie	Z	NZ	NZ
od A do H	[-]	klasyfikacja Skutty (Kidybiński, 1982) - rozmakalność	Z	Z	NZ
r	[%]	wskaźnik rozmakalności	Z	Z	NZ
w (n _w)	[%]	nasiąkliwość	Z	NZ	NZ
A _b	[%]	nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym	Z	NZ	NZ
ρ _e	[Wm]	elektryczny opór właściwy skały	Z	Z	NZ

Symbol	Jednostka	Parametr	Kategoria pobrania		
			A	B	C
Stan naprężenia					
σ_{v0}	[MPa]	pionowe naprężenie in situ	NZ	NZ	NZ
σ_{h0}	[MPa]	poziome naprężenie in situ	NZ	NZ	NZ
τ	[MPa]	naprężenie ścinające	NZ	NZ	NZ
σ_n	[MPa]	naprężenie normalne	NZ	NZ	NZ
σ_t	[MPa]	naprężenie rozciągające	NZ	NZ	NZ
Parametry wytrzymałościowe					
$\sigma_c (R_c)$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	Z	NZ	NZ
$\sigma_{c^{\wedge}} (R_{c^{\wedge}})$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku prostopadłym do uwarstwienia	Z	NZ	NZ
$\sigma_{c\parallel} (R_{c\parallel})$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku równoległym do uwarstwienia	Z	NZ	NZ
$K_a (A)$	[-]	wskaźnik anizotropii wytrzymałości	Z	NZ	NZ
I_{s50}	[MPa]	wskaźnik wytrzymałości punktowej	Z	Z	NZ
$\sigma_t (R_t)$	[MPa]	wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ
$\sigma_{tmax} (R_{tmax})$	[MPa]	maksymalna wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ
$\sigma_{tR} (R_{tR})$	[MPa]	rezydualna wytrzymałość na ścinanie	Z	NZ	NZ
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ
φ'_R	[°]	rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	NZ	NZ
c	[kPa]	spójność całkowita	Z	NZ	NZ
c'	[kPa]	spójność efektywna	Z	NZ	NZ
c'_R	[kPa]	rezydualna spójność efektywna	Z	NZ	NZ
$\sigma_T (\sigma_t, R_t)$	[MPa]	wytrzymałość na rozciąganie	Z	NZ	NZ
$\sigma_B (R_B)$	[MPa]	wytrzymałość na zginanie	Z	NZ	NZ
$\sigma_{tc} (R_{tc})$	[MPa]	wytrzymałość na trójosiowe ściskanie	Z	NZ	NZ
Parametry odkształceniowe					
w_{cp}	[N/m ²]	wskaźnik ciśnienia pęcznienia	Z	NZ	NZ
w_{op}	[-]	wskaźnik odkształcenia pęcznienia	Z	NZ	NZ
ϵ_{px}	[%]	odkształcenie pęcznienia	Z	NZ	NZ
$E (E_s)$	[MPa]	moduł sprężystości (Younga) (statyczny moduł sprężystości (Younga))	Z	NZ	NZ
$\nu (\nu_s)$	[-]	współczynnik Poissona (statyczny współczynnik Poissona)	Z	NZ	NZ
$G (G_s)$	[MPa]	moduł ścinania (odkształcenia postaciowego) (statyczny moduł ścinania)	Z	NZ	NZ
$K (K_s)$	[MPa]	moduł odkształcenia objętościowego (statyczny moduł odkształcenia objętościowego)	Z	NZ	NZ
Parametry filtracyjne					
k_p	[D]	współczynnik przepuszczalności	Z	NZ	NZ
k_f	[m/s]	współczynnik wodoprzepuszczalności (filtracji)	Z	NZ	NZ
Parametry akustyczne					
V_p	[m/s]	prędkość fali podłużnej	Z	NZ	NZ
V_s	[m/s]	prędkość fali poprzecznej	Z	NZ	NZ
V_r	[m/s]	prędkość fali powierzchniowej	Z	NZ	NZ
E_d	[MPa]	dynamiczny moduł sprężystości (Younga)	Z	NZ	NZ
ν_d	[-]	dynamiczny współczynnik Poissona	Z	NZ	NZ
G_d	[MPa]	dynamiczny moduł ścinania (odkształcenia postaciowego)	Z	NZ	NZ
K_d	[MPa]	dynamiczny moduł odkształcenia objętościowego	Z	NZ	NZ

Z – zalecane (przydatne), NZ – niezalecane

Załącznik 12.3 Zalecenia do dobierania próbników do pobierania prób gruntów

Rodzaj próbnika do pobierania prób gruntów należy dobierać zgodnie z tabelą (Tabela 54).

Tabela 54 Rodzaje próbników (wg PN-EN ISO 22475-1, przetłumaczone i zmodyfikowane)

Lp.	Rodzaj próbnika ^b	Rekomendowane wymiary próby		Technika wprowadzania próbnika	Zastosowania i ograniczenia		Kategoria poboru ^a	Możliwe klasy jakości ^a
		Średnica mm	Długość mm		Ograniczenia	Zastosowanie		
1	Thin-walled Cienkościenne (OS-T/W)	70-120	250 do 1 000	statyczne lub dynamiczne	żwir, piasek luźny poniżej powierzchni wody, półzwarne grunty spoiste, w tym duże otoczaki	grunty drobnoziarniste/spoiste i organiczne twardoplastyczne lub plastyczne	A	1
						średniozagęszczony piasek poniżej wody gruntowej	B (A)	3 (2)
						grunty drobnoziarniste/spoiste i organiczne twardoplastyczne lub plastyczne	A	2 (1)
2	Thick-walled Grubościenne (OS-TK/W)	>100	250 do 1 000	dynamiczne	żwir, piasek pod powierzchnią wody, spoiste i organiczne, w tym duże otoczaki	grunty drobnoziarniste/spoiste i organiczne twardoplastyczne lub plastyczne z domieszką grubych ziarn	B (A)	3 (2)
3	Thin-walled Cienkościenne (PS-T/W)	50-100	600 800	statyczne	żwir, bardzo luźne i zagęszczone piaski, spoiste i organiczne, w tym duże otoczaki	drobnoziarniste/spoiste i organiczne grunty w stanie twardoplastycznym i plastycznym oraz grunty wrażliwe	A	1
						piasek nad wodą gruntową	B	3
4	Thick-walled Grubościenne (PS-TK/W)	50-100	600 do 1 000	statyczne	żwir, piasek pod powierzchnią wody, spoiste i organiczne, w tym duże otoczaki	drobnoziarniste/spoiste i organiczne grunty w stanie twardoplastycznym i plastycznym oraz grunty wrażliwe	B (A)	2 (1)
5	Cylinder Cylindry (LS)	250	350	obracanie statyczne	piasek	gliny, pyły	A	1
6	Cylinder Cylindry (S-SPT)	35	450	dynamiczne	gruboziarnisty żwir, bloki	piaski, pyły, iły	B	4
7	Window Okienkowe	44-98	1 albo 3 000 500	statyczne lub dynamiczne	piasek, żwir	pyły, iły	C	5
8	^a Kategorie poboru oraz klasy próbki mogą być uzyskane tylko w sprzyjających warunkach gruntowych, co należy uzasadnić. ^b OS-T/W cienkościenne, rurowe próbniki otwarte OS-TK/W grubościenne, rurowe próbniki otwarte PS-T/W cienkościenne próbniki tłokowe PS-TK/W grubościenne próbniki tłokowe LS próbniki wielkoskalowe S-SPT SPT (standard penetration test) próbniki SPT							

Załącznik 13 Makroskopowe oznaczania gruntów, skał i zwietrzelin

Załącznik 13.1 Makroskopowe oznaczanie gruntów

Makroskopowe oznaczanie gruntów obejmuje:

- opis cech i właściwości gruntu wykonany w celu jego ogólnej charakterystyki sporządzony zgodnie z PN-EN ISO 14688-1 i/lub PN-B-04481,
- określenie nazwy/symbolu gruntu wg PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2 (zał. A) i/lub nazwy/symbolu i rodzaju gruntu wg PN-B-04481 i PN-B-02480.

Makroskopowe oznaczanie gruntów prowadzi się:

- podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego w celu opisu gruntów,
- podczas wiercenia w celu sporządzenia profilu litologicznego, określenia stratygrafii i genezy przewiercanych gruntów,
- w laboratorium, na próbach gruntów wytypowanych do badań laboratoryjnych w celu potwierdzenia klasy jakości prób oraz ich reprezentatywności, a także na próbach pobranych z zastosowaniem próbników lub technik wiertniczych uniemożliwiających makroskopowe oznaczenie gruntu podczas wiercenia.

Wyniki makroskopowego oznaczania gruntów umieszcza się odpowiednio na karcie obserwacji terenowych, karcie wiercenia lub karcie badania laboratoryjnego (Załącznik 21. 3).

Karta powinna zawierać co najmniej następujące informacje:

- imię i nazwisko osoby opisującej,
- datę opisu,
- dane dotyczące pochodzenia próby w tym klasę jakości,
- stan gruntu,
- podstawowy rodzaj gruntu,
- frakcje drugorzędne,
- barwę,
- genezę,
- objaśnienia stosowanych symboli i terminów nieujętych w normie.

Przed rozpoczęciem makroskopowego oznaczania gruntów należy zapoznać się z ogólnymi zasadami podanymi w rozdziale 5.5.

Podczas makroskopowego oznaczania gruntów należy uwzględnić szczegółowe zalecenia i wytyczne podane poniżej.

W przypadku nowych norm klasyfikacyjnych:

- grunt składa się z:
 - ziaren - frakcje $>0,063$ mm,
 - cząstek - frakcje $\leq 0,063$ mm,
- granice poszczególnych frakcji to: 63-630 mm (bardzo gruboziarnista), 2-63 mm (gruboziarnista), 0,063-2 mm (gruboziarnista), 0,002-0,063 mm (drobnoziarnista), $\leq 0,002$ mm (drobnoziarnista),
- oznaczanie gruntów przeprowadza się w następujących etapach:
 - oznaczenie podstawowego rodzaju gruntu jako: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty,
 - oznaczenie podfrakcji: głązy, kamienie, żwir, piasek, pył, ił:
 - grunty bardzo gruboziarniste dzieli się na głązy i kamienie wg kryterium zawartości ziaren > 200 mm,
 - grunty gruboziarniste dzieli się na żwir i piasek wg kryterium zawartości ziaren $>$

- 2 mm,
- grunty drobnoziarniste dzieli się na pył i ił na podstawie wyników badań makroskopowych: plastyczności (wałeczkowanie), dylatacji (zachowanie przy wstrząsaniu), próby rozcierania między palcami, charakteru świeżej powierzchni (matowa, błyszcząca) i innych,
 - oznaczenie cech oraz właściwości gruntów na podstawie makroskopowych metod badań i opisu: składu granulometrycznego, wymiar ziaren, kształtu ziaren, zawartości drobnych frakcji, zawartości piasku, pyłu i iłu, wytrzymałości gruntu suchego (stan powietrznosuchy), dylatacji pyłu i iłu, plastyczności, konsystencji, zawartości węglanów, zawartości, rodzaju i stopnia rozłożenia substancji organicznej, struktury (nieciągłości, warstwowanie, zaburzenia, przewarstwienia), barwy, gęstości, składu mineralnego (Tabela 55),
 - oznaczenie frakcji głównej: Bo, Co, Sa, Si, Cl, Or, Mg, decydującej o właściwości inżynierskie gruntów,
 - oznaczenie frakcji drugorzędnej: każda dowolna kombinacja: bo, co, sa, si, cl, or, umieszczana przed symbolem frakcji głównej, mająca wpływ na właściwości inżynierskie gruntów,
 - oznaczenie przewarstwień: każda dowolna kombinacja: bo, co, sa, si, cl, or, umieszczana za symbolem frakcji głównej, zapisana z podkreśleniem,
 - oznaczenie i opis genezy umieszczony w formie symbolu w nawiasie za symbolem gruntu,
- opis gruntów wulkanicznych dodatkowo zawiera informacje dotyczące zawartości pumeksu, żuźla lub szkliwa wulkanicznego,
 - opis gruntów organicznych dodatkowo zawiera informacje dotyczące zapachu, zawartości, rodzaju i stopnia rozłożenia substancji organicznej,
 - opis gruntów antropogenicznych wykonuje się jak dla gruntów naturalnych, jeśli zawiera materiał naturalny, przy określaniu symbolu frakcji głównej zawsze stosuje się Mg,
 - symbol i opis gruntów w profilu wietrzeniowym ustala się jak dla gruntów bardzo gruboziarnistych, gruboziarnistych, drobnoziarnistych. Za symbolem gruntu w nawiasie umieszcza się symbol genezy zwietrzliny W_x , W_{RUX} , W_{REX} , gdzie x oznacza symbol skały z której powstała zwietrzelina, RU oznacza rumosze, RE oznacza rezydualne,
 - barwę gruntu określa się za pomocą specjalnych wzorników lub stosując kombinacje podstawowych kolorów: biały, żółty, niebieski, zielony, czerwony, brązowy, szary, czarny. Pierwszy element oznaczenia barwy określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółto-czerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: jasnozielona, jasnożółto-brązowa,
 - przy oznaczaniu zawartości węglanów stosuje się kwas solny o stężeniu 10%.

W tabeli (Tabela 55) podano, oznaczenia, które należy wykonać dla gruntów oraz ich opis i metody oznaczania wg PN-EN ISO 14688-1.

Tabela 55 Oznaczenia gruntów oraz metody i opis gruntów wg PN-EN ISO 14688-1

Lp.	Oznaczenie gruntu	Metoda oznaczenia/opisu gruntu	Uwagi
1	Rodzaj gruntu	Ustalenie podstawowych cech gruntu: <ul style="list-style-type: none"> – czy powstał w wyniku procesów naturalnych – czy zawiera substancję organiczną i zapach organiczny – czy usunięte z gruntu głązy i kamienie ważą więcej niż pozostały grunt – czy grunt wilgotny zachowuje formę bryłki 	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
2	Wymiar cząstek i ziaren (grupa gruntów)	Oznaczenie składu granulometrycznego, ustalenie podfrakcji: głązy, kamienie, żwir, piasek, pył, ił	Dla gruntów: antropogeniczny, organiczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
		Oznaczenie kształtu ziaren	Tylko dla ziaren (dla gruntów gruboziarnistych)
		Oznaczenie składu mineralnego	Tylko dla ziaren (dla gruntów gruboziarnistych)
3	Skład gruntu Oznaczenie frakcji głównej Oznaczenie frakcji podrzędnej Oznaczenie przewarstwień Oznaczenie proporcji frakcji głównych	Oznaczenie zawartości drobnych frakcji Oznaczenie wytrzymałości gruntu suchego Oznaczenie dylatacji pyłu i iłu Oznaczenie zawartości piasku, pyłu i iłu	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
4	Plastyczność	Oznaczenie plastyczności	Tylko dla frakcji drobnych: pył, ił
5	Zawartość substancji organicznej	Oznaczenie i opis gruntów organicznych: Oznaczenie zapachu Oznaczenie rodzaju i stopnia rozłożenia substancji organicznej	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
6	Torf i inne grunty organiczne	Oznaczenie stopnia rozłożenia torfu	Tylko grunt organiczny
7	Grunty wulkaniczne	Oznaczenie i opis gruntów wulkanicznych: Oznaczenie zawartości pumeksu, żuźla lub szkliwa wulkanicznego	Tylko grunty wulkaniczne
8	Nieciągłości i warstwowanie	Oznaczenie na podstawie opisu geologicznego	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
9	Przewarstwienia i grunty zaburzone	Oznaczenie na podstawie opisu geologicznego	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
10	Geneza	Oznaczenie na podstawie załącznika krajowego	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
11	Inne	Oznaczenie barwy gruntu	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
		Oznaczenie zawartości węglanów	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty
		Oznaczenie konsystencji	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, drobnoziarnisty
		Oznaczenie wilgotności na podstawie załącznika krajowego	Dla gruntów: naturalny, antropogeniczny, organiczny, wulkaniczny, bardzo gruboziarnisty, gruboziarnisty, drobnoziarnisty

W przypadku starych norm klasyfikacyjnych:

- granice poszczególnych frakcji to: >40 mm (kamienista), 2-40 mm (żwirowa), 0,05-2 mm (piaskowa), 0,002-0,05 mm (pyłowa), ≤ 0,002 mm (iłowa),
- wyróżnia się 4 rodzaje gruntów spoistych: mało spoisty, średnio spoisty, zwięzły spoisty, bardzo spoisty,
- rodzaj i nazwę gruntów spoistych oznacza się w próbie wałeczowania, próbie rozcierania gruntu w wodzie, próbie rozmakania,
- nazwę i rodzaj gruntu spoistego uzupełnia się opisem: przewarstwień, domieszek, zanieczyszczeń, oraz nazwą genetyczną, geologiczną, lokalną oraz składu mineralnego,
- przybliżone oznaczanie rodzaju gruntu niespoistego określa się na podstawie wielkości i zawartości ziaren w następujących przedziałach: > 2 mm > 0,5 mm > 0,25 mm,
- stan gruntów spoistych oznacza się na podstawie próby wałeczowania,
- wilgotność dla gruntów spoistych i niespoistych określa się stosując te same kryteria opisane w normie PN-B-04481,
- barwę gruntu określa się za pomocą specjalnych wzorników lub stosując kombinacje podstawowych kolorów: biały, żółty, niebieski, zielony, czerwony, brązowy, szary, czarny. Pierwszy element oznaczenia barwy określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółto-czerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: barwa jasnozielona, jasnożółto-brązowa itp.,
- przy oznaczaniu klasy zawartości węglanów stosuje się kwas solny o stężeniu 20%,
- norma PN-B-04481 nie zawiera informacji na temat makroskopowego oznaczania gruntów antropogenicznych oraz organicznych,
- w przypadku oznaczania gruntów antropogenicznych wykorzystuje się te same metody jak dla gruntów naturalnych stosując w opisie symbol NN lub NB po którym w nawiasie wskazany jest symbol jak dla gruntu naturalnego lub symbol A w przypadku materiału nienaturalnego np.: NN(Pd), NN(A). Opis gruntów antropogenicznych wykonuje się jak dla gruntów naturalnych. Dodatkowo w opisie gruntów antropogenicznych, które nie zawierają lub zawierają bardzo mało naturalnego materiału, stosuje się następującą zasadę: podaje się nazwę gruntu następnie wstawia się słowo odpowiadający i dodaje opis rodzaju gruntu naturalnego, któremu odpowiada grunt antropogeniczny np.: popiół odpowiadający pyłowi piaszczystemu, NN(A),
- dla gruntów organicznych zaleca się stosować symbol gruntu organicznego, po którym w nawiasie wskazany jest symbol gruntu spoistego lub niespoistego, któremu odpowiada grunt organiczny np.: Nmg(G),
- opis gruntów organicznych wykonuje się jak dla gruntów naturalnych (rodzimych mineralnych). Dodatkowo w opisie gruntów organicznych stosuje się następującą zasadę: podaje się nazwę gruntu organicznego zgodnie z PN-B-02480 następnie wstawia się słowo odpowiadający i dodaje opis rodzaju gruntu spoistego lub niespoistego, któremu odpowiada grunt organiczny np.: namuł gliniasty odpowiadający glinie. W opisie gruntów organicznych podaje się informację na temat zawartości, rodzaju i stopnia rozłożenia substancji organicznej,
- przy opisie każdego gruntu wymaga się podania genezy. Do oznaczenia genezy można wykorzystać załącznik krajowy do normy PN-EN ISO 14688-2.

W tabeli (Tabela 56) podano, oznaczenia, które należy wykonać dla gruntów oraz opis badania właściwości gruntów metodą makroskopową wg PN-B-04481.

Tabela 56 Oznaczenia gruntów oraz opis badania właściwości gruntów metodą makroskopową wg PN-B-04481

Lp.	Oznaczenie gruntu		Opis badania	Uwagi
1	Oznaczenie rodzaju gruntu	Wstępne ustalenie spoistości	Zachowanie próbki po wyschnięciu do stanu powietrzno suchego	Podział na grunt spoisty, niespoisty
		Oznaczenie rodzaju gruntu spoistego	Próba waleczkowania Próba rozcierania w wodzie Próba rozmakania	Ustalenie rodzaju i nazwy gruntu spoistego
		Uzupełniający opis gruntu spoistego	Opis przewarstwień, domieszek, zanieczyszczeń, oraz nazwą genetyczną, geologiczną, lokalną oraz składu mineralnego	Uszczegółowieni opisu gruntu spoistego
		Przybliżone oznaczenie rodzaju gruntu niespoistego	Makroskopowe określenie wielkości i zawartości ziaren poszczególnych frakcji	Ustalenie nazwy gruntu niespoistego
2	Oznaczenie stanu gruntu spoistych		Próba waleczkowania	Określana dla gruntów spoistych
3	Oznaczenie wilgotności		Ustalana na podstawie określonych kryteriów zachowania próbki	Określana dla gruntów spoistych i niespoistych
4	Oznaczenie barwy gruntu		Ocena subiektywna na świeżej powierzchni	Określana dla gruntów spoistych i niespoistych
5	Oznaczenie klasy zawartości węglanów		Reakcja gruntu z 20% kwasem solnym (HCl)	Określana dla gruntów spoistych i niespoistych

Załącznik 13.2 Makroskopowe oznaczenie skał i zwietrzelin

Makroskopowe oznaczenie skał i zwietrzelin obejmuje:

- opis i nazwę skały wg PN-EN ISO 14689 i dodatkowo opis i nazwę gruntu skalistego wg PN-B-02480, która została stwierdzona w rdzeniu wiertniczym, próbach materiału skalnego oraz masywie skalnym,
- opis cech i właściwości oraz nazwę skał i gruntów będących efektem wietrzenia (zwietrzelin) z rdzenia wiertniczego wykonany w celu jej ogólnej charakterystyki sporządzony zgodnie z PN-EN ISO 14689 i dodatkowo zgodnie z PN-B-02480,
- opis rdzenia wiertniczego za pomocą wskaźników uzysku rdzenia (Rysunek 42) zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 22475-1,
- opis cech i właściwości materiału skalnego wykonany w celu jego ogólnej charakterystyki sporządzony zgodnie z PN-EN ISO 14689,
- opis i symbol profilu wietrzeniowego w rdzeniu wiertniczym lub w materiale skalnym lub w masywie skalnym zgodnie z PN-EN ISO 14689 oraz profilem podanym w tabeli (Tabela 57).

Tabela 57 Strefy (warstwy) profilu wietrzeniowego wraz z opisem i kryteriami wydzielenia (Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. i in., 2018, PN-EN ISO 14689)

Granica skała/grunt	Nazwa strefy/ numer strefy Stopień zwietrzenia R_w [%] Współczynnik redukcji wytrzymałości WRW	Kryteria wydzielenia warstw w profilu wietrzeniowym	Charakterystyka właściwości geologiczno – inżynierskich/geotechnicznych
grunt	Strefa VI Grunt rezydualny $R_w = 100\%$ WRW 0,001 – 0,005	Skała w wyniku wietrzenia uległa przekształceniu w grunt. Struktura i tekstura uległa zniszczeniu. Nastąpiły duże zmiany w objętości. Grunt nie uległ przemieszczeniu. Obserwuje się humus i korzenie. Nastąpiły bardzo duże zmiany w objętości. Próbka gruntu rozmaka pod wpływem wody. Brak okruchów skały.	Grunty problematyczne. Bezpośrednie posadowienie może być trudne. Ściany skarp wykopów są niestateczne po usunięciu pokrywy roślinnej, podatne na erozję, konieczne zabezpieczenie. Wymagane dodatkowe badanie w przypadku zastosowania do wbudowania w nasyp.

Granica skała/grunt	Nazwa strefy/ numer strefy Stopień zwietrzienia R_w [%] Współczynnik redukcji wytrzymałości WRW	Kryteria wydzielenia warstw w profilu wietrzeniowym	Charakterystyka właściwości geologiczno – inżynierskich/geotechnicznych
grunt	Strefa V Skały bardzo silnie zwietrzałe $R_w > 75$ % WRW 0,005 – 0,01	Skała w wyniku wietrzenia uległa rozkładowi i rozpadowi lub przekształceniu w grunt. Struktura i tekstura nie uległa zniszczeniu. Nastąpiły duże zmiany w objętości. Próbka gruntu rozmaka pod wpływem wody. Obserwuje się 25% okruchów skały i 75 % gruntu. Okruchy skały są zaokrąglone.	Roboty ziemne i wykopy prowadzone mogą być bez użycia środków strzałowych. Bezpośrednie posadowienie jest możliwe. Skarpy wykopów o dużym nachyleniu są niestateczne. Wymagana jest ochrona przed erozją. Podatne na powstawanie nowych szczeliny. Mogą być wbudowane w nasyp.
skała	Strefa IV Skała silnie zwietrzała $R_w = 35 - 75$ % WRW 0,01 – 0,05	Ponad połowa skały uległa rozkładowi lub rozpadowi w grunt. Fragmenty świeżej skały macierzystej nie występują w sposób ciągły. Próbka gruntu nie rozmaka pod wpływem wody. Obserwuje się mniej niż 50% okruchów skały i więcej niż 50 % gruntu. Okruchy skały są lekko zaokrąglone. Podłoże daje się rozkopać za pomocą szpadla lub młotka.	Jak w strefie V. Problemy stwarzają różnej wielkości okruchy/bloki skały nierównomiernie rozłożone w podłożu.
skała	Strefa III Skały umiarkowanie zwietrzałe $R_w = 10-35$ % WRW 0,05 – 0,25	Mniej niż połowa skały uległa rozkładowi lub rozpadowi w grunt. Obserwuje się więcej niż 50% okruchów skały i mniej niż 50 % gruntu. Okruchy skały są ostrokrawędziste. Fragmenty świeżej skały macierzystej występują w sposób ciągły. Podłoże nie daje się rozkopać za pomocą szpadla lub młotka.	Roboty ziemne i wykopy mogą być utrudnione, ale nie wymagają jeszcze użycia środków strzałowych. Bezpośrednie posadowienie jest możliwe. Stateczność skarp wykopów zależy od cech strukturalnych podłoża, w szczególności ułożenia spękań. Mogą być wbudowane w nasyp.
skała	Strefa II Skała słabo zwietrzała $R_w = 0 - 10$ % WRW 0,25 – 1,0	Przebarwienia lub całkowite odbarwienie skały oraz powierzchni nieciągłości wskazuje na rozpoczęcie procesów wietrzenia. Grunt jest praktycznie niewidoczny.	Do urabiania wymagane są środki strzałowe. Bezpośrednie posadowienie zalecane. Skarpy wykopów stateczne. Możliwe szybkie przemieszczanie się wody, ze względu na obecność szczelin, które nie są wypełnione gruntem, dlatego bardziej przepuszczalna niż strefy I i III.
skała	Strefa I Skała macierzysta $R_w = 0$ %	Możliwe przebarwienia powierzchni nieciągłości. Brak widocznych śladów wietrzenia. Całkowity brak gruntu.	Do urabiania wymagane są środki strzałowe. Bezpośrednie posadowienie zalecane. Skarpy wykopów stateczne. Odbarwienie wskazuje na przesączanie się wód wzdłuż szczelin. Poszczególne bloki skalne mogą ulegać przemieszczeniu w wyniku robót strzałowych lub/i odprężenia.
<p>R_w – stopień zwietrzienia określony, jako procentowy udział gruntu rezydualnego do okruchów skały macierzystej, WRW – współczynnik redukcji wytrzymałości wyrażony, jako stosunek wytrzymałości na ściskanie skały zwietrzałej do wytrzymałości skały niezwieterzanej (WRW = R_c zwietrzliny / R_c skały).</p>			

Makroskopowe oznaczanie skał wykonuje się:

- podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego w celu opisu materiału skalnego i oceny masywu skalnego,
- podczas wiercenia w celu sporządzenia profilu litologicznego, określenia stratygrafii i genezy przewiercanych skał oraz określenia wskaźników uzysku rdzenia (Rysunek 42),

- w laboratorium, na próbach skał wytypowanych do badań laboratoryjnych w celu potwierdzenia klasy jakości prób oraz ich reprezentatywności, a także na próbach pobranych z zastosowaniem próbników lub technik wiertniczych uniemożliwiających makroskopowe oznaczenie skał podczas wiercenia.

Makroskopowe oznaczanie zwietrzelin wykonuje się:

- podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego na podstawie oceny materiału skalnego i masywu skalnego,
- podczas wiercenia na podstawie oceny rdzenia wiertniczego lub pobranych prób.

Uwaga: zwietrzliny zalicza się do wszystkich rodzajów skał i gruntów wg klasyfikacji podanej w normie PN-B-02480 i PN-EN ISO 14688-2, PN-EN ISO 14689 oraz oznacza wg normy PN-B-04481, PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14689.

Wyniki makroskopowego oznaczania skał, materiału skalnego, masywu skalnego oraz zwietrzelin umieszcza się na karcie obserwacji terenowych, karcie wiercenia lub karcie badania laboratoryjnego (Załącznik 21. 3).

Karta powinna zawierać co najmniej następujące informacje:

- imię i nazwisko osoby opisującej,
- datę opisu,
- dane dotyczące pochodzenia prób w tym klasę jakości,
- podstawowy rodzaj skały,
- barwę,
- genezę,
- opisane stopnie zwietrzenia i profil wietrzeniowy,
- objaśnienia stosowanych symboli i terminów nieujętych w normie.

Przed rozpoczęciem makroskopowego oznaczania skał, materiału skalnego, masywu skalnego oraz zwietrzelin należy zapoznać się z ogólnymi zasadami podanymi w rozdziale 5.5.

Szczegółowe informacje dotyczące oceny masywu skalnego znajdują się w rozdziale 7.

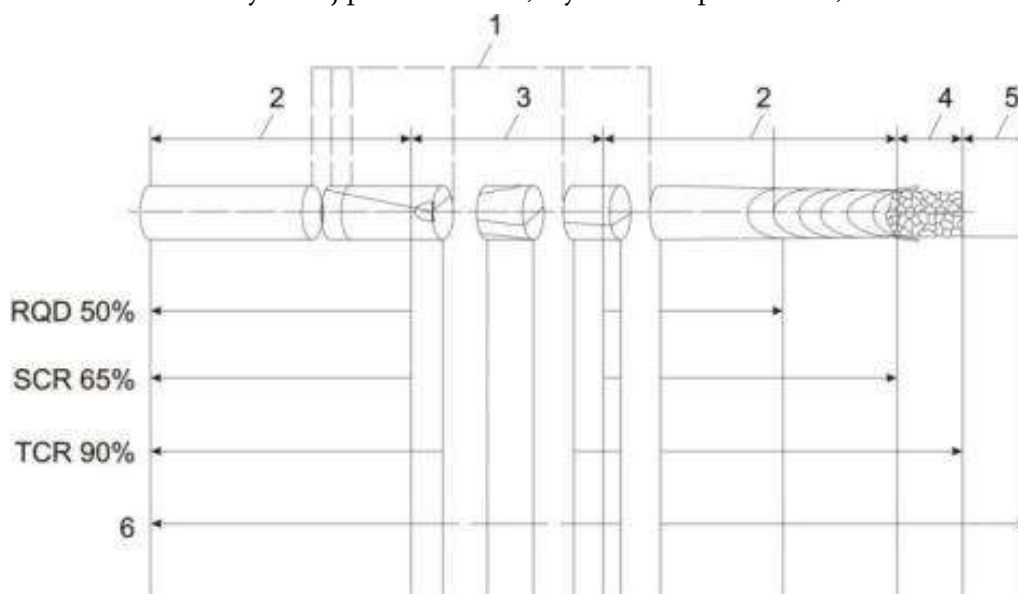
Podczas makroskopowego oznaczania skał, materiału skalnego, masywu skalnego oraz zwietrzelin należy uwzględnić szczegółowe zalecenia i wytyczne podane poniżej.

W przypadku nowych norm klasyfikacyjnych:

- stosując nowe normy klasyfikacyjne należy korzystać z poprawek i załącznika krajowego z uwagi na brak opracowywania tekstu jednolitego normy,
- należy rozróżnić:
 - skałę - zespół minerałów, skonsolidowanych, scementowanych lub w inny sposób powiązanych, tworzących materiał o wytrzymałości i sztywności większej od gruntów, występujący w warunkach naturalnych,
 - materiał skalny - monolityczny fragment masywu skalnego ograniczony powierzchniami nieciągłości,
 - masyw skalny - skała in situ wraz z powierzchniami nieciągłości i strefami zwietrzałymi,
- makroskopowe oznaczanie skał i zwietrzelin, w zależności od projektu robót/programu badań i dostępności do skał, prowadzi się dla:
 - skały i gruntu będącego efektem wietrzenia skał w rdzeniu wiertniczym, w materiale skalnym i w masywie skalnym,
 - rdzenia wiertniczego,
 - materiału skalnego,
 - masywu skalnego,

- oznaczanie skały i gruntu będącego efektem wietrzenia skał w rdzeniu wiertniczym, materiale skalnym i masywie skalnym obejmuje:
 - ustalenie nazwy skały wg załącznika A z normy PN-EN ISO 14689,
 - podanie symbolu skały, który składa się z:
 - symbolu skały R,
 - symbolu nazwy skały wg załącznika (Załącznik 21. 3) umieszczonego w nawiasie (...),
 np.: R(w), skała wapień,
 - podanie symbolu gruntu będącego efektem wietrzenia skał, który składa się z:
 - symbolu gruntu naturalnego wg PN-EN ISO 14688-1,
 - symbolu genezy zwietrzliny W_x , W_{RUX} , W_{REX} , umieszczonego w nawiasie (...) za symbolem gruntu, gdzie x oznacza symbol skały, z której powstała zwietrzlina, RU oznacza rumosze, RE oznacza rezydua zgodnie z załącznikiem krajowym do normy PN-EN ISO 14688-2,
 np.: $coSiCl$ (W_{REp}), zwietrzlina piaskowca odpowiadająca łożowi z pyłem i kamieniami,
 - opis skały wg PN-EN ISO 14689 zawierający następujące informacje:
 - grupa genetyczna skał: osadowa (klastyczna, chemiczna, organogeniczna), metamorficzna, magmowa (plutoniczna, wulkaniczna),
 - barwa,
 - struktura skały: warstwowa, foliacyjna, masywna,
 - wielkość ziaren w przedziałach 0,002 mm - 0,063 mm – 2 mm – 63 mm wg załącznika A z normy PN-EN ISO 14689,
 - skład mineralny,
 - pustki,
 - nazwę regionalną, lokalną,
 - opis gruntu będącego efektem wietrzenia skał, który sporządza się jak dla gruntów naturalnych wg PN-EN ISO 14688-1 oraz dla okruchów skał występujących w gruncie jak dla skały wg PN-EN ISO 14689. Opis dodatkowo zawiera % udział okruchów skał i wypełnienia między okruchami skał np.: $siCl(75\%) + co(25\%)$,
- opis rdzenia wiertniczego wykonany jak dla materiału skalnego lub masywu skalnego, obejmuje, poza oznaczaniem skały:
 - barwę,
 - wielkość ziaren w przedziałach 0,002-0,063-0-63 mm wg załącznika A z normy PN-EN ISO 14689,
 - spoiwo wg załącznika A z normy PN-EN ISO 14689,
 - zawartość węglanów,
 - odporność materiału skalnego: odporny, mało odporny, nieodporny,
 - odporność skały na rozmakanie (po 24 h): odporna mało odporna, nieodporna,
 - wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w terenie: nadzwyczaj niska, bardzo niska, niska, średnia, wysoka, bardzo wysoka, nadzwyczaj wysoka,
 - zmiany wietrzeniowe - 6 stopni zwietrzenia oraz symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 57),
 - nieciągłości:
 - pomiar upadu (jeśli możliwy),
 - zasięg nieciągłości,
 - szorstkość powierzchni nieciągłości,

- rozwarcie pomiędzy nieciągłościami,
- wypełnienie przestrzeni między nieciągłościami,
- zawodnienie (przejawy obecności wody),
- opis rdzenia wiertniczego za pomocą wskaźników uzysku rdzenia zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 22475-1 (Rysunek 42):
 - RQD (ang. Rock Quality Designation) - wskaźnik spękania masywu - suma długości wszystkich odcinków rdzenia, których długość wynosi 10 cm lub więcej, mierzona wzdłuż osi rdzenia, wyrażona w procentach,
 - SCR (ang. Solid Core Recovery) - uzysk litego rdzenia - długość odcinków rdzenia w kształcie cylindrów, wyrażona w procentach,
 - TCR (ang. Total Core Recovery) - całkowity uzysk rdzenia - całkowita długość uzyskanej próbki rdzenia, wyrażona w procentach,



Rysunek 42 Ocena masywu skalnego na podstawie rdzenia wiertniczego wg PN-EN ISO 22475-1

1 - pęknięcia rdzenia wywołane wierceniem, 2 - długość równa przynajmniej jednej średnicy rdzenia, 3 - rdzeń o długości mniejszej niż jedna średnica, 4 - odcinek naruszony, 5 - brak uzysku, 6 - całkowita długość rdzenia

- opis materiału skalnego, poza oznaczaniem skały, zawierający następujące informacje:
 - barwa,
 - wielkość ziaren w przedziałach 0,002-0,063-0-63 mm wg załącznika A z normy PN-EN ISO 14689,
 - spoiwo wg załącznika A z normy PN-EN ISO 14689,
 - zmiany wietrzeniowe - 4 stopnie zwietrzenia oraz symbol strefy wietrzeniowej,
 - zawartość węglanów,
 - odporność materiału skalnego: odporny, mało odporny, nieodporny,
 - odporność skały na rozmakanie (po 24 h): odporna mało odporna, nieodporna,
 - wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w terenie: nadzwyczaj niska, bardzo niska, niska, średnia, wysoka, bardzo wysoka, nadzwyczaj wysoka,
- opis masywu skalnego, poza oznaczaniem skały, zawierający następujące informacje:
 - struktura masywu skalnego,
 - nieciągłości:
 - pomiar upadu i kierunku upadu,
 - rozstaw nieciągłości i kształt bloków: miąższość warstw, rozstaw nieciągłości, wymiary bloków skalnych, systemy nieciągłości,

- zasięg nieciągłości,
- szorstkość powierzchni nieciągłości,
- rozwarcie pomiędzy nieciągłościami,
- wypełnienie przestrzeni między nieciągłościami,
- zawodnienie,
- zwietrzenie masywu skalnego - 6 stopni zwietrzenia oraz symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 57),
- przepuszczalność masywu skalnego.
- barwę skał, materiału skalnego i masywu skalnego określa się za pomocą specjalnych wzorników lub stosując kombinacje podstawowych kolorów: biały, żółty, niebieski, zielony, czerwony, brązowy, szary, czarny. Pierwszy element oznaczenia barwy określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółto-czerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: jasnozielona, jasnożółto-brązowa,
- przy oznaczaniu zawartości węglanów stosuje się kwas solny o stężeniu 10%,
- przy opisie każdej skały i zwietrzliny wymaga się podania genezy. Do oznaczenia genezy stosuje się Załącznik 18. 3.

W przypadku starych norm klasyfikacyjnych:

- norma PN-B-04481 nie zawiera informacji na temat makroskopowego oznaczania skał, zwietrzelin oraz oceny masywu skalnego,
- norma PN-B-02480:
 - wydziela grunt skalisty, który cechuje wytrzymałość na ściskanie $R_c > 2$ MPa oraz nieprzesunięte bloki o najmniejszym wymiarze bloku 10 cm,
 - dzieli grunty skaliste ze względu na wytrzymałość na: ST - twarde ($R_c > 5$ MPa) i SM - miękkie ($R_c \leq 5$ MPa),
 - dzieli grunty skaliste ze względu na spękania na: lite (Li), mało spękane (Ms), średnio spękane (Ss) i bardzo spękane (Bs),
 - zalicza zwietrzliny i rumosze do gruntów nieskalistych kamienistych tj. do gruntów zawierających więcej niż 50 % frakcji kamienistej (ziarna o średnicy większej niż 40 mm),
 - dzieli grunty kamieniste ze względu na miejsce występowania na: zwietrzelinę (ZW), zwietrzelinę gliniastą (ZWg), rumosze (KR), rumosze gliniaste (KRg), otoczaki (KO). Zwietrzelinę lub rumosze uznaje się za gliniastą, jeśli zawiera więcej niż 2% frakcji ilowej (cząstki o średnicy $< 0,002$ mm),
- w przypadku oznaczania skał i zwietrzelin należy stosować następujące wymagania:
 - symbol gruntu skalistego składa się z:
 - symbolu gruntu skalistego ST, SM wg PN-B-02480,
 - symbolu nazwy skały wg załącznika (Załącznik 21. 3) umieszczonego w nawiasie (...),
 - symbolu spękania Li, Ms, Ss, Bs wg PN-B-02480,
 np.: ST(w)Ms, skała twarda, wapień, mało spękana,
 - opis gruntu skalistego zawiera: słowny zapis symbolu, informacje dotyczące barwy, genezy, struktury, wielkości ziaren, spoiwa, składu mineralnego, zawartości węglanów, odporności, makroskopowej wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie, pustek, nieciągłości (szorstkość powierzchni nieciągłości, ich rozwarcie i wypełnienie wg Tabela 56), zmian wietrzeniowych (stopień zwietrzenia i symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 57)),

- symbol gruntu nieskalistego kamienistego składa się z:
 - symbolu gruntu kamienistego KW, KWg, KR, KRg, KO wg PN-B-02480,
 - symbolu nazwy skały, z której zbudowane są okruchy skał wg załącznika (Załącznik 21. 3) umieszczonego w nawiasie (...),
 - symbolu gruntu drobnoziarnistego i/lub gruboziarnistego wg PN-B-02480 (wypełnienie między okruchami skał) umieszczonego w tym samym nawiasie po znaku +,
 np.: KW(w+G), zwietrzelnina wapienia z wypełnieniem z gliny,
- opis gruntu kamienistego zawiera: słowny zapis symbolu z podaniem % udziału okruchów skał i wypełnienia z gruntu drobnoziarnistego i/lub gruboziarnistego np.: w(75%) + G(25%), informacje dotyczące barwy, genezy, składu mineralnego, zawartości węglanów, wielkości okruchów skał, makroskopowy opis wypełnienia (wypełnienie opisuje się jak dla gruntów drobnoziarnistych i/lub gruboziarnistych wg PN-B-04481 - Tabela 56), opis zmian wietrzeniowych (stopień zwietrzenia i symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 57)),
- symbol pozostałych gruntów będących efektem wietrzenia skał składa się z:
 - symbolu gruntu kamienistego KWg, KRg,
 - symbolu gruntu drobnoziarnistego i/lub gruboziarnistego wg PN-B-02480 (wypełnienie między okruchami skał) umieszczonego w tym samym nawiasie (...),
 - symbolu nazwy skały, z której zbudowane są okruchy skał wg załącznika (Załącznik 21. 3) umieszczonego w nawiasie po znaku +,
 np.: KWg(G+w), glina zwietrzelinowa z okruchami wapienia,
- opis pozostałych gruntów będących efektem wietrzenia skał zawiera: słowny zapis symbolu z podaniem % udziału wypełnienia z gruntu drobnoziarnistego i/lub gruboziarnistego i okruchów skał np.: G(75%) + w(25%), informacje dotyczące barwy, genezy, składu mineralnego, zawartości węglanów, wielkości okruchów skał, makroskopowy opis wypełnienia (wypełnienie opisuje się jak dla gruntów drobnoziarnistych i/lub gruboziarnistego wg PN-B-04481 - Tabela 56), opis zmian wietrzeniowych (stopień zwietrzenia i symbol strefy wietrzeniowej wg tabeli (Tabela 57)),
- barwę skał i zwietrzelin określa się za pomocą specjalnych wzorników lub stosując kombinacje podstawowych kolorów: biały, żółty, niebieski, zielony, czerwony, brązowy, szary, czarny. Pierwszy element oznaczenia barwy określa odcień drugi barwę podstawową np.: żółto-czerwony. Do oznaczenia barwy można dodać informację o intensywności koloru stosując przymiotnik jasny, ciemny np.: jasnozielona, jasnożółto-brązowa,
- przy oznaczaniu zawartości węglanów stosuje się kwas solny o stężeniu 20%,
- przy opisie każdej skały i zwietrzelniny wymaga się podania genezy. Do oznaczenia genezy stosuje się Załącznik 18. 3.

Załącznik 14 Sondowania

Załącznik 14.1 Zasady dobierania sondowań do warunków gruntowych

W tabeli (Tabela 58) podano zasady dobierania sondowań do warunków gruntowych występujących w podłożu budowlanym.

Tabela 58 Rodzaje sondowań stosowanych w rozpoznaniu podłoża w drogownictwie

Rodzaj sondowania	Parametry mierzone wg PN-EN 1997-2	Norma/procedura wykonania badania*	Typowe zastosowania	Uwagi
sondowania dynamiczne: lekkie 10 kg DPL średnie 30 kg DPM ciężkie 50 kg DPH super ciężkie 63,5 kg DPSH	Liczba uderzeń na 10 lub 20 cm wpedu sondy (N_{10} , N_{20})	PN-EN ISO 22476-2:2005 PN-EN ISO 22476-2:2005/A1:2012	Wyznaczanie parametrów zagęszczenia gruntów niespoistych. Określanie miąższości gruntów słabych. Lokalizacja pustek i stref osłabień. Jakościowa ocena profilu wytrzymałościowego i odkształceniowego. Kontrola jakości budowy ziemnych.	Należy stosować w szczególności w przypadku występowania gruntów/nasypów niespoistych. Dobór ciężaru młota należy dostosować do przewidywanego zagęszczenia gruntu. Poszczególne rodzaje sond mają ograniczenia głębokościowe: DPL - 8 m, DPM - 20 m, DPH - 25 m. W interpretacji wyników należy uwzględnić położenie wody gruntowej, wpływ żwiru i kamieni na uzyskiwane wyniki oraz możliwe tarcie na żerdzi w przypadku występowania gruntów spoistych oraz wraz z głębokością.
sondowania statyczne stożkiem elektrycznym lub piezoelektrycznym: m: bez pomiaru ciśnienia wody w porach CPT z pomiarem ciśnienia wody w porach CPTU	Opór zagłębienia stożka (q_c) jednostkowy opór tarcia na poboczniczy (f_s) ciśnienie wody w porach (u)	PN-EN ISO 22476-1:2013-03 PN-EN ISO 22476-1:2013-03/AC:2013-05	Wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych gruntu. Wydzielanie granic warstw o podobnej wytrzymałości i odkształcalności. Ocena uwarstwienia i zagęszczenia oraz stanu gruntu. Określanie miąższości gruntów słabych. Lokalizacja pustek i stref osłabień. Obliczanie osiadań fundamentów bezpośrednich metodą półempiryczną. Obliczanie nośności pali. Jakościowa ocena parametrów filtracyjnych.	Należy stosować w szczególności w gruntach spoistych miękkoplastycznych, plastycznych i twardeplastycznych. Możliwości penetracji w gruntach zagęszczonych i zwartych oraz zawierających kamienie i otoczaki są ograniczone.
badania sondą krzyżakową FVT	Wytrzymałość na ścinanie bez odplywu (c_u).	PN-B-04452:2002	Wyznaczanie wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odplywu oraz wrażliwości strukturalnej gruntu.	Należy stosować w szczególności w gruntach organicznych i pylastych. Stosuje się głównie dla słabych i bardzo słabych gruntów spoistych oraz gruntów organicznych o wytrzymałości na ścinanie <150 kPa. Wpływ prędkości ścinania na uzyskiwane wartości wytrzymałości na ścinanie jest znaczny. FVT/SLVT bez wyeliminowania tarcia na żerdziach można stosować tylko do wskaźnikowej oceny wytrzymałości na ścinanie bez odplywu. W przypadku określania parametrów do projektowania należy stosować rury osłonowe lub inne rozwiązanie redukujące tarcie na żerdziach.

Rodzaj sondowania	Parametry mierzone wg PN-EN 1997-2	Norma/procedura wykonania badania*	Typowe zastosowania	Uwagi
badania dylatometrem płaskim DMT	Ciśnienia skorygowane wychylenia membrany o 1,1 mm (p_0 , p_1) Moduł dylatometryczny (EDMT) Wskaźnik materiałowy (I_D) Wskaźnik naprężeń poziomych (K_{DMT})	PN-EN ISO 22476-11:2017-07	Wyznaczanie parametrów wytrzymałościowych i odkształceniowych. Określanie naprężeń in situ oraz stopnia przekonsolidowania. Obliczanie osiadań fundamentów bezpośrednich.	Należy stosować w szczególności w gruntach spoiстых. Możliwości penetracji w gruntach zagęszczonych i zwartych oraz zawierających kamienie i otoczaki są ograniczone.

* wszelkie odstępstwa od wskazanych norm należy uzasadnić i skomentować ich wpływ na uzyskiwane wyniki. Należy stosować wyłącznie normy aktualne, a w przypadku ich braku - ostatnie wydania.

Załącznik 14.2 Wykaz parametrów geotechnicznych wyznaczanych na podstawie sondowań

Na podstawie tabeli (Tabela 59) należy wyznaczać parametry geotechniczne gruntów w zależności od zastosowanego sondowania.

Tabela 59 Możliwość wyznaczenia parametrów geotechnicznych za pomocą sondowań

Wartość wyprowadzona			Sondowania													
Symbol	Jednostka	Parametr	Sondowanie dynamiczne DP	Sondowanie statyczne CPT/RCPTu/visCPTu	Sondowanie statyczne mCPT	Presjometr PMT (do gruntów)	Dylatometr płaski DMT	Dylatometr do skał RDT	Sondowania cylindryczne SPT	Badania sondą krzyżakową FVT	Badanie sondą BAT	Badanie sondą wkręcaną WST	Badanie penetrometrem tłoczkowym	Badanie PANDA 2	Badanie CBR	Badanie końcówką sejsmiczną
Parametry fizyczne																
ρ	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa gruntu	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
γ_s	[kN/m ³]	ciężar właściwy gruntu	NZ	NZ	NZ	NZ	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
I_D	[-]	stopień zagęszczenia	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	Z	NZ	Z	NZ	NZ
I_s	[-]	wskaźnik zagęszczenia	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ
I_L	[-]	stopień plastyczności	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ	Z	Z	NZ	NZ
ρ_e	[Ω m]	oporność, opór właściwy	NZ	rCPT	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Stan i historia naprężenia																
u_0	[kPa]	ciśnienie wody w porach gruntu in situ	NZ	Z	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
K_0	[-]	współczynnik parcia gruntu w spoczynku	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
OCR	[-]	współczynnik przekonsolidacji	NZ	Z	Z	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ

Wartość wyprowadzona			Sondowania													
Symbol	Jednostka	Parametr	Sondowanie dynamiczne DP	Sondowanie statyczne CPT/CPTu/RCPTu/visCPTu	Sondowanie statyczne mCPT	Presjometr PMT (do gruntów)	Dylatometr płaski DMT	Dylatometr do skał RDT	Sondowania cylindryczne SPT	Badania sondą krzyżakową FVT	Badanie sondą BAT	Badanie sondą wkręcaną WST	Badanie penetrometrem tłoczkowym	Badanie PANDA 2	Badanie CBR	Badanie kołcówką sejsmiczną
Parametry wytrzymałościowe																
c_u	[kPa]	wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odplywu	NZ	Z	Z	NZ	Z/O	NZ	NZ	Z	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z/O	Z	Z	NZ	Z/O	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	Z/O	NZ	NZ
c	[kPa]	spójność całkowita	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
I_{CBR} (CBR)	[-]	kalifornijski wskaźnik nośności (wysadzinowość ϵ)	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	NZ
Parametry odkształceniowe																
E_{oed}	[kPa]	moduł edometryczny	Z/O	Z	Z	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z/O	NZ	NZ
c_v	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (pionowej)	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
c_h	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (poziomej)	NZ	NZ	NZ	Z	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
E'	[MPa]	moduł Younga w warunkach z odplywem	NZ	Z	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
E_u	[MPa]	moduł Younga w warunkach bez odplywu	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
G	[MPa]	moduł ścinania	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	Z
Parametry filtracyjne																
k	[m/s]	współczynnik filtracji	NZ	Z/O	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	Z	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ
Parametry wytrzymałościowe skał																
$\sigma_c (R_c)$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	nd	nd	nd	nd	nd	NZ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Z – zalecane (przydatne), Z/O – zalecane z ograniczeniami, NZ – niezalecane (nieprzydatne)

Załącznik 15 **Badania hydrogeologiczne w otworach wiertniczych**

W przypadku gruntów dobrze- i średnio przepuszczalnych podstawową metodą oznaczania wartości współczynnika filtracji w otworze jest metoda próbnego pompowania.

Próbne pompowanie (pompowanie pomiarowe) wykonuje się w otworach zarurowanych i zafiltrowanych, po ich wcześniejszym oczyszczeniu (pompowanie oczyszczające).

Pompowanie pomiarowe należy prowadzić do momentu całkowitego ustabilizowania się depresji, tj. do momentu, kiedy trzy kolejne pomiary różnią się między sobą nie więcej niż 1-2 cm. Pompowanie należy wykonać co najmniej z dwoma wydajnościami.

W dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub geotechnicznej należy zamieścić udokumentowaną procedurę przeprowadzenia próbnego pompowania. W każdym przypadku procedura powinna zawierać:

- opis metody próbnego pompowania, schematu obliczeniowego oraz wykorzystanych wzorów obliczeniowych wraz z uzasadnieniem,
- opis sposobu zafiltrowania warstwy wodonośnej,
- wykresy przebiegu pompowania wraz ze stabilizacją zwierciadła wody po jego zakończeniu,
- wykresy zależności depresji od wydajności w funkcji czasu.

W przypadku, gdy przeprowadzenie pompowania nie jest możliwe współczynnik filtracji można obliczyć poprzez:

- zalewanie otworów,
- za pomocą tzw. próby nagłej zmiany ciśnienia (ang. slug test) (Rogoż M., 2016).

Metoda zalewania polega na wlewaniu wody do otworu wiertniczego. Może być przeprowadzona na dwa sposoby: woda może być zatłaczana do otworu ze stałą wydajnością przy jednoczesnym pomiarze wysokości słupa wody nad zwierciadłem statycznym lub otwór może być zalany jednorazowo wraz z obserwacją obniżania się zwierciadła wody w czasie. W pierwszym z przypadków interpretację wyników przeprowadza się za pomocą wzorów empirycznych, analogicznie jak w przypadku próbnego pompowania. Metoda zalewania pozwala uzyskać jedynie przybliżone wyniki współczynnika filtracji.

Próba nagłej zmiany ciśnienia polega na wymuszeniu zmiany ciśnienia w warstwie wodonośnej poprzez zmianę położenia zwierciadła wody w otworze, a następnie na precyzyjnym pomiarze szybkości powrotu zwierciadła do stanu ustalonego. Jedną z odmian badania jest metoda PARAMEX polegająca na obniżeniu poziomu zwierciadła wody w otworze o kilkadziesiąt centymetrów przy użyciu sprężonego powietrza, a następnie rejestracji zmiany jego wzniosu w czasie.

W dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub geotechnicznej należy zamieścić udokumentowaną procedurę przeprowadzenia w/w badań. W każdym przypadku procedura powinna zawierać:

- opis metody wraz z podstawowymi parametrami technicznymi,
- informację na temat wzorów obliczeniowych, dostosowanych do warunków hydrogeologicznych wraz z uzasadnieniem.

Załącznik 16 Badania laboratoryjne

Załącznik 16.1 Zasady klasyfikowania gruntów

Podczas klasyfikowania gruntów należy stosować następujące zasady:

- jeśli grunty klasyfikujemy zgodnie z PN-EN ISO 14688-2 to badania należy wykonywać zgodnie z normami przywołanymi w normie PN-EN 1997-2,
- jeśli grunty klasyfikujemy zgodnie z PN-B-02480 to badania należy wykonywać zgodnie z normą PN-B-04481,
- projektant może wymagać stosowania innych norm niż inwestor. W takim przypadku wymagania projektanta należy traktować, jako uzupełniające do wymagań inwestora,
- grunty można klasyfikować wykorzystując wszystkie kryteria podane w normach klasyfikacyjnych lub wybrać klasyfikacje przydatne do wydzielenia grup gruntów o podobnych cechach fizyczno-mechanicznych (Tabela 60),

Tabela 60 Kryteria klasyfikacyjne gruntów

Lp.	Kryteria klasyfikacyjne wg PN-EN ISO 14688-2	Kryteria klasyfikacyjne wg PN-B-02480
1	Skład granulometryczny wg krzywej uziarnienia i nomogramu na podstawie badań laboratoryjnych	Uziarnienie wg krzywej granulometrycznej i nomogramu
2	Plastyczność gruntów drobnoziarnistych wg wykresu plastyczności Casagrande'a na podstawie badań laboratoryjnych	Spoistość gruntów spoistych wg wskaźnika plastyczności
3	Zawartość części organicznych na podstawie badań laboratoryjnych	Zawartość części organicznych wg badań laboratoryjnych
4	Zagęszczenie gruntów gruboziarnistych (piaski i żwiry) wg stopnia zagęszczenia na podstawie badań terenowych	Zagęszczenie gruntów drobnoziarnistych niespoistych (piaski) wg stopnia zagęszczenia
5	Konsystencja gruntów drobnoziarnistych wg wskaźnika konsystencji (zamiennie stopnia plastyczności) na podstawie badań laboratoryjnych	Stan gruntów spoistych wg stopnia plastyczności
6	Wytrzymałości na ścinanie bez odpływu gruntów drobnoziarnistych na podstawie badań laboratoryjnych i/lub terenowych	-

- projektant w uzgodnieniu z dokumentatorem decyduje o stosowaniu innych klasyfikacji normowych, które mogą być wykorzystane do wydzielenia grup gruntów o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych,
- nienormatywne klasyfikacje gruntów można stosować dodatkowo, ale należy je szczegółowo opisać i uzasadnić konieczność wyboru takiej klasyfikacji,
- klasyfikowanie gruntów przeprowadza się wyłącznie w oparciu o badania laboratoryjne i terenowe (sondowania) i należy je odróżnić od oznaczania (rozdział 5.5),
- badania klasyfikacyjne gruntów umożliwiają dokładne wydzielenie warstw litologicznych oraz warstw geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych koniecznych do opracowania modelu geologicznego (rozdział 8.1, 8.2).

Badania laboratoryjne i terenowe na potrzeby klasyfikacji określa się na podstawie wymagań rozdziału 4.

Załącznik 16.2 Zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek gruntów

W tabeli (Tabela 61) podano zalecenia do wykonywania badań klasyfikacyjnych próbek gruntów oraz metody badań laboratoryjnych w celu określania właściwości fizyczno-mechanicznych i ustalenia parametrów geotechnicznych gruntów.

Tabela 61 Zalecenia do stosowania fizycznych i chemicznych badań klasyfikacyjnych gruntów

Lp.	Rodzaj badania klasyfikacyjnego	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
1	Oznaczenie uziarnienia	Krzywa rozkładu uziarnienia zawartość % frakcji (fn) wskaźniki: (Cu, Cc)	Próby A1-4, B3-4 Wszystkie rodzaje gruntów Szczególną uwagę zwrócić na badanie ilów i gruntów organicznych Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-4	Próbki NU, NW i NNS Wszystkie rodzaje gruntów o zawartości części organicznych mniejszej niż 2 %
2	Oznaczenie wilgotności	Wartość: (w_n), (S_r)	Próby A1-3, B3 Wszystkie rodzaje gruntów Szczególną uwagę zwrócić na badanie ilów i gruntów organicznych Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-1	Próbki NW i NNS Wszystkie rodzaje gruntów
3	Oznaczenie gęstości objętościowej	Wartość: (ρ), (γ)	Próby A1-2 Tylko grunty drobnoziarniste Grunty gruboziarniste tylko w badaniach in situ Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-2	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów
4	Oznaczenie gęstości właściwej szkieletu gruntowego	Wartość: (ρ_s), (γ_s)	Próby A1-4, B3-4 Wszystkie rodzaje gruntów Szczególną uwagę zwrócić na badanie gruntów organicznych Zalecana metoda: PN-EN ISO 17892-3	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów
5	Oznaczenie granic Atterberga (konsystencji)	Wartość: (w_p), (w_L), (w_s), (I_p), (I_L), (I_c)	Próby A1-4, B3-4 Tylko grunty drobnoziarniste Zalecana metoda penetrometru stożkowego Zalecana metoda: PKN-CEN ISO/TS 17892-12	Próbki NW, NNS Wszystkie grunty spoiste W przypadku oznaczania granicy skurczności - tylko próbki NNS
6	Oznaczenie stopnia zagęszczenia	Wartość: (I_D), (e_{max}), (e_{min})	Próby A1-2 Tylko grunty gruboziarniste, zawierające mniej niż 10 % cząstek drobnych (<0,063 mm) i mniej niż 10 % żwiru (>2 mm) Wykorzystywany do określenia wytrzymałości na ścinanie i ściśliwości gruntów gruboziarnistych Zalecana metoda: BS 1377-4	Próbki NU, NW, NNS Grunty niespoiste, gdy zawartość części organicznych jest mniejsza niż 2% oraz zawierających nie więcej niż 5% frakcji o ziarnach 2-5 mm i niezawierających ziaren większych niż 5 mm Próbki NNS
7	Porowatość	Wartość: (e), (n)	b.d. Zalecana metoda: wzory empiryczne, PN-EN ISO 17892-5, porozymetr rtęciowy	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów
8	Oznaczenie zagęszczenia	Wartość: (ρ_{dmax}), (w_{opt}), (I_s)	Próby A1-2 Tylko grunty drobnoziarniste Grunty gruboziarniste tylko w badaniach in situ Zalecana metoda: PN-EN 13286-2	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów
9	Oznaczenie dyspersyjności	Wartość: dyspersyjności	Próby A1-4, B3-4 Tylko grunty drobnoziarniste - iły, gdy zawierają więcej niż 10 % cząstek ilastych (<0,002 mm) i charakteryzują się wskaźnikiem plastyczności większym niż 4%. Metody np.: BS 1377-5, badania otworkowe, badania rozmakania, badania areometryczne, badania chemiczne	b.d.
10	Oznaczenie	Wartość: wskaźnik	Próby A1-4, B3-4	b.d.

L.p.	Rodzaj badania klasyfikacyjnego	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
	wysadzinowości	mrozoodporności, (ICBR)	Tylko grunty drobnoziarniste i gruboziarniste – piaski Metody badania np.: PN-EN 1097-6	
11	Oznaczenie zawartości części organicznych	Wartość (C_{OM} , I_{OM} , I_z)	Próby A1-4, B3-4 Grunty organiczne o uziarnieniu mniejszym niż 2< mm Metoda badań powinna być dobierana w zależności od składu gruntu organicznego Z uwagi na duży wpływ na uzyskane wyniki szczególną uwagę należy zwracać na: Zawartość węglanów i siarczków Rozpad niektórych minerałów ilastych Zanikanie wody chemicznie związanej Zaleca temperatura prażenia to: 440 - 520°C Zalecana metoda: prażenie w temperaturze 440 - 520°C	Próbki NU, NW i NNS Wszystkie rodzaje gruntów za wyjątkiem żwirowych i kamienistych
12	Oznaczenie zawartości węglanów	Wartość (C_{CaCO_3})	Próby A1-4, B3-4 Wszystkie grunty naturalne Z uwagi na duży wpływ na uzyskane wyniki szczególną uwagę należy zwracać na: Zawartość dolomitu Zalecana metoda szybkiego miareczkowania, metoda Scheiblera	b.d.
b.d. - brak danych, stosować zalecenia rozdziału 6				

W tabeli (Tabela 62) podano zalecenia do wykonywania badań oraz metody badań laboratoryjnych w celu określania parametrów geotechnicznych.

Tabela 62 Zalecenia do stosowania badania w celu wyznaczenia parametrów do projektowania

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
1	Oznaczenie pęcznienia	Wartość: (L_s)	b.d.	b.d.
		(e_p / V_p)	b.d.	b.d.
		(σ'_s / P_c)	b.d.	Próbki: NNS – grunty spoiste
		TE	b.d.	b.d.
		S	b.d.	b.d.
		(FS / FS _{HG})	b.d.	b.d.
		(E _i)	b.d.	b.d.
		(ϵ_s)	b.d.	b.d.
2	Oznaczenie przepuszczalności	Wartość: (k)	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: PKN-CEN ISO/TS 17892-11, badania edometryczne, konsolidometryczne, badania trójosiowe z wzorów empirycznych	b.d.
		(ϵ_{sh})	b.d.	b.d.
3	Badania	Wartości: (ϵ), ($E_{oed} / M_o, / M$) –	Próbki: Próby A1 – grunty	Próbki: NNS – grunty

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
	edometryczne	w przedziałach, (m_v), (C_v / C_h), (C_c), (C_r), (C_{ae} / C_{ae}), (C_s) Krzywa ścisłości, Krzywa konsolidacji, Krzywa ścisłości wtórnej	drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: PN-EN ISO 17892-5 IL - edometr, CL - konsolidometr - CRS	spoiste, NU, NW - grunty niespoiste – próbki rekonstruowane Grunty: spoiste, niespoiste Metody: IL - edometr, CL - konsolidometr - CRL
4	Badania wytrzymałości na ścinanie bez odpływu	Wartość (c_u)	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: Laboratoryjna sonda obrotowa, PN-EN ISO 17892-6 Penetrometr stożkowy, PN-EN ISO 17892-7 Ściskanie jednoosiowe, PN-EN ISO 17892-8 Badanie trójosiowe bez odpływu, bez konsolidacji (UU)	Próbki: NNS – grunty spoiste, NU, NW - grunty niespoiste – próbki rekonstruowane Grunty: spoiste, niespoiste Metody: Penetrometr stożkowy Ścinarka obrotowa Penetrometr tłoczkowy
5	Badanie trójosiowego ściskania	Wartość: (ϕ'), (ϕ'_R), (c'), (c'_R) (E'), (E_u), (v'), (c_u), charakterystyki naprężenie-odkształcenie, rozkłady ciśnień wody w porach gruntu, charakterystyki zmian objętościowych, ścieżki naprężeń lub koła Mohra	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: PN-EN ISO 17892-9 aparat trójosiowego ściskania metoda z drenażem – CD, metoda bez drenażu CU.	Nie zaleca się stosowania oznaczenia parametrów wytrzymałościowych według normy PN-B-04481
6	Komora trójosiowego ściskania z piezo-przetwornikami bender	Czas przejścia fali podłużnej P i fali poprzecznej S przez walcową próbkę gruntu. Prędkość fali podłużnej P - V_P i prędkość fali poprzecznej S - V_s . Moduły: E_0 , G_0 oraz współczynnik Poissona – ν .	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: metoda z drenażem – CD, metoda bez drenażu CU.	b.d.
7	Komora trójosiowego ściskania z przetwornikami napręzkowymi	Moduły początkowe: E_0 , G_0 oraz współczynnik Poissona – ν .	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: metoda z drenażem – CD, metoda bez drenażu CU.	b.d.
8	Kolumna rezonansowa wraz piezopretwornikami bender (wraz opcją skręcania i zginania próbki)	Moduły początkowe: E_0 , G_0 , współczynnik Poissona – ν oraz współczynnik tłumienia D. Charakterystyka G- γ .	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: aparat trójosiowego ściskania metoda z drenażem – CD, metoda bez drenażu CU.	b.d.
9	Badanie bezpośredniego ścinania	Wartość: (τ_{R8}), (c'), (ϕ'), (ϕ'_R), (c'_R) Charakterystyka naprężenie-odkształcenie	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane	Próbki: NNS – grunty spoiste, NU, NW - grunty niespoiste – próbki rekonstruowane

Lp.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Wymagania wg PN-EN 1997-2	Wymagania wg PN-B-04481
		Wykres $\tau - \sigma$	Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste Metody: PKN-CEN ISO/TS 17892-10 aparat bezpośredniego ścinania	Grunty: spoiste, niespoiste. Metody: aparat bezpośredniego ścinania
10	Badania w aparacie pierścieniowym	Wartość: (τ_{R}) , (φ'_{R}) , (c'_{R}) Charakterystyka naprężenie-odkształcenie Wykres $\tau - \sigma$	Próbki: Próby A1 – grunty drobnoziarniste, A2-3 - grunty gruboziarniste – próbki rekonstruowane Grunty: drobnoziarniste, gruboziarniste. Metody: aparat pierścieniowy	b.d.
b.d. - brak danych, stosować zalecenia rozdziału 6				

Załącznik 16.3 Zasady klasyfikowania skał

Podczas klasyfikowania skał należy stosować następujące zasady:

- jeśli skały klasyfikujemy zgodnie z PN-EN ISO 14689 to badania należy wykonywać zgodnie z normami przywołanymi w normie PN-EN 1997-2,
- jeśli skały klasyfikujemy zgodnie z PN-B-02480 to badania należy wykonywać zgodnie z normami polskimi,
- projektant może wymagać stosowania innych norm niż inwestor. W takim przypadku wymagania projektanta należy traktować, jako uzupełniające do wymagań inwestora,
- skały można klasyfikować wykorzystując wszystkie kryteria podane w normach klasyfikacyjnych lub wybrać klasyfikacje przydatne do wydzielenia grup skał o podobnych cechach litologicznych i fizyczno-mechanicznych (Tabela 63).

Tabela 63 Kryteria klasyfikacyjne skał

Lp.	Kryteria klasyfikacyjne wg PN-EN 1997-2, PN-EN ISO 14689	Kryteria klasyfikacyjne wg PN-B-02480
1	ze względu na wytrzymałość wyróżnia się 7 klas wytrzymałości na jednoosiowe ściskanie: nadzwyczaj niska <1 MPa, bardzo niska 1-5 MPa, niska 5-25 MPa, średnia 25-50 MPa, wysoka 50-100 MPa, bardzo wysoka 100-250 MPa, nadzwyczaj wysoka >250 MPa	ze względu na wytrzymałość skały dzieli się na: ST - twarde ($R_c > 5$ MPa) i SM - miękkie ($R_c \leq 5$ MPa),
2	PN-EN 1997-2 zaleca używać dowolnego, opublikowanego i lokalnie akceptowanego systemu klasyfikacji skał pod warunkiem zamieszczenia stosowanych informacji w projekcie robót geologicznych, programie badań geotechnicznych, a następnie w dokumentacji lub zaleca stosować uznane systemy klasyfikacyjne krajowe i międzynarodowe np.: BS, ISRM, ASTM Klasyfikacje należy przeprowadzać na próbach z rdzenia wiertniczego o średnicy nie mniejszej niż 50 mm i długości w przedziale 50-200 mm	ze względu na spękania skały dzieli się na: lite (Li), mało spękane (Ms), średnio spękane (Ss) i bardzo spękane (Bs),

Załącznik 16.4 Zalecenia do wykonywania badań laboratoryjnych próbek skał

W tabelach (Tabela 64, Tabela 65, Tabela 66) podano zalecenia do wykonywania badań oraz metody badań laboratoryjnych w celu określania właściwości fizyczno-mechanicznych i ustalenia parametrów geotechnicznych skał.

Tabela 64 Zalecenia do badań fizycznych próbek skał

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Zalecenia wg PN-B-02480	Wymagania
1	Wilgotność	Wartość (w)	Brak normy ISO/CEN, zalecane normy BS, metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) Skały z dużą zawartością gipsu bada się w temperaturze 50°C	Próbki NW i NNS Wszystkie rodzaje gruntów w tym grunty skaliste	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na 1 mb rdzenia
2	Gęstość Porowatość	Wartość: (ρ_s), (γ_s), (ρ_o), (γ_o), (n_p), (n_{pw})	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) Zaleca się unikać metod wykorzystujących rtęć	Próbki NNS Wszystkie rodzaje gruntów w tym grunty skaliste	Kategoria pobrania prób A (B - gęstość właściwa) Liczba badań: 1 badanie na 2 mb rdzenia oraz 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały
3	Przepuszczalność	Wartość: (k_f)	Brak normy ISO/CEN Metody podane przez Hoblera (1977) pomiar w stanie ustalonym pomiar w stanie nieustalonym - metoda Pulse Decay (pomiar na rdzeniach) metoda spadku ciśnienia (pomiar na okruchach skalnych) na podstawie wyników z porozymetrii rtęciowej MICP test desorpcji pomiar spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego NMR	b.d.	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały
4	Rozmywalność	Wartość (I_D / R_w)	Brak normy ISO/CEN Metody podane przez Hoblera (1977) lub wg Thiela (1988)	b.d.	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 1 badanie na każdy wydzielony rodzaj skały (jedna próbka to około 10 okruchów skalnych)
5	Mrozoodporność	Wartość: (w_m), (S)	Brak normy ISO/CEN Badania wg, PN-EN 12371 wycofana PN-B-04102) lub metody podane przez Hoblera (1977)	b.d.	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 2 badania na każdy wydzielony rodzaj skały
6	Rozmakalność	Oznaczenie od A do H	Brak normy ISO/CEN Badania metodą Skutty (Kidybiński, 1982)	b.d.	Kategoria pobrania prób A (B - przy założeniu, że okruch skalny nie ma naruszonej struktury, i jest wielkości około 10x10x10 cm) Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skalną
		Wartość (r)	Brak normy ISO/CEN Badania metodą wg Kidybiński (1982) PN-G-04352 (wycofana PN-G-97060)		

L.p.	Rodzaj badania	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Zalecenia wg PN-B-02480	Wymagania
7	Nasiąkliwość	Wartość: (w / w_n), (A_b)	Brak normy ISO/CEN Badania metodą wg PN-B-04101, PN-EN 13755 lub metody podane przez Hoblera (1977)	b.d.	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 2 badania na każdy wydzielony rodzaj skały
b.d. - brak danych					

Tabela 65 Zalecenia do badań pęcznienia próbek skał

L.p.	Rodzaj badania pęcznienia wg PN-EN 1997-2	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Wymagania
1	Oznaczanie wskaźnika ciśnienia pęcznienia (przy stałej objętości)	Wartość (w_{cp})	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) Może być oznaczany w edometrze	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych
2	Oznaczanie wskaźnika odkształcenia pęcznienia (dla próbek osiowo obciążanych bez możliwości odkształceń bocznych)	Wartość (w_{op})	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych
3	Oznaczanie odkształcenia pęcznienia (w próbce skały bez ograniczenia swobody odkształceń bocznych)	Wartość (ϵ_{pk})	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 3 badania na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych

Tabela 66 Zalecenia do badań wytrzymałościowych próbek skał

L.p.	Rodzaj badania wytrzymałościowego wg PN-EN 1997-2	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Wymagania
1	Ściskanie jednoosiowe i badanie odkształcalności	Wartość: (σ_c / R_c), (K_a / A), (E / E_s), (ν / ν_s)	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM zmodyfikowane oraz normy ASTM lub metody podane przez Hoblera (1977) PN-EN 1926:2007 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie jednoosiowej wytrzymałości na ściskanie Należy zdefiniować moduł styczny, śięczny, średni Można przedstawić charakterystykę współczynnika Poissona w funkcji naprężeń i odkształceń Oceń sposób zniszczenia próbki skały	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)
2	Badanie pod obciążeniem punktowym	Wartość: (I_{so}), (K_a / A)	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) ASTM D5731 – 16 Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications Badanie wykonywane w terenie lub w laboratorium Badanie wskaźnikowe Konieczne ustalenie korelacji między wynikami badania pod obciążeniem punktowym, a wytrzymałością skały	Kategoria pobrania prób A, B Liczba badań: 10 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno- mechanicznych
3	Badanie	Wartość: (σ_t / R_t),	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody	Kategoria pobrania prób A, B

L.p.	Rodzaj badania wytrzymałościowego wg PN-EN 1997-2	Wynik badania Wartość wyprowadzona	Metoda badania	Wymagania
	bezpośredniego ścianania	$(\sigma_{tmax} / R_{tmax}), (\sigma_{tR} / R_{tR}), (\varphi), (\varphi'), (\varphi'_{R}), (c), (c'), (c'_{R})$ Krzywe naprężenie- odkształcenie Wykres Mohra	ISRM zmodyfikowane lub metody podane przez Hoblera (1977) PN-G-04304:1997/Az1:1999 Skały zwięzłe -- Oznaczanie wytrzymałości na ściananie proste Konieczne uwzględnienie warstwowania i nieciągłości Próbka powinna mieć powierzchnię, co najmniej 2 500 mm ²	Liczba badań: min. 5 badań na każdą wydzieloną warstwę skał o podobnych właściwościach fizyczno-mechanicznych
4	Metoda bezpośrednia Test brazylijski Metoda na zginanie	Wartość: $(\sigma_T / \sigma_r / R_T), (\sigma_g / R_g)$	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) PN-EN 12372:2010 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie wytrzymałości na zginanie pod działaniem siły skupionej PN-EN 13161:2008 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie wytrzymałości na zginanie przy stałym momencie Konieczne uwzględnienie nieciągłości i powierzchni osłabienia	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)
5	Badanie trójosiowego ściskania	Wartość: $(\sigma_{tc} / R_{tc}), (\varphi), (\varphi'), (\varphi'_{R}), (c), (c'), (c'_{R}) (E / E_s), (v / v_s)$ Krzywe naprężenie- odkształcenie Wykres Mohra	Brak normy ISO/CEN, zalecane metody ISRM lub metody podane przez Hoblera (1977) ASTM D2664-04 Standard Test Method for Triaxial Compressive Strength of Undrained Rock Core Specimens Without Pore Pressure Measurements Podczas badania zazwyczaj nie uwzględnia się pomiaru ciśnienia wody w porach skały, co może mieć negatywny wpływ na wynik	Kategoria pobrania prób A Liczba badań: 1-6 (gdzie: 1 - jednorodna warstwa geologiczna oraz możliwość wykorzystania dotychczasowego doświadczenia, 6 - warstwa geologiczna niejednorodna oraz brak dotychczasowych doświadczeń)

Załącznik 17 Masyw skalny

Załącznik 17.1 Kartowanie geologiczno-inżynierskie

Zadaniem kartowania geologiczno-inżynierskiego jest określenie budowy geologicznej masywu skalnego i zjawisk geologicznych, a w szczególności: litologii, stratygrafii i petrografii skał, stopnia i formy występowania zaburzeń (zwietrzienia, nieciągłości).

Wykorzystuje się tutaj m.in. kartowanie odsłoneń naturalnych, otwory wiertnicze, wykopy badawcze, rowy badawcze, szybiki badawcze, chodniki badawcze, szyby badawcze, sztolnie badawcze, badania fotogrametryczne oraz fotointerpretację geologiczną zdjęć lotniczych. Obserwacje wykonywane na podstawie normalnego kartowania geologicznego, zazwyczaj dostarczają jedynie informacji o utworach odsłoniętych na powierzchni i jego wychodniach. Jednak informacje te, często nie wystarczają do oceny rozciągłości i upadu warstw masywu, czy też stref nieciągłości. Może to prowadzić do powstania błędnego przestrzennego obrazu budowy masywu skalnego. Dlatego bardzo często, obok kartowania odsłoneń naturalnych, przeprowadza się obserwacje geologiczne w specjalnie wykonanych wyrobiskach górniczych lub otworach wiertniczych rozpoznawczych. Badania przy pomocy wyrobisk górniczych (wykopy badawcze, rowy badawcze, szybiki badawcze, sztolnie badawcze itp.) lub otworów wiertniczych, pozwalają na wzrokowe rozpoznanie warunków skalnych, określenie upadu i rozciągłości warstw, ustalenie głębokości zwietrzienia, dokonanie pomiarów zaburzeń geologicznych (uskoki i fałdy) i stopnia spękania skały, jak również umożliwiają pobranie próbek skalnych i wody do badań laboratoryjnych. Bardzo pomocne w kartowaniu są stereoskopowe zdjęcia lotnicze stanowiące mapę morfologiczną i hydrograficzną terenu (Tajduś i in., 2012 za Pisarczyk, Rymsza, 1993).

W momencie gdy nie jest możliwe dokonanie obserwacji bezpośredniej (np. pomiar pomiędzy poszczególnymi wyrobiskami górniczymi lub otworami wiertniczymi), informacje o budowie masywu skalnego można pozyskać w sposób pośredni na podstawie badań geofizycznych (granice poszczególnych utworów, zaburzenia tektoniczne).

Sposób rozpoznania, oznaczenie oraz opis rdzeni wiertniczych, próbek materiału skalnego i masywów skalnych (rodzaj skały, struktura, nieciągłości, zwietrzienie, przepuszczalność oraz zawodnienie) znajduje się w normie PN-EN ISO 14689. Stopień zwietrzienia masywu skalnego, położenie warstw w przestrzeni, charakter spękań i nieciągłości zawierają wytyczne ISRM.

Dodatkowe informacje dotyczące kartowania geologiczno-inżynierskiego podano w rozdziale 5.1.

Załącznik 17.2 Wiercenia badawcze

Wiercenia badawcze są podstawową metodą stosowaną w celu rozpoznania masywu skalnego. Pozwalają m.in. zbadać skałę zarówno makroskopowo, jak i pobrać próby do badań laboratoryjnych, określić warstwy wodonośne i poziom zwierciadła, dokonać pomiarów piezometrycznych i pobrać próbki wody, dokonać pomiaru współczynnika filtracji, jak również strefowego sondowania poniżej dna otworu, czy też przeprowadzić badania geofizyczne i kartograficzne.

Otwory wiertnicze w zależności od techniki wiercenia, wyposażenia oraz sposobu poboru próbek, wykonywane są różnymi metodami. Najczęstszymi wierceniami badawczymi, służącymi do rozpoznania i oceny masywu skalnego, są wiercenia obrotowo-rdzeniowe, ponieważ tylko one dają możliwość pozyskania odpowiednio dużych i nieuszkodzonych rdzeni, jak również dokładne zidentyfikowanie skały i określenie jej własności odkształceniowych i wytrzymałościowych oraz przeprowadzenie badań podzielności rdzenia wiertniczego (RQD). Rzadziej stosowanymi wierceniami, mającymi na celu rozpoznanie masywu skalnego, są wiercenia obrotowe (nierdzeniowane) i udarowe. Związane jest to z faktem, że otrzymywany materiał skalny ma

postać zwiercin, na podstawie których można ocenić jedynie typ skały.

Rodzaj metody wiercenia należy dobrać w zależności od prognozowanych warunków geologicznych (np. wiercenia prowadzone w masywie silnie spękanym, z licznymi nieciągłościami, muszą być prowadzone przy użyciu podwójnej, a niekiedy potrójnej rury rdzeniowej, natomiast w masywie zawodnionym nie tylko dobór rur rdzeniowych ma znaczenia, ale i dobór odpowiedniego urządzenia do pobierania próbek skalnych, czy też wody) oraz przeznaczenia/celu w jakim wiercenie jest wykonywane (np. w celu uzyskania informacji na temat: rodzaju skały - wiercenie rdzeniowane, nierdzeniowane lub udarowe, kartowanie otworu wiertniczego - wiercenie rdzeniowane, nierdzeniowane lub udarowe, wodoprzepuszczalności - wiercenie rdzeniowane, RQD - wiercenie rdzeniowane itp.).

Otwory wiertnicze, wykonywane w celu posadowienia budowli podziemnej, można podzielić na podstawowe i dodatkowe. Podstawowe otwory wiertnicze wykonuje się do głębokości wymaganego rozpoznania górotworu, natomiast dodatkowe otwory wiertnicze z reguły są krótsze i służą przede wszystkim przeprowadzeniu badań uzupełniających np. geofizycznych.

Przeciętne odległości między otworami i głębokość ich drążenia przedstawia rozdział 4.

Wymagania techniczne dla stosowanych urządzeń pomiarowych, wykonania badań oraz dokumentowania parametrów w trakcie prowadzenia wierceń dla potrzeb geotechnicznych zawiera norma PN-EN ISO 22476-15.

Dodatkowe informacje dotyczące technik wiertniczych oraz oznaczeń makroskopowych podano w rozdziale 5.5.

Załącznik 17.3 Badania geofizyczne

Przy pomocy metod geofizycznych można badać budowę masywu skalnego oraz rozkładu wybranych właściwości fizyko-mechanicznych skał w sposób ciągły, co pozwala na tworzenie modeli geofizycznych przestrzennych lub płaskich w wybranych przekrojach (Tajduś i in., 2012).

Podstawowym celem badań geofizycznych jest rozpoznanie cech strukturalnych i właściwości mechanicznych górotworu (m.in.: głębokość stref zwietrzenia, rozkład i zasięg stref spękań, rozkład i wielkości dynamicznych modułów sprężystości).

Najczęstszymi metodami geofizycznymi stosowanymi w badaniach masywu skalnego są metody: sejsmiczna, elektrooporowa, georadarowa oraz geofizyki otworowej. W strefach oddziaływania sejsmicznego lub drgań pochodzenia komunikacyjnego mogą mieć zastosowanie metody sejsmoakustyczna i mikrosejsmologiczna.

Najważniejsze z nich zostały zaprezentowane w podrozdziale 7.3.

Oprócz ich zastosowania przedstawionego w podrozdziale 7.3, metody geofizyczne używa się również do badań wielkości naprężeń i klasyfikacji masywu skalnego, tj.:

- geofizyczna metoda oceny kierunków i wielkości naprężeń w górotworze (Tajduś i in., 2012 za Marcak i Zuberek, 1994) - metoda ta zakłada, że wstrząsy są związane z przemieszczeniami masywu skalnego wzdłuż płaszczyzn uskoków - zniszczenie masywu skalnego przez ścinanie (na podstawie położenia płaszczyzn nodalnych określa się kierunki naprężeń);
- klasyfikacja geofizyczna KFG - jest to klasyfikacja masywu fliszowego (opracowana przy wykorzystaniu dwóch parametrów geofizycznych: prędkości fal sejsmicznych V_p oraz elektrycznej oporności właściwej ρ) (Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z., 2018).

Dodatkowe informacje dotyczące badań geofizycznych podano w rozdziale 0.

Załącznik 17.4 Badania własności hydraulicznych masywu skalnego, pomiary i obserwacje poziomu zwierciadła wody podziemnej

Badanie własności hydraulicznych masywu skalnego wykonywane jest poprzez pomiar wodochłonności. Badanie to polega na pomiarze objętości wody wtłoczonej pod ciśnieniem do masywu skalnego. Badanie to przeprowadza się zgodnie z normą BN-8950-07:1975.

Otwory, w których planowane jest wyznaczenie wodochłonności, powinny być wiercone metodą obrotową, z ciągłym rdzeniowaniem, za pomocą wodnej płuczki bez zawiesin mechanicznych. Optymalna średnica otworu badawczego powinna wynosić od 86 do 112 mm, natomiast długość strefy badawczej od 2 do 5 m. W danym cyklu badawczym należy wykonać co najmniej 3 badania przy różnych ciśnieniach wtłaczanej wody (różnica ciśnień nie może być mniejsza od 0,05 MPa i większa od 0,5 MPa) (BN-8950-07:1975).

Badanie wodochłonności pozwala na określenie szczelności masywu skalnego oraz odporności materiału wypełniającego różnego typu nieciągłości na zadane ciśnienie wody, jak również pośrednio na wyznaczenie współczynnika filtracji.

Pomiary i obserwacje poziomu zwierciadła wody podziemnej wykonywane są podczas wierceń otworów badawczych (pomiar zwierciadła wody w odstępach 2-5 min, do momentu ustabilizowania jego poziomu). Pomiary te powinny być przeprowadzone dla każdej warstwy wodonośnej. W przypadku występowania kilku warstw wodonośnych z reguły najdokładniej zostaje pomierzony poziom wody dla pierwszej warstwy wodonośnej. Związane jest to z częstym napotykiem, dużych trudności z odizolowaniem poszczególnych warstw wodonośnych. W celu uniknięcia wyżej wymienionej trudności, w momencie napotkania niżej ległej warstwy wodonośnej pomiar poziomu piezometrycznego powinien być wykonywany w drugiej kolumnie rur (Tajduś i in., 2012).

Pomiary wód podziemnych oraz pobieranie prób należy prowadzić zgodnie z normą PN-EN ISO 22475-1. Ogólne informacje zawiera również norma PN-EN 1997-2.

Dodatkowe informacje dotyczące badań geofizycznych podano w rozdziale 5.7.

Załącznik 17.5 Pomiar pierwotnego stanu naprężenia

Najbardziej uznanymi i najczęściej stosowanymi polowymi metodami pomiaru naprężeń w świecie są m.in.:

- pomiary poprzez hydroszczelinowanie (hydraulic fracturing) - metoda ta pozwala na pomiar stanu naprężeń w odległości kilkudziesięciu metrów (nawet do 70 m) od konturu wyrobiska. Nie wymaga ona znajomości współczynnika Poissona i modułu Younga masywu skalnego, jednak masyw skalny traktowany jest jako jednorodny i izotropowy. Dodatkowo pomiar naprężeń odbywa się na relatywnie dużej powierzchni, a nie punktowo (Tajduś i in., 2012).
- pomiary poprzez nacinanie otworu wiertniczego (borehole slotter) (metody tej nie powinno się stosować w masywie spękanym, lub o niskich parametrach odkształceniowych i wytrzymałościowych (Tajduś i in., 2012 za Dugan i in., 1993)).
- pomiary poprzez trepanację wgłębną (overcoring) - jedna z bardziej popularnych metod oceny wielkości i kierunków naprężeń pierwotnych.
- badania emisji akustycznej (AE).

Pomimo występowania wielu metod oceny naprężeń w masywie skalnym, Amadei i Stephansson (1997) w swojej monografii, stwierdzają, że w masywie skalnym związłym można oszacować pierwotne naprężenia z dokładnością do 10-20% przy wykonaniu co najmniej 20 pomiarów (Tajduś i in., 2012).

Załącznik 17.6 Badania polowe parametrów wytrzymałościowych

Otrzymane wartości wytrzymałości polowych często uznaje się za wytrzymałość masywu skalnego. W momencie gdy badaniu podlegają odpowiednio duże bloki skalne, wówczas takie uproszczenie jest słuszne (różnice pomiędzy tymi wytrzymałościami są niewielkie) (Tajduś i in., 2012).

Załącznik 17.6.1 Wytrzymałość na ściskanie

Badania jednoosiowe - wycięta z calizny kostka skalna (najczęściej o wymiarach od 0,8 m do 1,2 m) jest obciążona jednoosiowo za pomocą kilku (kilkunastu) siłowników hydraulicznych, napędzanych oddzielnymi pompami hydraulicznymi, które są połączone pomiędzy sobą w jeden układ obciążający. W celu określenia zależności „naprężenie–odkształcenie” wraz ze zmianą obciążenia prowadzi się pomiar zmian deformacji (Tajduś i in., 2012).

Badania trójosiowe - blok skalny przeznaczony do badań trójosiowych wycinany jest w spągu wyrobiska. Do bloku skalnego przykładane są obciążenia pionowe i poziome za pomocą samych poduszek ciśnieniowych lub cylindrów hydraulicznych i poduszek ciśnieniowych. Badanie to jest podobne do badania próbki skalnej w komorze trójosiowej (Tajduś i in., 2012).

Załącznik 17.6.2 Wytrzymałość na ścinanie

Metod pozwalających na wyznaczenie wytrzymałości na ścinanie jest wiele, m.in. można wymienić (Kidybiński, 1982, Tajduś i in., 2012 za Thiel, 1980):

- ścinanie ze ściskaniem bloku skalnego, tzw. metoda bezpośredniego ścinania - ścięcie następuje wzdłuż powierzchni kontaktu bloku skalnego z calizną - najczęściej wykorzystywana metoda (opisana w normie BN-8950-01:1978) - po wykonaniu ścięcia bloku skalnego, dokonuje się szczegółowego kartowania geologiczno-inżynierskiego powierzchni ścięcia (dla ściętego bloku skalnego można określić wartość kąta tarcia zewnętrznego);
- ścinanie bloku skalnego bez ściskania;
- ścinanie wzdłuż kontaktu bloku betonowego ze skalnym podłożem;
- ścinanie przez skręcanie wielkośrednicowego rdzenia wiertniczego połączonego w dnie otworu ze skałą.

Załącznik 17.7 Badania polowe parametrów odkształceniowych

Badania modułów sprężystości i odkształcenia dla masywu skalnego, można prowadzić poprzez obciążenie masywu skalnego (Tajduś i in., 2012):

- z powierzchni terenu: pojedynczym blokiem betonowym, pojedynczym blokiem betonowym mocowanym kotwiami, dwoma blokami betonowymi mocowanymi kotwiami - siłowniki rozparte są pomiędzy blokiem betonowym a sztywną belką stalową zamocowaną do masywu skalnego przy wykorzystaniu głębokich kotwi;
- w wyrobisku podziemnym: za pomocą wody pod ciśnieniem i poduszek ciśnieniowych - obciążenia są przekazywane radialnie na wyrobisko o przekroju kołowym za pomocą wody pod ciśnieniem lub rozmieszczonych na obwodzie hydraulicznych poduszek ciśnieniowych (prasy radialne).

Przy wykonywaniu badań w warunkach polowych dla prawidłowego określania modułów sprężystości i modułu odkształcenia niezbędne są intuicja i doświadczenie. Wybór odpowiedniej metody badania własności masywu skalnego powinien uwzględniać charakter obiektu, dla którego badania te są prowadzone.

Załącznik 17.8 Metody polowe oparte na pomiarach w otworach wiertniczych lub pomiarach punktowych na konturze obiektu podziemnego

Metody polowe oparte na pomiarach w otworach wiertniczych lub pomiarach punktowych na konturze obiektu podziemnego są stosunkowo szybkimi, prostymi i tanimi metodami badania własności masywu skalnego w warunkach polowych.

Do metod tych m.in. można zaliczyć:

- badania za pomocą presjometrów;
- badania z wykorzystaniem penetrometrów otworowych;
- badania za pomocą młotków odbojnych - urządzenie to pozwala na wykonanie udaru, o określonej energii, w powierzchnię skały i pomiaru wskaźnika odbojności sprężystej od tej powierzchni. Powierzchnia do badań powinna być gładka i bez widocznych uszkodzeń i nalotów (a więc badaniu podlegają najmocniejsze fragmenty skał) - metoda sklerometryczna nie może być stosowana samodzielnie i wyniki jej badań powinny być potwierdzone w oparciu o klasyczne badania niszczące próbek skalnych na maszynie wytrzymałościowej.

Załącznik 17.9 Klasyfikacje masywu skalnego

Załącznik 17.9.1 Klasyfikacja Bieniawskiego (RMR)

Klasyfikacja RMR określa jakość masywu skalnego na podstawie następujących parametrów geologicznych: wytrzymałość na jednoosiowe ścislenie, RQD, średnia odległość pomiędzy nieciągłościami, charakterystyka nieciągłości, stopień zawodnienia masywu skalnego oraz przestrzenna orientacja nieciągłości w stosunku do kierunku drążenia tunelu. Dla określenia ogólnej jakości warstwy skalnej klasyfikacja przydziela parametrom noty punktowe (Tabela 67).

Klasyfikacja ta, ma na celu m.in. identyfikację najistotniejszych czynników wpływających na zachowanie się masywu, dostarczenie ilościowej informacji dla celów inżynierskich oraz porównanie jakości masywu skalnego w różnych regionach.

Do zalet tej klasyfikacji można m.in. zaliczyć dość proste wyznaczanie parametrów systemu, powiązanie wskaźnika jakości masywu RMR z jego właściwościami inżynierskimi używanymi do projektowania i konstrukcji oraz wykorzystywanie systemu RMR na całym świecie.

Należy jednak zaznaczyć, że niewłaściwe użycie klasyfikacji RMR może prowadzić do popełnienia istotnych błędów projektowych.

RMR niedokładnie opisuje zachowanie się bardzo słabego masywu skalnego (klasa V), dlatego też bardzo ostrożnie powinno się podchodzić do oceny takiego masywu oraz zaleceń wynikających z klasyfikacji RMR.

Klasyfikacja RMR może być wykorzystywana do oszacowania rozpiętości niepodpartego stropu i czas jego utrzymania, wielkości ciśnienia na obudowę, inżynierskich parametrów odkształceniowych (moduł odkształcenia) oraz wytrzymałościowych (kohezja, kąt tarcia wewnętrznego), jak również może posłużyć do wyboru metody drążenia, doboru obudowy i wzmocnienia masywu w tunelowaniu.

Tabela 67 Klasyfikacja Bieniawskiego - RMR (Tajduś i in., 2012)

A. KLASYFIKACJA PARAMETRÓW I WARTOŚCI ZNAMIONOWE									
Parametr		Zakres wartości							
1	Wytrzymałość Nienaruszonego materiału skalnego	Punktowa wytrzymałość	>10 MPa	4–10 MPa	2–4 MPa	1–2 MPa	Preferuje się wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie		
		Jednoosiowa wytrzymałość na ściskanie	>250 MPa	100–200 MPa	50–100 MPa	25–50 MPa	5–25 MPa	1–5 MPa	<1 MPa
	Wartość znamionowa	15	12	7	4	2	1	0	
2	RQD	90%–100%	75%–90%	50%–75%	25%–50%	<25%			
	Wartość znamionowa	20	17	13	8	3			
3	Odległość nieciągłości	> 2 m	0,6–2 m	200–600 mm	60–200 mm	< 60 mm			
	Wartość znamionowa	20	15	10	8	5			
4	Charakterystyka nieciągłości (zobacz E)	Bardzo chropowate powierzchnie. Brak ciągłości. Brak rozwarcia. Niezwietrzale ściany	Delikatnie chropowate powierzchnie, rozwarstwo < 1 mm. Wygładzone, Zwietrzale ściany	Delikatnie chropowate powierzchnie, rozwarstwo < 1 mm. Silnie zwietrzale ściany	Wypolerowane, materiał wypełniający < 5 mm grubości rozwarstwo 1–5mm. Ciągłe	Miękki materiał wypełniający > 5 mm grubości, rozwarstwo > 5 mm Ciągłe			
		Wartość znamionowa	30	25	20	10	0		
5	Zawodnienie	Dopływ na 10 m tunelu (l/min)	Brak	< 10	10–25	25–125	> 125		
		Generalne warunki	Sucho	Wilgotno	Mokro	Wykroplenia	Dopływ		
	Wartość znamionowa	15	10	7	4	0			
B. USTALENIE DOPASOWANIA DLA ORIENTACJI NIECIĄGŁOŚCI (patrz F)									
Rozciągłość i orientacja upadu		Bardzo korzystny	Korzystny	Średni	Niekorzystny	Bardzo niekorzystny			
Wartość znamionowa	Tunele i wyrobiska górnicze	0	-2	-5	-10	-12			
	Fundamenty	0	-2	-7	-15	-25			
	Zbocza	0	-5	-25	-50	-60			
C. Całkowita wartość znamionowa determinuje klasę masywu skalnego									
Wartość znamionowa		100–81	80–61	60–41	40–21	< 21			
Numer grupy		I	II	III	IV	V			
Ocena		Bardzo dobry masyw skalny	Dobry masyw skalny	Średni masyw skalny	Słaby masyw skalny	Bardzo słaby masyw skalny			
D. Charakterystyka masywu skalnego i sposób drążenia tunelu									
Numer grupy		I	II	III	IV	V			
Przeciętny czas utrzymania statecznego, niepodpartego zabioru		10 lat dla 15 m rozpiętości	6 miesięcy dla 8 m rozpiętości	1 tydzień dla 5 m rozpiętości	10 godzin dla 2,5 m rozpiętości	30 minut dla 1 m rozpiętości			
Kohezja (MPa)		> 0,4	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	< 0,1			
Kąt tarcia wewnętrznego (deg)		> 45	35 – 45	25 - 35	15 – 25	< 15			
E. Wytyczne dla oceny nieciągłości*									
Długość		< 1m	1 – 3 m	3 – 10 m	10 – 20	>20 m			
Noty punktowe		6	4	2	1	0			
Rozwarstwo		Brak	<0,1 mm	0,1 – 1,0 mm	1 – 5 mm	> 5 mm			
Noty punktowe		6	5	4	1	0			
Szorstkość		Bardzo szorstkie	Szorstkie	Delikatnie szorstkie	Gładkie	Wypolerowane			
Noty punktowe		6	5	3	1	0			
Wypełnienie		Brak	Twarde < 5 mm	Twarde > 5 mm	Miękkie < 5 mm	Miękkie > 5 mm			
Noty punktowe		6	4	2	2	0			
Zwietrzenie		Niezwietrzale	Delikatnie zwietrzale	Średnio zwietrzale	Mocno zwietrzale	Zniszczony			
Noty punktowe		6	5	3	1	0			
F. Efekt drążenia przy uwzględnieniu upadu i rozciągłości w stosunku do orientacji osi tunelu									
Rozciągłość prostopadła do osi tunelu					Rozciągłość równoległa do osi tunelu				
Drążenie z upadem – upad 45–90°		Drążenie z upadem – upad 20–45°			Upad 45–90°		Upad 20–45°		
Bardzo korzystne		Korzystne			Bardzo korzystne		Średnia		
Drążenie po wzniosie – upad 45–90°		Drążenie po wzniosie – upad 20–45°			Upad 0–20° – niezależnie od rozciągłości				
Średnie		Niekorzystne			Średnie				

*Uwaga: Niektóre warunki się wykluczają. Na przykład jeżeli spełniana są wypełnione, niezależnie od szorstkości, wpływ wypełnienia jest dominujący. W takiej sytuacji zalecana jest ocena wprost z A.4.

Załącznik 17. 9. 2 Klasyfikacja Bartona, Liena i Lunde (Q)

Zasadniczym celem tej klasyfikacji jest scharakteryzowanie masywu skalnego przy pomocy jednej wartości wskaźnika jakości Q. Klasyfikacja ta bazuje na sześciu parametrach, tj.: RQD, liczba systemu spękań, chropowatość i przeobrażenie spękań, zawodnienie oraz współczynnik stanu naprężeń (SRF). W zależności od uzyskanej wartości Q masyw skalny przypisuje się do odpowiedniej klasy. Dla określenia wartości Q, należy prawidłowo oszacować powyżej wymienione parametry, jednak może być to trudnym zadaniem dla niedoświadczonego geoinżyniera. Dlatego Barton napisał specjalny artykuł (Barton, 1993), w którym opisuje w jaki sposób prawidłowo określić wymienione wyżej parametry.

Opis parametrów i przyporządkowanie im odpowiednich wartości punktów dla klasyfikacji Q zamieszczono w tabelach od Tabela 68 do Tabela 74.

Poprzez uwzględnienie parametrów geometrycznych obiektu podziemnego oraz jego przeznaczenia (ESR) możliwe jest przeprowadzenie wstępnego doboru obudowy. Podobnie jak klasyfikacja RMR, także na podstawie wartości Q możliwe jest określenie parametrów wytrzymałościowo-odkształceniowych masywu skalnego. Barton (1991, 2002) określił także korelację pomiędzy prędkością fali sejsmicznej V_p mierzonyj przed czołem przodka tunelu, a wartością Q.

Ponieważ klasyfikacja Q jest stosowana wymiennie z klasyfikacją RMR, dlatego powstało wiele wzorów korelacyjnych pomiędzy nimi. Najczęściej stosowanymi korelacjami są korelacje Bieniawskiego i Bartona (jednak i one dają duży rozrzut w wynikach).

Klasyfikacja ta jest szczególnie zalecana dla tuneli i komór z łukowym stropem. Tabela 68 - Tabela 74 zostały opracowane dla klasyfikacji Q z 2015 (Źródło: Q-system Quick Reference 2015, www.ngi.no).

Tabela 68 Podzielność rdzenia wiertniczego

Oznaczenie podzielności rdzenia wiertniczego RQD	Wartość RQD
A. Bardzo słaba (>27 spękań na m ³)	0 – 25
B. Słaba (20-27 spękań na m ³)	25 – 50
C. Średnia (13-19 spękań na m ³)	50 – 75
D. Dobra (8-12 spękań na m ³)	75 – 90
E. Doskonała (0-7 spękań na m ³)	90 – 100
<i>Uwaga:</i>	
<i>i) Jeżeli RQD ≤ 10% to do obliczeń Q należy przyjąć wartość RQD=10</i>	
<i>ii) RQD wystarczy podawać z dokładnością do 5, np. 85 zamiast 83</i>	

Tabela 69 Liczba sieci spękań

Wskaźnik liczby systemów spękań J_n	Wartość J_n
A. Lita skała, brak lub niewiele spękań	0,5–1,0
B. Jedna sieć spękań	2
C. Jedna sieć spękań i losowe	3
D. Dwie sieci spękań	4
E. Dwie sieci spękań i losowe	6
F. Trzy sieci spękań	9
G. Trzy sieci spękań i losowe	12
H. Cztery lub więcej sieci spękań, losowe, mocno spękane, wyodrębnione bloki skalne (kostki cukru)	15
I. Pokruszona skała, zwietrzelina	20
<i>Uwaga:</i>	
<i>i) Dla skrzyżowań zastosuj: $J_n \times 3$</i>	
<i>ii) Dla portali tuneli zastosuj $J_n \times 2$</i>	

Tabela 70 Ocena chropowatości szczelin

Wskaźnik chropowatości spękań J_r	Wartość J_r
<i>a) kontakt ścianek spękania, oraz b) kontakt ścianek szczeliny przed 10 cm ścięciem</i>	
A. Nieciągłe spękania	4
B. Szorstkie i nieregularne, pofałdowane	3
C. Wygładzone, pofałdowane	2
D. Wypolerowane, pofałdowane	1,5
E. Szorstkie, nieregularne, płaskie	1,5
F. Wygładzone, płaskie	1
G. Wypolerowane, płaskie	0,5
<i>Uwaga</i>	
<i>i) Powyższy opis od B do G odpowiada małej i średniej wielkości nieciągłości.</i>	
<i>c) brak kontaktu pomiędzy ściankami szczeliny podczas ścięcia</i>	
H. Strefy zawierające minerały ilaste o miąższości, która uniemożliwia kontakt ścianek	1
<i>Uwaga:</i>	
<i>ii) Dolicz 1,0, jeżeli średnia odległość spękań znaczącej sieci spękań jest większa niż 3 m (w zależności od wymiarów tunelu)</i>	
<i>iii) $J_r=0,5$ dla płaskich wypolerowanych spękań charakteryzujących się liniowością, która przebiega zgodnie z kierunkiem prawdopodobnego poslizgu</i>	

Tabela 71 Wskaźnik przeobrażenia spękań

Wskaźnik przeobrażenia spękań	φ_r (°) (Wartości orientacyjne)	Wartość J_a
<i>a) ścianki w kontakcie (brak mineralnych wypełnień, tylko powłoka)</i>		
A. Zrośnięte, twarde, bez osłabienia, nieprzepuszczalny materiał wypełniający		0,75
B. Niezmienione ścianki szczelin, tylko powierzchniowe odbarwienie	25–35	1,0
C. Lekko przeobrażone ścianki spękań. Nieosłabiona mineralna powłoka, ziarna piasku, rozdrobnione skały nie zawierające iłu itp.	25–30	2,0
D. Pylasto- lub piaskowo-ilasta powłoka, mała ilość frakcji ilastej (bez osłabienia)	20–25	3,0
E. Osłabione lub zawierające powłokę z minerałów ilastych np. kaolinitów, miki. Także chloryty, talk, gips i grafit. Małe ilości pęczniejącego iłu	8–16	4,0
<i>b) kontakt ścianek przed 10 cm ścięciem (cienkie wypełnienia mineralne)</i>		
F. Ziarna piasku, brak iłu rozdrobniona skała itp.	25–30	4,0
G. Silnie prekonsolidowane, bez osłabienia wypełnienie ilaste (ciągłe, ale <5 mm)	16–24	6,0
H. Średnio lub mało prekonsolidowane, osłabione wypełnienia ilaste (ciągłe, ale <5 mm)	12–16	8,0
J. Wypełnienia pęczniejącym iłem, np. montmorylonit (ciągła, ale <5 mm). Wielkość J_a zależy od procentowego udziału cząstek pęczniejącego iłu	6–12	8,0–12,0
<i>c) brak kontaktu ścian podczas ścięcia (grube wypełnienia mineralne)</i>		
K. Strefy lub warstwy rozdrobnionej lub pokruszonej skały. Mocno prekonsolidowane	16–24	6
L. Strefy lub warstwy iłu, rozdrobniona lub pokruszona skała. Średnio lub mało prekonsolidowane lub wypełnienia z osłabieniem	12–16	8
M. Strefy lub warstwy iłu, rozdrobniona lub pokruszona skała. Iły pęczniejące. J_a zależy od procentowego udziału pęczniejących minerałów ilastych	6–12	8–12
N. Ciągłe strefy o dużej miąższości lub warstwy iłów. Mocno prekonsolidowane	12–16	10
O. Ciągłe strefy o dużej miąższości lub warstwy iłów. Średnio lub mało prekonsolidowane	12–16	13

Wskaźnik przeobrażenia spękań	φ_r (°) (Wartości orientacyjne)	Wartość J_a
P. Grube, ciągłe strefy lub warstwy z item. Iły pęczniące. J_a zależy od procentowego udziału pęczniących minerałów ilastych	6–12	13,0–20,0

Tabela 72 Ocena zawodnienia

Wskaźnik zawodnienia J_w	Wartość J_w
A. Suche warunki lub mniejszy dopływ (wilgotno, kilka kropel)	1,0
B. Średni dopływ, lokalnie wymycia materiału wypełniającego spękania (kilka kropel/"deszcz")	0,66
C. Strumieniowy dopływ lub duże ciśnienie w skałach zwięzłych ze spękaniami bez wypełnienia	0,5
D. Duży dopływ lub duże ciśnienie, znaczne wymycia materiału wypełniającego spękania	0,33
E. Wyjątkowo silny dopływ lub ciśnienie zanikające w czasie. Powoduje wymycia materiału a czasami kawernowanie.	0,2–0,1
F. Wyjątkowo silny dopływ wody lub ciśnienie bez widocznego zanikania w czasie. Powoduje wymycia materiału a czasami kawernowanie.	0,1–0,05
<p>Uwaga:</p> <p>i) Wskaźniki zawodnienia od C do F są zgrubnie oszacowane. Zwiększ J_w jeżeli masyw skalny jest z drenażem, lub zastosowano iniekcje.</p> <p>ii) Specjalne problemy na skutek formacji lodu nie są rozważone</p>	

Tabela 73 Ocena stanu naprężenia masywu skalnego w otoczeniu wyrobisk

Wskaźnik SRF			SRF
a. Strefy słabe przecinające wyrobisko, co może spowodować rozluźnienie się stref osłabienia			
A. Wiele występujących stref osłabienia, zawierające na krótkich odcinkach wtrącenia itu lub chemicznie rozdrobnionej skały, bardzo luźne otaczające skały (każda głębokość), lub długie odcinki w niezwięzłej (słabej) skale (każda głębokość).			10
B. Wiele stref ścięcia w skale zwięzłej (brak itu), rozluźowane skały otaczające (każda głębokość)			7,5
C. Pojedyncza strefa osłabienia z lub bez itu lub chemicznie rozdrobnionej skały (głębokość drążenia ≤ 50 m)			5
D. Rozluźowane, otwarte spękania, mocno spękane lub w kształcie kostek cukru, każda głębokość			5
E. Pojedyncza strefa osłabienia zawierająca it lub chemicznie rozdrobnioną skałę (głębokość drążenia > 50 m)			2,5
Uwaga:			
i) Zredukuj SRF o 25-50% ale tylko, gdy znacząca strefa ścięcia nie przecina tunelu			
b. Masyw skalny zwięzły, problemy związane z naprężeniami			
	$\frac{\sigma_c}{\sigma_1}$	$\frac{\sigma_\theta}{\sigma_c}$	SRF
F. Niskie naprężenia, blisko powierzchni terenu, otwarte spękania	> 200	$< 0,01$	2,5
G. Średnie koncentracje naprężeń, korzystne warunki naprężeniowe	200–10	0,01–0,3	1,0
H. Duże koncentracje naprężeń, bardzo wąskie wyrobiska. Zazwyczaj korzystne dla warunków stateczności. Mogą być niekorzystne dla stateczności w zależności od orientacji naprężeń w stosunku do spękań/stref słabych*	10–5	0,3–0,4	0,5–2,0 2-5*
J. Umiarkowane odspajanie się lub „fuszczenie” po $> 1h$ w masywnej skale	5-3	0,5 -0,65	5-50
K. Odspajanie się i/lub tąpnięcia w ciągu kilku minut w masywnej skale	3-2	0,65-1	50-200
L. Silne tąpnięcia oraz natychmiastowe deformacji dynamiczne w masywnej skale	< 2	> 1	200-400
Uwagi:			
ii) Dla mocno anizotropowego pola naprężeń pierwotnych (jeżeli jest zmierzzone): kiedy $5 \leq \sigma_1 / \sigma_3 \leq 10$, zredukuj σ_c do $0,75 \sigma_c$. Jeżeli $\sigma_1 / \sigma_3 > 10$, zredukuj σ_c do $0,5 \sigma_c$, gdzie σ_c = wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie, σ_1 i σ_3 są to naprężenia główne (największe i najmniejsze), a σ_θ = wytrzymałość na rozciąganie (oszacowana na podstawie teorii sprężystości)			
iii) W przypadku, gdy strop tunelu znajduje się na głębokości mniejszej od jego szerokości proponuje się zwiększyć SRF z wartości			

Wskaźnik SRF		SRF
2,5 do 5,0 (patrz F)		
<i>c. Masyw skalny skłonny do plastycznego płynięcia</i>	$\frac{\sigma_{\theta}}{\sigma_c}$	SRF
M. Skłonny do plastycznego płynięcia	1-5	5-10
N. Silnie skłonny do plastycznego płynięcia	>5	10-20
Uwaga: iv) Oszacowanie warunków masywu skalnego z tendencją do plastycznego płynięcia musi być wykonane w odniesieniu do odpowiedniej literatury (np. Singh et al., 1992, Bhasin i Grimstad, 1996)		
<i>d. Masyw skalny pęczniejący, aktywnie chemicznie pęczniejący pod wpływem wody</i>		
O. Łagodnie pęczniejący		5-10
P. Silnie pęczniejący		10-15

Tabela 74 Klasy masywu skalnego w zależności od wskaźnika Q (Tajduś i in., 2012)

Q	Jakość górotworu
400 - 1000	Skrajnie dobry
100 - 400	Wyjątkowo dobry
40 - 100	Bardzo dobry
10 - 40	Dobry
4 - 10	Średni
1 - 4	Słaby
0,1 - 1,0	Bardzo słaby
0,01 - 0,1	Wyjątkowo słaby
0,001 - 0,001	Skrajnie słaby

Załącznik 17. 9. 3 Klasyfikacja Hoeka - Browna (GSI)

Klasyfikacja GSI opiera się na wizualnej obserwacji warunków geologicznych (Tabela 75, Tabela 76). Ideą klasyfikacji było przekroczenie ograniczeń oraz pewne uproszczenie klasyfikacji RMR w warunkach słabych masywów skalnych oraz dostarczenie danych niezbędnych do modelowania numerycznego. Generalnie wskaźnik GSI uzyskuje się, jako sumę not za pięć podstawowych parametrów klasyfikacji RMR, tj.: wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie, RQD, odległość nieciągłości, charakterystyka nieciągłości oraz zawodnienie. Istnieją również wzory, pozwalające na podstawie wartości RMR lub Q oszacować wartość GSI (Hoek, Brown, 1997). GSI pozwala na określenie wartości wytrzymałości masywu skalnego w zależności od różnych warunków geologicznych. Wskaźnik GSI jest w głównej mierze używany dla oszacowania parametrów wytrzymałościowo-odkształceniowych masywu skalnego, zwłaszcza dla kryterium wytrzymałościowego Hoeka-Brown'a.

Klasyfikacje masywów skalnych powinny być głównie wykorzystywane we wstępnej fazie projektowania wyrobisk podziemnych, ponieważ są one oparte na związkach empirycznych. Poprawne stosowanie klasyfikacji masywu skalnego wymaga dużego doświadczenia (Tajduś i in., 2012).

W praktyce zaleca się, aby klasyfikacja masywu skalnego została przeprowadzona co najmniej dwiema metodami.

W związku z faktem, że powstają ciągle nowe wersje istniejących klasyfikacji masywu skalnego, zaleca się przed zastosowaniem danej klasyfikacji, sprawdzenia aktualności tabel i nomogramów do niej przypisanych.

Tabela 75 Wartości parametru GSI (Marinos, Hoek 2000)















<p>GSI (Geologiczny wskaźnik jakości)</p> <p>Na podstawie opisu litologii, struktury i jakości powierzchni nieciągłości, należy wybrać przeciętną wartość GSI. Wartość GSI zaleca się podawać w przedziale (wartość podawana w przedziale jest bardziej realistyczna niż podanie wartości punktowej). Należy zaznaczyć, że tabela nie dotyczy strukturalnie kontrolowanego zniszczenia. Słabe płaskie płaszczyzny strukturalne o niekorzystnej orientacji względem czoła wyrobiska, będą dominować zachowanie się górotworu. Wytrzymałość na ścinanie powierzchni w skałach, które w wyniku zmian wilgotności są podatne na niszczenie, zostanie zmniejszona w obecności wody. Podczas pracy ze skałami w kategoriach średnia-bardzo słaba, w przypadku stwierdzenia wilgotnych warunków można dokonać przesunięcia w prawo. Ciśnienie wody jest uwzględniane za pomocą analizy naprężeń efektywnych.</p> <p>STRUKTURA</p>		<p>Jakość powierzchni nieciągłości</p> <p>Bardzo dobra Bardzo szorstka, świeża, niezwietrzała powierzchnia.</p> <p>Dobra Szorstka, lekko zwietrzała, zażelaziona powierzchnia.</p> <p>Średnia Gładka, średnio zwietrzała, przeobrażona powierzchnia.</p> <p>Słaba Powierzchnia wypolerowana, silnie zwietrzała, z powłoką lub wypełnieniem zwartym lub z materiałem ostrokrawędzistym.</p> <p>Bardzo słaba Powierzchnia wypolerowana, silnie zwietrzała, z miękką łąską powłoką lub wypełnieniem.</p> <p>Spadek jakości powierzchni →</p>								
<p>Spadek wzajemnego klinowania się kawałków skały</p> <p>↓</p>		90	80	70	60	50	40	30	20	10
	<p>Niemaruszona/Masywna Masyw skały lity lub z kilkoma sporadycznie występującymi nieciągłościami.</p>	90	80	70	60	50	40	30	20	10
	<p>Blokowa Dobrze zaklinowane bloki skalne, masyw skalny niezmięszony, składający się z sześciennych bloków, uformowanych przez nie więcej niż trzy przecinające się sieci nieciągłości.</p>	90	80	70	60	50	40	30	20	10
	<p>Bardzo blokowa Zaklinowane bloki skalne, częściowo naruszony masyw skalny, z wielościennymi, ostrokrawędzistymi blokami utworzonymi przez cztery lub więcej sieci nieciągłości.</p>	90	80	70	60	50	40	30	20	10
	<p>Blokowa/Zaburzona/Warstwowana Pofalowany, z kanciastymi blokami, uszeregowany przez wiele przecinających się sieci nieciągłości. Występuje warstwowanie lub złupkowacenie.</p>	90	80	70	60	50	40	30	20	10
	<p>Rozdrobniona Słabo zaklinowane bloki skalne, masyw skalny mocno pokruszony, z mieszką ostrokrawędzistych i owalnych okruchów skalnych.</p>	90	80	70	60	50	40	30	20	10
	<p>Laminowana/Zniszczona Brak klinowania związany z niewielkimi odstępami złupkowacenia lub powierzchni o charakterze ściep.</p>	N/A	N/A	90	80	70	60	50	40	30

Tabela 76 Wartości parametru GSI dla niejednorodnych maszywów skalnych takich jak flisz (Marinos, Hoek 2000)

GSI (Geologiczny wskaźnik jakości) Na podstawie opisu litologii, struktury i jakości powierzchni nieciągłości (w szczególności powierzchni uwarstwienia) wybieramy odpowiedni schemat (rysunki od A do H), a tym samym przeciętną (średnią) wartość GSI w obrębie konturu. Wartość GSI zaleca się podawać w przedziale (wartość podawana w przedziale jest bardziej realistyczna niż podanie wartości punktowej). Należy zaznaczyć, że kryterium Hoeka-Browna nie dotyczy strukturalnie kontrolowanego zniszczenia, tam gdzie słabe płaskie płaszczyzny strukturalne o niekorzystnej orientacji, będą determinować zachowanie się górotworu. Wytrzymałość niektórych maszywów skalnych zmniejsza się przez obecność zwierciadła wody, dlatego podczas klasyfikacji skal w kategoriach średnia - bardzo słaba można dokonać przesunięcia w prawo. Ciśnienie wody nie zmienia wartości GSI i jest uwzględniane za pomocą analizy naprężeń efektywnych.		JAKOŚĆ POWIERZCHNI NIECIĄGŁOŚCI		JAKOŚĆ POWIERZCHNI NIECIĄGŁOŚCI		JAKOŚĆ POWIERZCHNI NIECIĄGŁOŚCI		JAKOŚĆ POWIERZCHNI NIECIĄGŁOŚCI	
		Bardzo dobra Bardzo szorstka, świeża, niezwieszala powierzchnia.	Dobra Szorstka, lekko zwietrzała powierzchnia.	Średnia Gładka, średnio zwietrzała, przeobrażona powierzchnia.	Słaba Płowa, gładka, sporadycznie wypolerowana, z zwaną powłoką lub wypełnieniem z materiałem ostryków.	Bardzo słaba Powierzchnia bardzo wypolerowana, lub silnie zwietrzała, z miękką łaszą powłoką lub wypełnieniem.			
SKŁAD I STRUKTURA  <p>A. Grubo uwarstwiony, blokowy piaskowiec. Efekt powłok peltowych na powierzchniach warstwowania jest zminimalizowany przez wielkość maszywu skalnego. W płytach tunelach lub zboczach powierzchnie warstwowania pokryte materiałem peltowym mogą powodować strukturalnie kontrolowane/wywołane niestabilności.</p>		70 60	A						
 <p>B. Piaskowiec przewarstwiony cienkimi mułowcami</p>  <p>C. Piaskowiec i mułowiec w podobnej ilości</p>  <p>D. Mułowiec lub łupki łaste z warstwami piaskowca</p>  <p>E. Słabe mułowce lub łupki łaste z warstwami piaskowca</p>		50 40	B	C	D	E			
<p>C, D, E i G mogą być bardziej lub mniej sfaldowane niż ilustrowane na schematach, ale to nie oznacza zmiany wytrzymałości. Tektoniczne deformacje, sfaldowania i utrata ciągłości przesuwają te kategorie do F i H.</p>  <p>Tektonicznie zdeformowane, intensywnie sfaldowane półcinane łupki łaste lub mułowce z popękanymi i zdeformowanymi warstwami piaskowców, tworzących chaotyczną strukturę</p>		30 20				F			
 <p>G. Nienaruszone pylaste i łaste łupki z lub bez cienkich warstewek piaskowców</p>  <p>H. Tektonicznie zniekształcone pylaste i łaste łupki tworzące chaotyczną strukturę z wkładkami łastymi. Warstwy piaskowców są przekształcone w małe fragmenty skalne</p>						G	H	10	

→ Deformacje powstałe po ruchach tektonicznych

Załącznik 18 Wytyczne wydzielenia warstw gruntów i skał

Załącznik 18.1 Wytyczne wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich

Wydzielając warstwy gruntów i skał o podobnych właściwościach na potrzeby studium geologiczno-inżynierskiego lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej należy stosować następującą procedurę (Rysunek 43):

- wydzielić kompleksy stratygraficzne, czyli grupy gruntów i skał tego samego wieku stosując podział i symbole podane w załączniku (Załącznik 18.3),
- w obrębie kompleksów stratygraficznych wydzielić serie genetyczne, czyli grupy gruntów i skał tej samej genezy stosując podział i symbole podane w załączniku (Załącznik 18.3),
- w obrębie serii genetycznych wydzielić warstwy litologiczne, czyli grupy gruntów i skał tego samego rodzaju (tej samej frakcji głównej) stosując podział i symbole podane w załączniku (Załącznik 18.3). Należy stosować symbol z nowej normy klasyfikacyjnej zgodnie z załącznikiem (Załącznik 18.3),
- w obrębie warstw litologicznych wydzielić warstwy geologiczno-inżynierskie, czyli grupy gruntów i skał o podobnych właściwościach fizycznych i mechanicznych. Podział na warstwy geologiczno-inżynierskie jest przeprowadzany na podstawie jednej cechy/parametru lub grupy cech/parametrów np.: na podstawie stanu gruntów, wytrzymałości skał, wartości q_c lub innych. Podstawę wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich ustala dokumentator w uzgodnieniu z projektantem,
- w obrębie wszystkich wydzielonych warstw gruntów i skał wskazać miejsca występowania lub miejsca predysponowane do występowania zagrożeń geologicznych, które mogą mieć wpływ na stateczność obiektu budowlanego - strefy zagrożeń (Załącznik 18.3),
- ustalić symbol wydzielonych warstw.

Symbol wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich składa się z następujących elementów:

- symbol stratygrafii zgodny z załącznika (Załącznik 18.3) np.: Qh,
- symbol genezy zgodny z załącznika (Załącznik 18.3) np.: Or,
- symbol litologii zgodny z załącznika (Załącznik 18.3) np.: siOr,
- kolejny numer warstwy w przypadku występowania warstw o tym samym symbolu, a różnych właściwościach fizyczno-mechanicznych np.: 1.

Po symbolu warstwy można umieścić symbol cechy/parametru, według której wydzielono warstwy geologiczno-inżynierskie wraz z przedziałem jej wartości np.: Qh/Or/siOr1/ $q_c=0,2-0,5$ MPa.

Symbol strefy zagrożeń (Z) umieszcza się przy symbolu otworu wiertniczego, który zlokalizowano w strefie zagrożeń.

Symbole warstw geologiczno-inżynierskich umieszcza się w karcie wiercenia, na przekrojach hydrogeologicznych/geologiczno-inżynierskich/geotechnicznych/geofizyczno-geologicznych (2D) lub modelu 3D oraz we wszystkich zestawieniach tabelarycznych i statystycznych.

Na przekrojach geologiczno-inżynierskich, które stanowią graficzną formę przedstawienia modelu geologicznego, wymaga się stosowania następujących oznaczeń i kolorów:

- czarna, ciągła, bardzo gruba linia - oznacza granice stratygraficzne,
- czarna, ciągła, gruba linia - oznacza granice genetyczne,
- czarna, ciągła, cienka linia - oznacza granice litologiczne,
- czarna, przerywana, cienka linia - oznacza granice geologiczno-inżynierskie,
- czerwona, ciągła, gruba linia - oznacza strefy zagrożeń,
- czerwona, przerywana, gruba linia - oznacza uskoki, nieciągłości,
- niebieska, przerywana, gruba linia - oznacza zwierciadło ustabilizowane wody podziemnej,
- kolory warstw geologiczno-inżynierskich dobiera się zgodnie z załącznikiem (Załącznik 18. 3),
- symbol warstwy i symbol cechy/parametru wraz z przedziałem wartości (patrz wyżej).

Załącznik 18. 2 Zasady wydzielania warstw geotechnicznych

Na potrzeby dokumentacji badań podłoża wydziela się warstwy geotechniczne gruntów i skał o podobnych właściwościach stosując następujące zalecenia:

- należy zapoznać się z charakterystyką warstw geologiczno-inżynierskich i stref zagrożeń umieszczonych w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej,
- biorąc pod uwagę informacje umieszczone w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oraz wyniki badań wykonane na potrzeby dokumentacji badań podłoża wydzielić warstwy geotechniczne, czyli grupy gruntów i skał o ustalonych wartościach charakterystycznych parametrów geotechnicznych, o podobnym spodziewanym zachowaniu pod obciążeniem. Podział na warstwy geotechniczne jest dokonywany na podstawie wybranych parametrów gruntów i skał oraz miejsc występowania lub miejsc predysponowanych do wystąpienia zagrożeń geotechnicznych, które mogą mieć wpływ na obiekt budowlany. Reguły wydzielania i oznaczania warstw geotechnicznych ustala projektant w uzgodnieniu z dokumentatorem. W tabeli należy podać zależność pomiędzy warstwami geologiczno-inżynierskimi a warstwami geotechnicznymi.

Jeśli nie wykonano dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub w dokumentacji wydzielano warstwy niezgodnie z wymaganiami wytycznych, w dokumentacji badań podłoża należy najpierw przeprowadzić procedurę wydzielania warstw geologiczno-inżynierskich i zagrożeń geologicznych, a następnie wydzielić warstwy geotechniczne. Jeśli warstwy geologiczno-inżynierskie i strefy zagrożeń geologicznych pokrywają się z warstwami geotechnicznymi, nie jest konieczne wydzielanie warstw geotechnicznych. Zaleca się wydzielanie warstw geotechnicznych wg schematu podanego dla warstw geologiczno-inżynierskich.

Symbol warstwy można oznaczyć przypisując im kolejny numer, co należy opisać w tekście dokumentacji oraz w tabeli z warstwami geotechnicznymi lub zastosować schemat tworzenia symbolu jak dla warstw geologiczno-inżynierskich.

Po symbolu warstwy można umieścić symbol parametru, według którego wydzielono warstwy geotechniczne wraz z jego ustaloną wartością charakterystyczną np.: $q_c=0,3$ MPa.

Symbole warstw gruntów i skał umieszcza się w karcie wiercenia, na przekroju geotechnicznym (2D) lub modelu 3D oraz we wszystkich zestawieniach tabelarycznych i statystycznych.

Na przekrojach geotechnicznych stosuje się następujące oznaczenia i kolory:

- czarna, ciągła, cienka linia - oznacza granice warstw geotechnicznych,
- czerwona, ciągła, gruba linia - oznacza miejsca zagrożeń geotechnicznych,
- czerwona, przerywana, gruba linia - oznacza uskoki, nieciągłości,

- niebieska, przerywana, gruba linia - oznacza zwierciadło ustabilizowane wody podziemnej,
- kolory warstw geotechnicznych zaleca się dobierać stosując wymagania jak dla warstw geologiczno-inżynierskich zgodnie z załącznikiem (Załącznik 18. 3),
- symbol warstwy i symbol cechy/parametru wraz z ustaloną wartością charakterystyczną (patrz wyżej).

Podział na warstwy geotechniczne powinien być uzależniony od złożoności warunków geotechnicznych, warunków geologiczno-inżynierskich, sposobu posadowienia/wzmocnienia obiektów budowlanych oraz danych i parametrów wymaganych do projektowania.

Wymagane informacje, które umieszcza się na przekrojach geotechnicznych i opisuje w tekście dokumentacji badań podłoża:

- warstwy nadające się do bezpośredniego posadowienia w zależności od obiektu budowlanego,
- warstwy nienadające się do bezpośredniego posadowienia w zależności od obiektu budowlanego,
- warstwy wymagające wzmocnienia,
- warstwy mające wpływ na sposób posadowienia,
- warstwy mające wpływ na sposób wzmocnienia,
- warstwy, w których mogą wystąpić zagrożenia geotechniczne,
- poziom posadowienia,
- poziom wzmocnienia,
- ustabilizowane poziomy wód podziemnych,
- nawiercone poziomy wód podziemnych,
- maksymalny prognozowany poziom wód podziemnych,
- nieciągłości,
- głębokość rozpoznania.

Załącznik 18.3 Słowniki na potrzeby wydzielenia warstw geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych

Załącznik 18.3.1 Słownik stratygrafii

Tabela 77 Słownik stratygrafii

Symbol	Nazwa	Era	Okres	Epoka
Kz	Kenozoik	Kenozoik		
Q	Czwartorzęd	Kenozoik	Czwartorzęd	Czwartorzęd
Qh	Holocen	Kenozoik	Czwartorzęd	Holocen
Qp	Plejstocen	Kenozoik	Czwartorzęd	Plejstocen
Ng	Neogen	Kenozoik	Neogen	Neogen
Pl	Pliocen	Kenozoik	Neogen	Pliocen
MPl	Mio-Pliocen	Kenozoik	Neogen	Mio-Pliocen
M	Miocen	Kenozoik	Neogen	Miocen
OIM	Oligocen-Miocen	Kenozoik	Neogen	Oligocen-Miocen
PgNg	Paleogen-Neogen	Kenozoik	Paleogen-Neogen	Paleogen-Neogen
Pg	Paleogen	Kenozoik	Paleogen	Paleogen
Ol	Oligocen	Kenozoik	Paleogen	Oligocen
Eo	Eocen	Kenozoik	Paleogen	Eocen
Pc	Paleocen	Kenozoik	Paleogen	Paleocen
CrPg	Kreda-Paleogen	Mezozoik-Kenozoik	Kreda-Paleogen	Kreda-Paleogen
Mz	Mezozoik	Mezozoik		
Cr	Kreda	Mezozoik	Kreda	Kreda
Cr3	Kreda górna	Mezozoik	Kreda	Kreda górna
Cr1	Kreda dolna	Mezozoik	Kreda	Kreda dolna

Symbol	Nazwa	Era	Okres	Epoka
JCr	Jura-Kreda	Mezozoik	Jura-Kreda	Jura-Kreda
J	Jura	Mezozoik	Jura	Jura
J3	Jura górna	Mezozoik	Jura	Jura górna
J2	Jura środkowa	Mezozoik	Jura	Jura środkowa
J1	Jura dolna	Mezozoik	Jura	Jura dolna
TJ	Trias-Jura	Mezozoik	Trias-Jura	Trias-Jura
T	Trias	Mezozoik	Trias	Trias
T3	Trias górny	Mezozoik	Trias	Trias górny
T2	Trias środkowy	Mezozoik	Trias	Trias środkowy
T1	Trias dolny	Mezozoik	Trias	Trias dolny
Pz	Paleozoik	Paleozoik	Paleozoik	Paleozoik
P	Perm	Paleozoik	Perm	Perm
P3	Perm górny	Paleozoik	Perm	Perm górny
P1	Perm dolny	Paleozoik	Perm	Perm dolny
C	Karbon	Paleozoik	Karbon	Karbon
C3	Karbon górny (Siles)	Paleozoik	Karbon	Karbon górny
C1	Karbon dolny (Dinant)	Paleozoik	Karbon	Karbon dolny
D	Dewon	Paleozoik	Dewon	Dewon
D3	Dewon górny	Paleozoik	Dewon	Dewon górny
D2	Dewon środkowy	Paleozoik	Dewon	Dewon środkowy
D1	Dewon dolny	Paleozoik	Dewon	Dewon dolny
S	Sylur	Paleozoik	Sylur	Sylur
O	Ordowik	Paleozoik	Ordowik	Ordowik
Cm	Kambr	Paleozoik	Kambr	Kambr
Cm3	Kambr górny	Paleozoik	Kambr	Kambr górny
Cm2	Kambr środkowy	Paleozoik	Kambr	Kambr środkowy
Cm1	Kambr dolny	Paleozoik	Kambr	Kambr dolny
pCm	Prekambr	Proterozoik		
Pt	Proterozoik	Proterozoik	Proterozoik	Proterozoik
Pt3	Neoproterozoik	Proterozoik	Neoproterozoik	Neoproterozoik
Pt2	Mezoproterozoik	Proterozoik	Neoproterozoik	Proterozoik środkowy
Pt1	Paleoproterozoik	Proterozoik	Neoproterozoik	Proterozoik dolny
Ar	Archaik	Proterozoik	Archaik	
Ar3	Neoarchaik	Proterozoik	Archaik	Archaik górny
Ar2	Mezoarchaik	Proterozoik	Archaik	Archaik środkowy
Ar1	Paleoarchaik	Proterozoik	Archaik	Archaik dolny
Ar0	Eoarchaik	Proterozoik	Archaik	Archaik dolny

Załącznik 18. 3. 2 Słownik genezy

Tabela 78 Słownik genezy

Symbol	Opis
Mg	grunty antropogeniczne (made grounds) (grunty przemieszczone lub powstałe w wyniku działalności człowieka)
T	łądowa
M	grunty morskie (marine soils) (grunty naniesione lub powstałe w zbiornikach morskich)
R	grunty rzeczne (river soils) (grunty powstałe w wyniku działalności rzeki oraz naniesione do rzeki przez wody opadowe i roztopowe)
RCH	korytowe (river channel soils)
RFP	tarasów zalewowych (flood plain soils)
RT	tarasów nadzalewowych (terrace soils)
Rd	deltowe (deltaic soils)
L	grunty jeziorne (lake soils) (grunty powstałe w śródlądowych zbiornikach wodnych, nieorganiczne)
O	grunty organiczne (organic soils)
OR	organiczne rzeczne (river organic soils), np. namuł
Os	organiczne bagienne (swamp organic soils), np. torf, węgiel kamienny, węgiel brunatny
OL	organiczne jeziorne (lake organic soils), np. kreda jeziorna, namuł, gytia
OH	organiczne zastoiskowe (hollow organic soils), np. kreda jeziorna, namuł, gytia

Symbol	Opis
E	grunty eoliczne (eolian soils) (grunty powstałe w wyniku działalności wiatru)
Ed	grunty w wydmach (dune soils)
El	lessy i utwory lessopodobne (loess)
GL	grunty lodowcowe (glacial soils) (grunty powstałe w wyniku działalności lodowca)
GL_M	morenowe (moraine glacial soils) (grunty powstałe w czasie ruchu lodowca lub po jego stopnieniu), np. gliny zwałowe, piaski, żwiry
GL_F	fluwioglacjalne (fluvioglacial soils) (grunty powstałe na przedpolu lodowca; tworzą charakterystyczne formy akumulacyjno-erozyjne takie jak: sandry, ozy, kemy, pradoliny, równiny peryglacjalne)
GL_H	zastoiskowe (hollow soils) (jeziorno- lodowcowe; powstały w zastoiskach wodnych tworzących się na przedpolu lodowca), np. łąki warwowe
W	zwietrzeliny (weathered soils) (grunty powstałe w wyniku wietrzenia skał i gruntów; W_x – jeśli to możliwe literę X w indeksie dolnym należy zastąpić symbolem skały lub gruntu, z której powstała zwietrzelina, np. W_p - zwietrzelina piaskowca)
W_{RU}	rumosze (rubbles) (przemieszczone zwietrzeliny skał, które nie podlegały procesom transportu i akumulacji wodnej; W_{RUX} – jeśli to możliwe literę X w indeksie dolnym należy zastąpić symbolem skały, z której powstał rumosz, np. W_{RU_p} – rumosz piaskowca)
W_{RE}	rezidua (residual soils) (eluwia; grunty powstające po wylugowaniu lub wypłukaniu łatwo usuwalnych składników gruntu lub skały)
D	deluwia (deluvial soils) (grunty powstałe w wyniku akumulacji cząstek lub ziaren wypłukanych ze zboczy lub skarp przez wody opadowe, roztopowe)
C	koluwia (colluvial soils) (grunt przemieszczony w dół zbocza lub skarpy podczas osuwania)
C+D	koluwia i deluwia nierozdzielone
R+GL_F	grunty rzeczne i wodnolodowcowe nierozdzielone
R+GL_H	grunty rzeczne i zastoiskowe nierozdzielone
K	krasowa

Załącznik 18. 3. 3 Słownik genezy i litologii skał

Tabela 79 Słownik genezy i litologii skał na podstawie normy PN-EN ISO 14689

Nazwa skały	Symbol skały	Grupa genetyczna skał	Symbol genezy	Grupa genetyczna skał
Magmowe	i	Magmowe	Ri	Magmowe
Brekcja wulkaniczna	brw	Piroklastyczne	Rpy	Magmowe
Konglomerat	kt	Piroklastyczne	Rpy	Magmowe
Tuf	tf	Piroklastyczne	Rpy	Magmowe
Tuf bardzo drobnoziarnisty	tfd	Piroklastyczne	Rpy	Magmowe
Tuf drobnoziarnisty	tfd	Piroklastyczne	Rpy	Magmowe
Andezyt	and	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Bazalt	bt	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Doleryt	dot	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Dioryt	dt	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Gabro	go	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Granit	gt	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Perydotyt	prt	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Pegmatyt	pt	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Piroksenit	pxt	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Riolit	rt	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Szklivo wulkaniczne	szw	Plutoniczna	Rp	Magmowe
Osadowe	s	Osadowe	Rs	Osadowe
Wapień	w	Osadowe	Rs	Osadowe
Antracyt	ant	Organiczne	Ro	Osadowe
Lignit	lig	Organiczne	Ro	Osadowe
Węgiel brunatny	wb	Organiczne	Ro	Osadowe
Węgiel kamienny	wk	Organiczne	Ro	Osadowe
Anhydryt	anh	Chemiczne	Rch	Osadowe
Czert	ct	Chemiczne	Rch	Osadowe
Dolomit	d	Chemiczne	Rch	Osadowe
Geza	ga	Chemiczne	Rch	Osadowe
Gips	gs	Chemiczne	Rch	Osadowe

Nazwa skały	Symbol skały	Grupa genetyczna skał	Symbol genezy	Grupa genetyczna skał
Halit	ht	Chemiczne	R _{CH}	Osadowe
Opoka	op	Chemiczne	R _{CH}	Osadowe
Rogowiec	rc	Chemiczne	R _{CH}	Osadowe
Brekcja	br	Okruchowe	R _C	Osadowe
Howiec	ic	Okruchowe	R _C	Osadowe
Kreda	kr	Okruchowe	R _C	Osadowe
Łupek	lk	Okruchowe	R _C	Osadowe
Łupek ilasty (łółupek)	lki	Okruchowe	R _C	Osadowe
Margiel	m	Okruchowe	R _C	Osadowe
Mułowiec	mc	Okruchowe	R _C	Osadowe
Piaskowiec	pc	Okruchowe	R _C	Osadowe
Zlepieniec (konglomerat)	zc	Okruchowe	R _C	Osadowe
Metamorficzne	m	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Amfibolit	amf	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Brekcja tektoniczna	brt	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Fyllit	fyt	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Granulit	glt	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Gnejs	gns	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Hornfels	hs	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Kwarcyt	kwt	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Łupek Dachowy	lkd	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Łupek krystaliczny	lkk	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Migmatyt	mit	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Marmur	mr	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne
Mylonit	myt	Metamorficzne	R _M	Metamorficzne

Załącznik 18.3.4 Słownik litologii gruntów na podstawie normy PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2

Tabela 80 Słownik litologii gruntów wg normy PN-EN ISO 14688-1 i PN-EN ISO 14688-2

Nazwa grupy gruntów	Nazwa gruntu	Symbol gruntu
Grunt antropogeniczny	Grunt antropogeniczny	Mg
Grunt organiczny	Grunt organiczny	Or
Grunt drobnoziarnisty	Ił	Cl
	Pył	Si
	Pył drobny	FSi
	Pył gruby	CSi
	Pył średni	MSi
Grunt gruboziarnisty	Piasek	Sa
	Piasek drobny	FSa
	Piasek gruby	CSa
	Piasek średni	MSa
	Żwir	Gr
	Żwir drobny	FGr
	Żwir gruby	CGr
Grunt bardzo gruboziarnisty	Żwir średni	MGr
	Kamienie	Co
	Głazy	Bo
Skały	Duże głazy	LBo
	Skały	R(symbol wg słownika skał)

Załącznik 18.3.5 Słownik litologii gruntów i skał na podstawie normy PN-B-02480

Tabela 81 Słownik litologii gruntów i skał na podstawie normy PN-B-02480

Nazwa grupy gruntów	Nazwa gruntu	Symbol gruntu
Grunty antropogeniczne	Nasyp - hałda	NH

Nazwa grupy gruntów	Nazwa gruntu	Symbol gruntu	
	Nasyp budowlany	NB	
	Nasyp niebudowlany	NN	
Grunty organiczne	Gleba	H	
	Gytia	Gy (...)	
	Kreda jeziorna	Kj	
	Namuł	Nm (...)	
	Namuł gliniasty	Nmg (...)	
	Namuł piaszczysty	Nmp (...)	
	Torf	T	
	Glina piaszczysta próchniczna	GpH	
	Glina próchniczna	GH	
	Glina piaszczysta zwięzła próchniczna	GpzH	
	Glina pylasta próchniczna	GpiH	
	Glina pylasta zwięzła próchniczna	GpizH	
	Glina zwięzła próchniczna	GzH	
	Ił piaszczysty próchniczny	IpH	
	Ił próchniczny	IH	
	Ił pylasty próchniczny	IpiH	
	Piasek drobny próchniczny	PdH	
	Piasek gliniasty próchniczny	PgH	
	Piasek gruby próchniczny	PrH	
	Piasek pylasty próchniczny	PpiH	
	Piasek średni próchniczny	PsH	
	Pospółka gliniasta próchniczna	PogH	
	Pospółka próchniczna	PoH	
	Pył piaszczysty próchniczny	PipH	
	Pył próchniczny	PiH	
	Grunty bardzo spoiste	Ił	I
		Ił piaszczysty	Ip
Ił pylasty		Ipi	
Grunty zwięzłe spoiste	Glina piaszczysta zwięzła	Gpz	
	Glina pylasta zwięzła	Gpiz	
	Glina zwięzła	Gz	
Grunty spoiste	Glina	G	
	Glina piaszczysta	Gp	
	Glina pylasta	Gpi	
Grunty mało spoiste	Pył	Pi	
	Pył piaszczysty	Pip	
	Piasek gliniasty	Pg	
Grunty drobnoziarniste	Piasek drobny	Pd	
	Piasek gruby	Pr	
	Piasek pylasty	Ppi	
	Piasek średni	Ps	
Grunty gruboziarniste	Pospółka	Po	
	Pospółka gliniasta	Pog	
	Żwir	Ż	
	Żwir gliniasty	Żg	
	Otoczaki	KO	
Grunty kamieniste	Rumosz	KR (...)	
	Rumosz gliniasty	KRg (...)	
	Zwietrzelina	KW(...)	
	Zwietrzelina gliniasta	KWg (...)	
Grunty skaliste	Skała miękka	SM(symbol wg słownika skał)	
	Skała twarda	ST(symbol wg słownika skał)	
Woda	Woda	woda	
Pustka	Pustka	pustka	

Załącznik 18. 3. 6 Paleta barw dla warstw litologicznych

Tabela 82 Paleta barw dla warstw litologicznych

Stratygrafia	Geneza	Grupa gruntów/skał wg ISO	Grupa gruntów/skał wg PN	Kolor w RGB			Uwagi
				R	G	B	
Qh Q(Qh-Qp)	Mg	Antropogeniczne, przemieszczony materiał naturalny	Nasyp budowlany, Nasyp niebudowlany	190	190	190	
		Antropogeniczne, materiał wytworzony przez człowieka	Antropogeniczne	215	215	215	
	M	Drobnoziarniste	Spoiste	180	255	240	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	240	250	160	
	R	Drobnoziarniste	Spoiste	230	225	235	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	255	255	175	
	L	Drobnoziarniste	Spoiste	180	220	230	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	220	240	245	
O	Organiczne	Organiczne	165	215	110		
E	Drobnoziarniste	Spoiste	255	235	105		
	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	255	245	160		
Q(Qh-Qp)	D	Drobnoziarniste	Spoiste	150	140	85	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	195	190	150	
	C	Drobnoziarniste	Spoiste	120	145	60	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	195	215	155	
Wx	Drobnoziarniste	Spoiste	x symbol i kolor zgodnie ze słownikiem skał				
	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	x symbol i kolor zgodnie ze słownikiem skał				
Qp	M	Drobnoziarniste	Spoiste	0	220	175	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	220	250	80	
	R	Drobnoziarniste	Spoiste	180	160	200	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	255	255	100	
	L	Drobnoziarniste	Spoiste	50	130	155	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	145	205	220	
	O	Organiczne	Organiczne	110	170	45	
	E	Drobnoziarniste	Spoiste	240	180	0	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	255	210	85	
	GLM	Drobnoziarniste	Spoiste	225	110	10	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	250	190	145	
	GLF	Drobnoziarniste	Spoiste	190	190	0	
Bardzo grubo- i gruboziarniste		Niespoiste	255	255	0		
GLH	Drobnoziarniste	Spoiste	85	140	210		
	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	200	215	240		
Ng	T, M, R, L, Rl (Rpy), Rs (Rc, Rch), Wx	Drobnoziarniste, Rx	Spoiste	215	150	150	

Stratygrafia	Geneza	Grupa gruntów/skał wg ISO	Grupa gruntów/skał wg PN	Kolor w RGB			Uwagi
				R	G	B	
Ng-Pg		Bardzo grubo- i gruboziarniste, Rx	Niespoiste	240	220	220	
	Rs (Ro), Wx	Rx	ST(x), SM(x)	140	180	160	x symbol skały
Pg	T, M, R, L, Ri (RPy), Rs (Rc, RCh), Wx	Drobnoziarniste	Spoiste	200	80	80	
		Bardzo grubo- i gruboziarniste	Niespoiste	230	185	185	
Cr	Rs (Ro), Wx	Rx	ST(x), SM(x)	100	150	120	x symbol skały
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	0	175	80	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	75	255	145	
J	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	150	255	200	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	0	175	240	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	100	215	255	
T	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	175	235	255	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	165	95	165	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	190	140	190	
P	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	105	170	105	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	235	115	115	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	240	155	155	
C	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	245	185	185	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	90	90	90	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	125	125	125	
D	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	165	165	165	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	170	55	5	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	210	65	10	
S	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	245	120	65	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	120	210	195	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	165	225	215	
O	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	200	235	230	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	55	165	145	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	85	200	180	
Cm	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	150	220	210	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(X), SM(x)	70	135	85	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	100	175	115	
Pt	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	150	200	160	
	Ri (RPy, Rp), Rs (Rc, RCh, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	255	150	185	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	255	190	210	
	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	255	230	240	

Stratygrafia	Geneza	Grupa gruntów/skał wg ISO	Grupa gruntów/skał wg PN	Kolor w RGB			Uwagi
				R	G	B	
Ar	Ri (Rpy, Rp), Rs (Rc, Rch, Ro), Rm, Wx	Rx	ST(x), SM(x)	255	50	155	x symbol skały
	Wx	Drobnoziarniste	Drobnoziarniste	255	110	180	
	Wx	Bardzo grubo- i gruboziarniste	Bardzo grubo- i gruboziarniste	255	160	205	

Załącznik 19 Wyniki badań i wartości wyprowadzone

Załącznik 19.1 Wyniki badań i wartości wyprowadzone dla gruntów

Tabela (Tabela 83) zawiera zestawienie wyników badań oraz parametrów geotechnicznych gruntów, które należy stosować podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego.

Tabela 83 Zestawienie wyników badań oraz parametrów geotechnicznych gruntów, które należy stosować podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego

Symbol	Jednostka	Parametr	STES, STES-R I Etap	STES-R II Etap KP	PB
Parametry fizyczne					
w_n	[%]	wilgotność naturalna	Z	W	Z
w_p	[%]	wilgotność granicy plastyczności	Z/NW	W	Z
w_L	[%]	wilgotność granicy płynności	Z/NW	W	Z
w_s	[%]	wilgotność granicy skurczalności	Z/NW	Z/NW	Z
w_{opt}	[%]	wilgotność optymalna	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ρ	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa gruntu	Z/NW	W	Z
ρ_s	[Mg/m ³]	gęstość właściwa gruntu	Z/NW	W	Z
ρ_d	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa szkieletu gruntowego	Z/NW	W	Z
ρ_{dmax}	[Mg/m ³]	maksymalna gęstość objętościowa szkieletu gruntowego	Z/NW	Z/NW	Z/NW
γ	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu	Z/NW	W	Z
γ_s	[kN/m ³]	ciężar właściwy szkieletu gruntowego	Z/NW	W	Z
γ_d	[kN/m ³]	ciężar objętościowy szkieletu gruntowego	Z/NW	W	Z
γ'	[kN/m ³]	efektywny ciężar objętościowy gruntu z uwzględnieniem wyporu	Z/NW	W	Z
γ_{sr}	[kN/m ³]	ciężar objętościowy gruntu przy pełnym nasyceniu	Z/NW	W	Z
n	[%]	porowatość	Z/NW	Z/NW	Z/NW
e	[-]	wskaźnik porowatości	Z/NW	W	Z
e_{max}	[-]	wskaźnik porowatości przy maksymalnym zagęszczeniu	Z/NW	Z/NW	Z/NW
e_{min}	[-]	wskaźnik porowatości przy minimalnym zagęszczeniu	Z/NW	Z/NW	Z/NW
I_D	[-]	stopień zagęszczenia	Z/NW	W	Z
I_s	[-]	wskaźnik zagęszczenia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
I_L	[-]	stopień plastyczności	Z/NW	W	Z
I_p	[-]	wskaźnik plastyczności	Z/NW	W	Z
I_c	[-]	wskaźnik konsystencji	Z/NW	W	Z
f_n	[%]	zawartość frakcji: kamienistej (fk), żwirowej (fz), piaskowej (fp), pyłowej (fr), ilowej (fi)	W	W	Z
C_u (U)	[-]	wskaźnik jednorodności, wskaźnik jednorodności uziarnienia	Z/NW	W	Z
C_c (C)	[-]	wskaźnik krzywizny	Z/NW	Z/NW	Z/NW
SE (WP)	[%]	wskaźnik piaskowy	Z/NW	Z/NW	Z/NW
D	[%]	dyspersja	Z/NW	Z/NW	Z/NW
od D do ND	[-]	kategoria dyspersji	Z/NW	Z/NW	Z/NW
F_H	[mm]	mrozoodporność (wysadzinowość)	Z/NW	Z/NW	Z/NW
A	[-]	aktywność	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ρ_e	[Ω m]	opór właściwy	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Parametry chemiczne					
C_{om} (IOM)	[%]	zawartość części organicznych	Z/NW	Z	Z
I_z	[%]	straty masy przy prażeniu	Z/NW	W	Z
C_{CaCO_3}	[%]	zawartość węglanów	Z/NW	Z	Z
$C_{SO_4^{2-}}$, $C_{SO_3^{2-}}$	[%]	zawartość siarczanów	Z/NW	Z/NW	Z/NW
C_{Cl}	[%]	zawartość chlorków	Z/NW	Z/NW	Z/NW
pH	[-]	pH	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Stan i historia naprężenia					
σ_0	[kPa]	pionowe naprężenie in situ	Z/NW	W	Z
σ'_{v0}	[kPa]	pionowe naprężenie efektywne in situ	Z/NW	W	Z

Symbol	Jednostka	Parametr	STeS, STeS-R I Etap	STeS-R II Etap KP	PB
σ_{h0}	[kPa]	poziome naprężenie in situ	Z/NW	Z	Z
σ'_{h0}	[kPa]	poziome naprężenie efektywne in situ	Z/NW	Z	Z
τ	[kPa]	naprężenie ścinające	Z/NW	Z	Z
σ_n	[kPa]	naprężenie normalne	Z/NW	Z	Z
u_0	[kPa]	ciśnienie wody w porach gruntu in situ	Z/NW	W	Z
K_0	[-]	współczynnik parcia gruntu w spoczynku	Z/NW	Z	Z
σ'_p	[kPa]	naprężenie prekonsolidacji	Z/NW	Z	Z
OCR	[-]	współczynnik prekonsolidacji	Z/NW	Z	Z
Parametry wytrzymałościowe					
q_u	[kPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	Z/NW	Z/NW	Z/NW
c_u	[kPa]	wytrzymałość gruntu na ścinanie bez odpływu	Z/NW	W	Z
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	Z/NW	Z/NW	Z/NW
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z/NW	W	Z
c	[kPa]	spójność	Z/NW	Z/NW	Z/NW
c'	[kPa]	spójność efektywna	Z/NW	W	Z
τ_f	[kPa]	wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z/NW	Z/NW
τ_{fR}	[kPa]	rezydualna wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z/NW	Z/NW
φ'_R	[°]	rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z/NW	Z	Z
c'_R	[kPa]	rezydualna spójność efektywna	Z/NW	Z	Z
S_s	[-]	wrażliwość gruntu	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Ψ	[°]	kąt dylatacji	Z/NW	Z/NW	Z/NW
I_{CBR} (CBR)	[-]	kalifornijski wskaźnik nośności	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Parametry odkształceniowe					
ε	[-]	odkształcenie	Z/NW	W	Z
ε_v	[-]	odkształcenie pionowe	Z/NW	Z/NW	Z/NW
E_{oed}	[kPa]	moduł edometryczny	Z/NW	W	Z
M_0	[kPa]	edometryczny moduł ściśliwości pierwotnej (przedziały naprężeń)	Z/NW	W	Z
M	[kPa]	edometryczny moduł ściśliwości wtórnej (przedziały naprężeń)	Z/NW	W	Z
m_v	[1/kPa]	współczynnik ściśliwości objętościowej	Z/NW	Z/NW	Z/NW
c_v	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (pionowej)	Z/NW	W	Z
c_h	[m ² /s]	współczynnik konsolidacji (poziomej)	Z/NW	Z	Z
C_c	[-]	wskaźnik ściśliwości (pierwotnej)	Z/NW	W	Z
C_r	[-]	wskaźnik ściśliwości (wtórnej)	Z/NW	Z	Z
$C_{\alpha e}$	[-]	współczynnik ściśliwości wtórnej od e	Z/NW	Z	Z
$C_{\alpha \varepsilon}$	[-]	współczynnik ściśliwości wtórnej od ε	Z/NW	Z	Z
C_s	[-]	wskaźnik odprężenia	Z/NW	Z	Z
L_s	[%]	skurcz liniowy	Z/NW	Z/NW	Z/NW
e_p (V_p)	[%]	wskaźnik pęcznienia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
σ'_s (P_c)	[kPa]	ciśnienie pęcznienia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
TE	[%]	całkowite pęcznienie	Z/NW	Z/NW	Z/NW
S	[%]	potencjał pęcznienia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
FS (FS_{HG})	[%]	pęcznienie swobodne	Z/NW	Z/NW	Z/NW
El	[-]	wskaźnik ekspansji	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ε_s	[%]	odkształcenie pęcznienia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ε_{sh}	[%]	odkształcenie skurczu	Z/NW	Z/NW	Z/NW
σ	[kPa]	ciśnienie ssania (matrycowe)	Z/NW	Z/NW	Z/NW
h	[kPa]	ciśnienie ssania (całkowite)	Z/NW	Z/NW	Z/NW
I_{imp}	[-]	wskaźnik osiadania zapadowego	Z/NW	Z/NW	Z/NW
E	[MPa]	moduł Younga	Z/NW	Z	Z
E'	[MPa]	moduł Younga w warunkach z odpływem	Z/NW	Z	Z
E_u	[MPa]	moduł Younga w warunkach bez odpływu	Z/NW	Z	Z
E'_0, E'_{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł sprężystości Younga w warunkach z odpływem	Z/NW	Z	Z
E_{0u}, E_{maxu}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł Younga w warunkach bez	Z/NW	Z	Z

Symbol	Jednostka	Parametr	STEŚ, STEŚ-R I Etap	STEŚ-R II Etap KP	PB
		odpływu			
E'50	[MPa]	moduł Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach z odpływem	Z/NW	Z	Z
E _{u50}	[MPa]	moduł sprężystości Younga odpowiadający 50 % maksymalnej wartości wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu	Z/NW	Z	Z
E' _{ur}	[MPa]	moduł Younga dla odprężenia-powtórnego obciążenia w warunkach z odpływem	Z/NW	Z	Z
E _{ur}	[MPa]	moduł Younga dla odprężenia-powtórnego obciążenia w warunkach bez odpływu	Z/NW	Z	Z
G	[MPa]	moduł ścinania	Z/NW	Z	Z
G'	[MPa]	moduł ścinania w warunkach z odpływem	Z/NW	Z	Z
G _u	[MPa]	moduł ścinania w warunkach bez odpływu	Z/NW	Z	Z
G' ₀ , G' _{max}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania w warunkach z odpływem	Z/NW	Z	Z
G _{0u} , G _{maxu}	[MPa]	początkowy (maksymalny) moduł ścinania w warunkach bez odpływu	Z/NW	Z	Z
ν	[-]	współczynnik Poissona	Z/NW	Z	Z
Parametry filtracyjne					
k	[m/s]	współczynnik filtracji	W	W	Z
H _{kb}	[cm]	kapilarność bierna	Z/NW	Z/NW	Z/NW
H _{kc}	[cm]	kapilarność czynna	Z/NW	Z/NW	Z/NW
W – wymagany; NW – niewymagany; Z – zalecany; Z/NW – zalecany-niewymagany					

Załącznik 19.2 Wyniki badań i wartości wprowadzone dla skał

Tabela (Tabela 84) zawiera zestawienie wyników badań oraz parametrów geotechnicznych skał, które należy stosować podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego.

Tabela 84 Zestawienie wyników badań oraz parametrów geotechnicznych skał, które należy stosować podczas dokumentowania badań podłoża budowlanego

Symbol	Jednostka	Parametr	STEŚ STEŚ-R I Etap	STEŚ-R II Etap KP	PB
Parametry fizyczne					
w	[%]	wilgotność skały	W	W	Z
w _{ch}	[%]	współczynnik wodochłonności	Z/NW	Z/NW	Z/NW
q	[dm ³ /min/0,01MPa/m]	wodochłonność jednostkowa	Z/NW	Z/NW	Z/NW
K _w	[-]	wskaźnik nasycenia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
ρ _o	[Mg/m ³]	gęstość objętościowa skały	W	W	Z
ρ _s	[Mg/m ³]	gęstość właściwa skały	Z/NW	W	Z
γ _o	[kN/m ³]	ciężar objętościowy skały	W	W	Z
γ _s	[kN/m ³]	ciężar właściwy skały	Z/NW	W	Z
n _p	[%]	współczynnik porowatości całkowitej	NW	W	Z
n _{pw}	[%]	współczynnik porowatości względnej	Z/NW	W	Z
I _D (R _w)	[%]	wskaźnik rozmywalności	Z/NW	Z	Z
S	[%]	ubytek masy próbki pomiędzy masą przed zamrożeniem i po ostatnim sykle odmrózenia	Z/NW	Z/NW	Z/NW
w _m	[%]	współczynnik odporności na zamarzanie	Z/NW	W	Z
od A do H	[-]	klasyfikacja Skutty (Kidybiński, 1982) - rozmakalność	Z	Z	Z
r	[%]	wskaźnik rozmakalności	Z	W	Z
w (n _w)	[%]	nasiąkliwość	Z/NW	Z/NW	Z/NW
A _b	[%]	nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym	Z/NW	W	Z
ρ _e	[Wm]	elektryczny opór właściwy skał	Z/NW	Z/NW	Z/NW
Stan naprężenia					
σ _{v0}	[MPa]	pionowe naprężenie in situ	Z	Z	Z
σ _{h0}	[MPa]	poziome naprężenie in situ	Z	Z	Z

Symbol	Jednostka	Parametr	STeŚ STeŚ-R I Etap	STeŚ-R II Etap KP	PB
τ	[MPa]	naprężenie ścinające	Z	Z	Z
σ_n	[MPa]	naprężenie normalne	Z	Z	Z
σ_t	[MPa]	naprężenie rozciągające	Z	Z	Z
Parametry wytrzymałościowe					
$\sigma_c (R_c)$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie	W	W	Z
$\sigma_c^\wedge (R_{c^\wedge})$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku prostopadłym do uwarstwienia	Z	Z	Z
$\sigma_{c\parallel} (R_{c\parallel})$	[MPa]	wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie w kierunku równoległym do uwarstwienia	Z	Z	Z
$K_a (A)$	[-]	wskaźnik anizotropii wytrzymałości	W	Z	Z
I_{s50}	[MPa]	wskaźnik wytrzymałości punktowej	W	Z	Z
$\sigma_t (R_t)$	[MPa]	wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z	Z
$\sigma_{tmax} (R_{tmax})$	[MPa]	maksymalna wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z	Z
$\sigma_{tR} (R_{tR})$	[MPa]	rezydualna wytrzymałość na ścinanie	Z/NW	Z	Z
φ	[°]	kąt tarcia wewnętrznego	Z	W	Z
φ'	[°]	efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z	W	Z
φ'_R	[°]	rezydualny efektywny kąt tarcia wewnętrznego	Z/NW	Z	Z
c	[kPa]	spójność całkowita	Z	W	Z
c'	[kPa]	spójność efektywna	Z	W	Z
c'_R	[kPa]	rezydualna spójność efektywna	Z/NW	Z	Z
$\sigma_T (\sigma_r, R_r)$	[MPa]	wytrzymałość na rozciąganie	W	W	Z
$\sigma_g (R_g)$	[MPa]	wytrzymałość na zginanie	W	Z/NW	Z/NW
$\sigma_{tc} (R_{tc})$	[MPa]	wytrzymałość na trójosiowe ściskanie	Z	W	Z
Parametry odkształceniowe					
w_{cp}	[N/m ²]	wskaźnik ciśnienia pęcznienia	Z/NW	W	Z
w_{op}	[-]	wskaźnik odkształcenia pęcznienia	Z/NW	Z	Z
ϵ_{px}	[%]	odkształcenie pęcznienia	Z/NW	Z	Z
$E (E_s)$	[MPa]	moduł sprężystości (Younga) (statyczny moduł sprężystości (Younga))	W	W	Z
$\nu (\nu_s)$	[-]	współczynnik Poissona (statyczny współczynnik Poissona)	W	W	Z
$G (G_s)$	[MPa]	moduł ścinania (odkształcenia postaciowego) (statyczny moduł ścinania)	Z/NW	W	Z
$K (K_s)$	[MPa]	moduł odkształcenia objętościowego (statyczny moduł odkształcenia objętościowego)	Z/NW	W	Z
Parametry filtracyjne					
k_p	[D]	współczynnik przepuszczalności	Z/NW	Z/NW	Z/NW
k_f	[m/s]	współczynnik wodoprzepuszczalności (filtracji)	Z/NW	W	Z
Parametry akustyczne					
V_p	[m/s]	prędkość fali podłużnej	Z/NW	Z	Z
V_s	[m/s]	prędkość fali poprzecznej	Z/NW	Z	Z
V_r	[m/s]	prędkość fali powierzchniowej	Z/NW	Z	Z
E_d	[MPa]	dynamiczny moduł sprężystości (Younga)	Z	Z	Z
ν_d	[-]	dynamiczny współczynnik Poissona	Z	Z	Z
G_d	[MPa]	dynamiczny moduł ścinania (odkształcenia postaciowego)	Z/NW	Z	Z
K_d	[MPa]	dynamiczny moduł odkształcenia objętościowego	Z/NW	Z	Z
W – wymagany; Z – zalecany; Z/NW – zalecany-niewymagany					

Załącznik 20 Warunki geologiczno-inżynierskie

Załącznik 20.1 Ustalanie warunków geologiczno-inżynierskich

W ramach ustalania warunków geologiczno-inżynierskich należy zidentyfikować poniższe cechy budowy geologicznej w zakresie i z dokładnością określoną w tabelach (Tabela 85, Tabela 86).

W ramach identyfikacji warunków geomorfologicznych należy:

- rozpoznać formy geomorfologiczne,
- przeprowadzić analizę spadków terenu.

W ramach identyfikacji warunków hydrogeologicznych należy:

- rozpoznać liczbę poziomów wodonośnych, ich charakter (swobodne, napięte) oraz kontakty hydrauliczne między nimi,
- ustalić głębokość do zwierciadła wody pierwszego poziomu wód gruntowych i amplitudę jego zmian,
- ustalić charakter sieci rzecznej i warunków spływu wód (przepuszczalność utworów przypowierzchniowych).

W ramach identyfikacji warunków geologicznych należy:

- ustalić stratygrafię, genezę i litologię utworów w podłożu,
- ustalić miąższości i wzajemny układ warstw,
- określić właściwości fizyczno-mechaniczne utworów w podłożu i historię naprężeń.

W ramach identyfikacji zagrożeń geologicznych (**naturalnych lub wzbudzonych przez działalność człowieka**) należy:

- zidentyfikować osuwiska i ustalić ich aktywność,
- zidentyfikować obszary potencjalne zagrożone występowaniem ruchów masowych,
- zidentyfikować obszary występowania przejawów wód gruntowych (mokradeł, wysięków itp.),
- zidentyfikować obszary występowania krasu,
- zidentyfikować obszary występowania deformacji glacitektonicznych,
- wyznaczyć obszary podatne na erozję i abrazję,
- wyznaczyć obszary występowania gruntów podatnych na deformacje filtracyjne,
- wyznaczyć obszary zagrożone powodzią i/lub podtopieniami,
- zidentyfikować obszary obecnej i historycznej eksploatacji górniczej,
- wyznaczyć obszary możliwych deformacji ciągłych i nieciągłych i ich wielkość oraz obszary zmian stosunków wodnych w wyniku eksploatacji górniczej,
- wyznaczyć obszary możliwych wstrząsów sejsmicznych i ich wielkość,
- zidentyfikować obszary prowadzenia odwodnień,
- zidentyfikować obszary występowania masowych uszkodzeń obiektów budowlanych,
- zidentyfikować obszary występowania form antropogenicznych typu hałdy, wyrobiska, zwałowiska, składowiska itp.,
- wyznaczyć obszary możliwej degradacji i zmiany chemizmu wód, gruntów i skał.

Zidentyfikowane zagrożenia geologiczne należy przedstawić na mapie zagrożeń geologicznych wraz z tabelarycznym opisem, załączyć do dokumentu, który przedstawia wyniki badań podłoża (Załącznik 21).

Zasięg i szczegółowość identyfikacji warunków geologiczno-inżynierskich zależy od etapu realizacji inwestycji. Zakres i szczegółowość rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich zawierają tabele (Tabela 85, Tabela 86).

Tabela 85 Zakres rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na etapie STEŚ i STEŚ-R Etap I

Zakres rozpoznania / Warunki	Zasięg	Dokładność	Źródła danych
warunki geomorfologiczne	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj po 2 km od osi drogi)	Ustalenie form geomorfologicznych.	Dane kartograficzne (mapy i szkice geologiczne, numeryczny model terenu, ortofotomapa, dane teledetekcyjne).
warunki hydrogeologiczne	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj po 2 km od osi drogi)	Ustalenie głębokości pierwszego poziomu wód gruntowych. Ustalenie liczby poziomów wodonośnych i ich wzajemnego układu i charakteru (swobodne, napięte). Ustalenie kierunków spływu wód. Ustalenie wahań poziomów wód podziemnych z uzasadnieniem.	Dane kartograficzne (mapy i przekroje hydrogeologiczne), dokumentacja hydrogeologiczna wykonana w ramach etapu.
warunki geologiczne	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj po 2 km od osi drogi)	Ustalenie stratygrafii, litologii i genezy gruntów i skał w profilu. Ustalenie miąższości i układu warstw (kompleksów, serii i warstw litologicznych).	Mapy geologiczne (SMGP, atlasy geologiczno-inżynierskie). Archiwalne otwory wiertnicze. Otwory wykonane w ramach etapu.
występowanie zagrożeń geologicznych (naturalnych lub wzbudzonych działalnością człowieka)	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj po 2 km od osi drogi)	Inwentaryzacja wszystkich procesów geodynamicznych i antropogenicznych, w szczególności osuwisk, powodzi i podtopień, form antropogenicznych oraz szkód górniczych, poprzez określenie ich typu i zasięgu występowania. Określenie kategorii terenów górniczych zgodnie z Instrukcją ITB z 2013 r. „Ocena przydatności terenów górniczych do zabudowy”. Przeprowadzenie oceny terenu pod kątem zanieczyszczeń zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi - w zakresie identyfikacji wstępnej , w przypadku gdy nie została ona przeprowadzona w ramach dokumentacji hydrogeologicznej.	Dane archiwalne i kartograficzne oraz geologiczne bazy danych (SOPO, BDGI, HAŁDY, PODTOPIENIA itp.). Dane z kopalń w szczególności w zakresie prognozowanych deformacji (prognoza przybliżona wg Instrukcji ITB z 2013 r. „Ocena przydatności terenów górniczych do zabudowy”).

Tabela 86 Zakres rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na etapie STEŚ-R Etap II i KP

Zakres rozpoznania Warunki	Zasięg	Dokładność	Źródła danych
warunki geomorfologiczne	w granicach pasa drogowego i strefie buforowej (zazwyczaj 50-100 m od osi drogi w warunkach prostych i złożonych oraz 100-500 m w warunkach skomplikowanych)	Charakterystyka form geomorfologicznych. Analiza spadków terenu. Analiza hydrografii. Dane batymetryczne dla zbiorników wodnych.	Dane kartograficzne (mapy i szkice geologiczne, numeryczny model terenu, ortofotomapa, dane teledetekcyjne). Kartowanie geologiczno-inżynierskie. Badania geofizyczne.
warunki hydrogeologiczne		Ustalenie głębokości nawierconych i ustalonych poziomów wodonośnych. Ustalenie połączeń hydraulicznych między poziomami. Ustalenie amplitudy zmian sezonowych poziomów wodonośnych oraz możliwości pojawienia się wód w miejscach dotychczas suchych z uzasadnieniem.	Otwory wiertnicze i piezometry wykonane w ramach etapu. Dne z DH i dDH
warunki geologiczne		Ustalenie litologii i genezy gruntów i skał w profilu Ustalenie wyprowadzonych wartości parametrów geotechnicznych i ich zmienności przestrzennej. Ustalenie miąższości i układu warstw geologiczno-inżynierskich.	Badania geofizyczne, otwory wiertnicze, sondowania i badania laboratoryjne wykonane w ramach etapu.
występowanie zagrożeń geologicznych (naturalnych lub wzbudzonych działalnością człowieka)		Rozpoznanie wszystkich procesów geodynamicznych i antropogenicznych zgodnie z wymaganiami poradników: <ul style="list-style-type: none"> – „Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych” (Frankowski Z. i in., 2012) – ”Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego” (Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. i in., 2018) – „Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego dla celów likwidacji kopalń” (Dobak P. i in., 2009). Sporządzenie lub zaktualizowanie tzw. karty rejestracyjnej osuwiska zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi. Weryfikacja kategorii terenów górniczych. Przeprowadzenie oceny terenu pod kątem zanieczyszczeń zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi - w zakresie inwentaryzacji szczegółowej , w przypadku gdy nie została ona przeprowadzona w ramach dokumentacji hydrogeologicznej.	Badania geofizyczne, kartowanie geologiczno-inżynierskie. Otwory wiertnicze, sondowania i badania laboratoryjne wykonane w ramach etapu. Dane z kopalń w szczególności w zakresie prognozowanych deformacji (prognoza podstawowa lub szczegółowa wg Instrukcji ITB z 2013 r „Ocena przydatności terenów górniczych do zabudowy”).

Załącznik 20. 2 Ocena warunków geologiczno-inżynierskich

Ocenę warunków geologiczno-inżynierskich należy przeprowadzić metodą punktową zgodnie z poniższą tabelą (Tabela 87).

Tabela 87 Ocena warunków geologiczno-inżynierskich

Rodzaj warunków geologiczno-inżynierskich	Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	Kategoria warunków geologiczno-inżynierskich	OCENA [pkt]
geomorfologiczne	spadki ≤ 2 lub formy pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego, podłoże skalne niespękane	korzystne	1
	spadki 2-12% lub pokrywy zwietrzelinowe, formy denudacyjne, podłoże skalne spękane	średniokorzystne	2
	formy rzeczne, eoliczne, akumulacji morskiej, formy pochodzenia roślinnego, strefy krawędziowe wysoczyzn (stromie stoki, klify)	niekorzystne	3
	spadki $\geq 12\%$, formy krasowe i erozyjne	b. niekorzystne	6
hydrogeologiczne	głębokość pierwszego zwierciadła wód gruntowych ≥ 5 m pod poziomem niwelety/posadowienia obiektu lub brak wód gruntowych lub jeden poziom wodonośny o niewielkiej i znanej zmienności występujący poniżej poziomu posadowienia	korzystne	1
	głębokość pierwszego zwierciadła wód gruntowych 1-5 m pod poziomem niwelety/posadowienia obiektu lub jeden poziom wodonośny o znacznych wahaniami poziomu występujący w poziomie posadowienia lub powyżej	średniokorzystne	2
	głębokość pierwszego zwierciadła wód gruntowych ≤ 1 m pod poziomem niwelety/posadowienia obiektu lub kilka poziomów wodonośnych o dużych wahaniami i zasilaniu, występujących pod znacznym ciśnieniem hydrostatycznym, bardzo gęsta sieć rzeczna i melioracyjna,	niekorzystne	3
	artezyjskie zwierciadło wód podziemnych, zwierciadło wód gruntowych w poziomie posadowienia	b. niekorzystne	6
geologiczne	grunty w stanie średnio zagęszczonym i zagęszczonym oraz twar doplastycznym, półzwartymi i zwartym, skały niespękane	korzystne	1
	grunty w stanie luźnym, plastycznym, skały spękane	średniokorzystne	2
	grunty problematyczne (zwietrzelinowe i inne podatne na deformacje filtracyjne)	niekorzystne	3
	grunty problematyczne (organiczne, pęczniejące, zapadowe, tiksotropowe), grunty w stanie miękko plastycznym	b. niekorzystne	6
zagrożenia geologiczne (naturalne lub wzbudzone przez działalność człowieka)	brak przejawów czynnych i potencjalnych możliwości wystąpienia procesów geodynamicznych, brak antropopresji lub występują pokrywy nasypowe z gruntów naturalnych o miąższości ≤ 1 m, nasypy budowlane (budowle ziemne, makroniwelacja)	korzystne	1
	istnieje możliwość wystąpienia procesów geodynamicznych lub występują pokrywy nasypowe z gruntów naturalnych o dużej lub zmiennej miąższości	średniokorzystne	2
	wstrząsy sejsmiczne, zanieczyszczenia i degradacja gruntów, formy antropogeniczne (hałdy, wyrobiska, zwałowiska, składowiska, osadniki itp.), nasypy z odpadów	niekorzystne	3
	zidentyfikowano czynne procesy geodynamiczne lub szkody górnicze	b. niekorzystne	6
			SUMA PUNKTÓW
OCENA WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH		korzystne	4
		średniokorzystne	5-8
		niekorzystne	9-24

Warunki geologiczno-inżynierskie należy charakteryzować w studium geologiczno-inżynierskim

lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osobno dla drogi w podziale na odcinki i osobno dla każdego DOI, WTD, ITND, IO.

Opisową charakterystykę warunków geologiczno-inżynierskich wraz z oceną punktową należy zestawić w tabelach z kilometrażem, a warunki geologiczno-inżynierskie należy wskazać na przekrojach.

Załącznik 20.3 Ocena ryzyka geologicznego

Ocena ryzyka geologicznego składa się z:

- identyfikacji zagrożeń geologicznych zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 20.3.1,
- prognozy zmian warunków geologiczno-inżynierskich w związku z realizacją inwestycji zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 20.3.2,
- oceny wpływu inwestycji na środowisko geologiczne zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 20.3.3.

Załącznik 20.3.1 Identyfikacja ryzyka geologicznego

Identyfikację ryzyka geologicznego należy przeprowadzić na każdym etapie realizacji inwestycji poprzez:

- zlokalizowanie inwestycji w na tle regionalnej budowy geologicznej (Rysunek 44),
- określenie stopnia skomplikowania warunków gruntowych,
- ocenę warunków geologiczno-inżynierskich, przeprowadzoną zgodnie z wymaganiami rozdziału Załącznik 20.2,
- zaklasyfikowanie terenu pod kątem stopnia zagospodarowania i przekształcenia (tereny nienaruszone, tereny gęstej zabudowy, tereny działalności przemysłowej i rolniczej),
- zidentyfikowanie charakterystycznych właściwości projektowanego obiektu (droga, nasyp, wykop, drogowy obiekt inżynierski, plac itp.).

Przypisanie inwestycji (lub jej części) do konkretnego regionu geologicznego Polski implikuje możliwość zaistnienia niekorzystnych zjawisk geologicznych zgodnie z tabelą (Tabela 88).

Identyfikację ryzyka geologicznego należy umieścić w formie **zestawienia tabelarycznego** w studium geologiczno-inżynierskim lub dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osobno dla drogi w podziale na odcinki i osobno dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego, podając:

- region geologiczno-inżynierski zgodnie z tabelą (Tabela 88) i rysunkiem (Rysunek 44),
- stopień skomplikowania warunków gruntowych zgodnie z wymaganiami rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych,
- kategorię warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z tabelą (Tabela 87),
- sposób zagospodarowania i przekształcenia terenu na podstawie dokumentów planistycznych i/lub wizji terenowej - opisowo,
- rodzaj obiektu i jego podstawowe dane techniczne (odpowiednio: głębokość wykopu, wysokość nasypu, wymiary w planie, wysokość, średnica itp.).

Na każdym kolejnym etapie wymagana jest weryfikacja i aktualizacja przeprowadzonej oceny ryzyka. Tabelę można połączyć z tabelą warunków geologiczno-inżynierskich.



Rysunek 44 Regionalizacja geologiczno-inżynierska

Tabela 88 Podział Polski na regiony geologiczno-inżynierskie i obszary gruntów i skał (Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. i in., 2018)

Obszary gruntów i skał Procesy geologiczne i antropogeniczne	Regiony geologiczno-inżynierskie											
	1a - Region zlodowaceń północnopolskich fazy pomorskiej	1b - Region zlodowaceń północnopolskich zlodowacenia wisły	1c - Region zlodowaceń środkowopolskich zlodowacenia warty	1d - Region zlodowaceń środkowopolskich zlodowacenia odry	2a - Region Wyzyny Lubelskiej	2b - Region Wyzyny Małopolskiej	2c - Region Wyzyny Śląsko-Krakowskiej	3a - Region Przedgórze Karpackiego	3b - Region Przedgórze Sudeckiego	4a - Region Gór Świętokrzyskich	4b - Region Karpat	4c - Region Sudetów
obszar skał twardych							+			+		+
obszar skał nierozdzielonych z uwagi na wytrzymałość											+	
obszar skał miękkich					+	+	+			+	+	
obszar gruntów morskich	+											
obszar gruntów piaszczystych i mad dolin rzecznych	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
obszar gruntów piaszczystych lodowcowych, wodnolodowcowych i innych	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

Regiony geologiczno-inżynierskie	1a - Region zlodowaceń północnopolskich fazy pomorskiej	1b - Region zlodowaceń północnopolskich zlodowacenia wisły	1c - Region zlodowaceń środkowopolskich zlodowacenia warty	1d - Region zlodowaceń środkowopolskich zlodowacenia odry	2a - Region Wyżyny Lubelskiej	2b - Region Wyżyny Małopolskiej	2c - Region Wyżyny Śląsko-Krakowskiej	3a - Region Przedgórze Karpackiego	3b - Region Przedgórze Sudeckiego	4a - Region Gór Świętokrzyskich	4b - Region Karpat	4c - Region Sudetów
Obszary gruntów i skał Procesy geologiczne i antropogeniczne												
obszar glin zwałowych zlodowacenia południowopolskiego					+	+	+	+	+			
obszar glin zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego			+	+	+	+	+		+			
obszar glin zwałowych zlodowacenia północnopolskiego	+	+										
obszar lessów i gruntów lessopodobnych				+	+	+	+	+	+	+	+	+
obszar gruntów zastoiskowych i jeziornych	+	+	+	+		+		+	+	+		
obszar gruntów eolicznych i wydmowych	+	+	+	+	+	+	+	+				
obszar gruntów organicznych	+	+	+	+	+			+	+			
obszar koluwiów osuwiskowych	+	+	+	+							+	
obszar gruntów antropogenicznych	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
pokrywy zwietrzelinowe					+	+	+	+	+	+	+	+
kras				+	+		+			+		
zapadanie lessów					+	+	+	+	+	+		
szkody górnicze					+		+					+
osuwiska	+	+	+	+					+		+	

Załącznik 20. 3. 2 Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich

Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich polega na przewidywaniu, w jakim zakresie zmianie ulegną podstawowe cechy budowy geologicznej na skutek powstania obiektu budowlanego na wszystkich etapach procesu inwestycyjnego. Prognozie należy poddać te same czynniki, które podlegają ocenie, tj.: warunki geomorfologiczne, hydrogeologiczne, geologiczne i zagrożenia geologiczne (naturalne i wzbudzone przez działalność człowieka) podane w tabeli (Tabela 88).

Tabela 89 Elementy podlegające ocenie w prognozie zmian warunków geologiczno-inżynierskich

Rodzaj warunków geologiczno-inżynierskich	Przykładowe zmiany w wyniku realizacji inwestycji*
geomorfologiczne	zmiany w morfologii terenu (wykopy, nasypy, makroniwelacje), sztuczne obniżenia terenu powodujące gromadzenie się wód powierzchniowych (podmokłości), wpływ budowy tymczasowych lub stałych składowisk odpadów lub zwałowisk na zmianę naturalnych stosunków wodnych.
hydrogeologiczne	zmiana stosunków wodnych (stałe i czasowe odwodnienia, próbné pompowania, nawadnianie, regulacja rzek), zmiana kierunków spływu wód (przegrody podziemne, ściany szczelinowe, ścianki szczelne, powierzchnie utwardzane, zbiorniki retencyjne), łączenie poziomów wodonośnych (zmiana chemizmu wód porowych), duże wahania poziomu wód podziemnych.
geologiczne	zmiana parametrów gruntu pod wpływem zawilgocenia, wysuszenia lub przemarzania w wyniku realizacji obiektu (zmiana stanu nasycenia gruntu, pęcznienie, skurcz, zmiana parametrów wytrzymałościowych, osiadanie zapadawe itp.), odkształcenie wywołane obciążeniem podłoża, zmiana stanu naprężeń w wyniku odprężenia (głębokie wykopy), niekorzystne zmiany w środowisku zbudowanym z gruntów problematycznych (szczególnie pyły, pyły piaszczyste, grunty organiczne).

zagrożenia geologiczne (naturalne lub wzbudzone przez działalność człowieka)	<p>podcięcia skarp i zboczy oraz realizacja głębokich wykopów generujące ruchy masowe, zagrożenia filtracyjne (przebicia hydrauliczne, upłynnienie, osiadanie zapadowe, procesy erozji itp.), samowypływy spowodowane niewłaściwą likwidacją otworów wiertniczych lub niewłaściwym prowadzeniem robót ziemnych,</p> <p>zanieczyszczenie wód podziemnych i gruntów (również w strefie poza pasem drogowym) pod wpływem badań i w czasie realizacji inwestycji oraz w fazie eksploatacji (związane z ruchem samochodowym lub zimowym utrzymaniem dróg),</p> <p>zmiany szaty roślinnej (np. wycinka i nasadzenia drzew, krzewów itp.),</p> <p>aktywacja procesów erozyjnych pod wpływem zmian w przepływie wód w wyniku zmian w ukształtowaniu powierzchni terenu,</p> <p>aktywacja procesów osuwiskowych lub zapadliskowych (tereny górnicze) w wyniku eksploatacji drogi (ruchu pojazdów).</p> <p>wpływ technologii robót budowlanych na otoczenie,</p> <p>wskazanie zaleceń przywrócenia do stanu wyjściowego otoczenia wykonanych obiektów budowlanych w ramach inwestycji (np. rekultywacja obszarów objętych robotami ziemnymi lub obszarów zdewastowanych/zanieczyszczonych; wykonanie systemu melioracyjnego na terenach zagrożonych podtopieniami).</p>
<p>* Lista możliwych zmian ma charakter otwarty i może być rozszerzona w zależności od potrzeb.</p>	

Prognozę zmian warunków geologiczno-inżynierskich należy umieścić w formie **zestawienia tabelarycznego** w studium geologiczno-inżynierskim i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej osobno dla drogi w podziale na odcinki i osobno dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego, podając listę możliwych zmian warunków geologiczno-inżynierskich w wyniku realizacji inwestycji w dostosowaniu do etapu inwestycji. Tabelę można połączyć z tabelą warunków geologiczno-inżynierskich i identyfikacją ryzyka geologicznego.

Załącznik 20. 3. 3 Ocena wpływu inwestycji na środowisko geologiczne

Zgodnie z ustawą Prawo geologiczne i górnicze prognozę zmian w środowisku, które mogą powstać na skutek realizacji, funkcjonowania oraz likwidacji zamierzonych przedsięwzięć opracowuje się tylko w przypadku gdy nie istnieje obowiązek sporządzania raportu o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko.

W dokumentacji należy tylko umieścić informację: tytuł opracowania – raportu, datę sporządzenia, instytucję, która sporządziła raport oraz numer decyzji i nazwę organu, który decyzje wydał.

Załącznik 21 Część tekstowa i graficzna dokumentów przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego

Załącznik 21.1 Treść i sposób opracowania części tekstowej

Zaleca się, aby część tekstowa dokumentów związanych z przedstawieniem wyników badań podłoża miała charakter opracowania syntetycznego obejmującego analizę danych archiwalnych, opis wykonanych badań, sposób ich interpretacji oraz oceny, model geologiczny, charakterystykę warunków hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, właściwości fizyczno-mechanicznych wydzielonych warstw gruntów i skał, zestawienie parametrów geotechnicznych oraz wnioski w odniesieniu do obszaru badań na tle uwarunkowań regionalnych. Część tekstowa powinna zawierać opisy, uzasadnienia, szczegółowe komentarze oraz odniesienia do załączników graficznych i zestawień tabelarycznych w nawiązaniu do celu badań, obszaru badań i regionu badań.

Część tekstowa, w zależności od dokumentu (Tabela 3), powinna zawierać następujące informacje:

- imiona i nazwiska wszystkich osób uczestniczących w procesie dokumentowania z przypisaną im rolą i wykonanymi czynnościami,
- założenia projektowe (konstrukcyjne) dla obiektu budowlanego wraz z podaniem kategorii geotechnicznej i określeniem stopnia skomplikowania warunków gruntowych,
- ogólną charakterystykę obszaru badań oraz terenów sąsiadujących wraz z historią zagospodarowania,
- cel i zakres wykonanych badań w odniesieniu do etapu inwestycji,
- lokalizację poszczególnych badań terenowych,
- wyniki badań terenowych i laboratoryjnych wraz z ich interpretacją i oceną,
- daty wykonania wszystkich obserwacji terenowych, daty badań laboratoryjnych i terenowych oraz daty opracowania dokumentu w podziale na: data rozpoczęcia/data zakończenia,
- ustalenie warunków hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich lub warunków geotechnicznych dla obszaru badań,
- ocenę i prognozę zmian warunków geologiczno-inżynierskich na etapie budowy i eksploatacji,
- zagrożenia geologiczne/geotechniczne mające wpływ na obiekt budowlany wraz z ich oceną i prognozą zmian na etapie budowy i eksploatacji,
- opis modelu geologicznego wraz z charakterystyką właściwości fizyczno-mechanicznych wydzielonych warstw gruntów i skał, z podaniem wartości wyprowadzonych lub charakterystycznych parametrów geotechnicznych.

Tekst dokumentów związanych z przedstawieniem wyników badań podłoża powinien zawierać, w zależności od etapu inwestycji, w nawiązaniu do materiałów archiwalnych i wyników badań w odniesieniu do obszaru badań i uwarunkowań regionalnych następujące elementy:

- wstęp - informacja o wykonawcy dokumentacji, opis prac poszczególnych podwykonawców, etap inwestycji, informacje o obiekcie budowlanym, podstawa wykonania prac i robót geologicznych, badań hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, opis celu prac i robót geologicznych, badań hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych,
- ogólną charakterystykę terenu - położenie administracyjne, charakterystyka zagospodarowania terenu obecna i historyczna,
- analiza materiałów archiwalnych oraz danych z wizji terenowej,
- warunki geomorfologiczne i hydrograficzne - charakterystyka form geomorfologicznych i

ich wpływ na ukształtowanie terenu opis genezy gruntów i skał, warunki hydrograficzne i położenie geograficzne,

- warunki geologiczne - charakterystyka budowy geologicznej z uwzględnieniem stratygrafii, litologii i tektoniki,
- warunki hydrogeologiczne - charakterystyka poziomów wód podziemnych stwierdzonych na obszarze badań z uwzględnieniem głębokości występowania poziomów wód podziemnych i ciśnień, charakteru zwierciadła wód podziemnych, amplitudy wahań sezonowych i z wielolecia, maksymalne położenie zwierciadła wód podziemnych na podstawie materiałów archiwalnych i wizji terenowej z podaniem uzasadnienia,
- zagrożenia geologiczne naturalne - opisane zjawiska i procesy geodynamiczne i geologiczne w tym: ruchy masowe (osuwiska), podtopienia i powodzie, zjawiska krasowe, erozja i akumulacja, deformacje filtracyjne (sufozja, osiadanie zapadowe), ekspansywność, deformacje tektoniczne, sejsmiczność wraz ze stopniem aktywności. Jeżeli podczas prac dokumentacyjnych na terenie badań nie stwierdzono występowania zagrożeń geologicznych, to w dokumencie należy ten fakt zapisać,
- zagrożenia geologiczne antropogeniczne - opisane obecne i historyczne formy przekształceń powierzchni terenu i podłoża inwestycji w wyniku działalności człowieka, w tym: szkody górnicze, tereny zrehabilitowane i niezrehabilitowane, strefy zanieczyszczeń, sieć melioracyjna, infrastruktura podziemna i powierzchniowa, stare fundamenty i elementy konstrukcji, wraz ze stopniem ich oddziaływania. Jeżeli podczas prac dokumentacyjnych na terenie badań nie stwierdzono występowania zagrożeń geologicznych, to w dokumencie należy ten fakt zapisać,
- warunki geologiczno-inżynierskie - ustalenie, opis, ocena i prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich dla drogi głównej, pozostałych dróg w pasie drogowym oraz dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego i obiektów pozostałych,
- warunki geotechniczne - ustalenie, opis i ocena warunków geotechnicznych,
- zagrożenia geotechniczne - opisane oddziaływania na obiekty budowlane, które zagrażają stateczności,
- wyniki badań terenowych i laboratoryjnych - opis metod, rodzaj i zakres wszystkich wykonanych badań, sposobu ich przetworzenia i interpretacji wraz z uzasadnieniem przyjętych metod interpretacji, ocenę pod kątem wykorzystania do realizacji obiektu budowlanego, a także zgodność z projektem robót geologicznych lub programem badań geotechnicznych, jeśli taki został wcześniej opracowany,
- charakterystykę wydzielonych warstw gruntów i skał - kryteria wydzielenia warstw gruntów i skał, opis wydzielonych warstw gruntów i skał na obszarze badań wraz z charakterystyką właściwości fizyczno-mechanicznych i ustalonymi wartościami wyprowadzonymi/charakterystycznymi parametrów geotechnicznych,
- model geologiczny - opis i charakterystyka,
- charakterystykę surowców budowlanych - lokalizacja i opis złóż kopalin przydatnych do celów budowlanych możliwych do wykorzystania na etapie budowy,
- podsumowanie i wnioski - podsumowanie wszystkich prac, robót i badań wykonanych w poszczególnych fazach dokumentowania, wnioski na potrzeby prac projektowych, robót budowlanych.
- literaturę - wykaz użytej i cytowanej literatury, zarówno pozycji opublikowanych, jak i nie publikowanych, wskazanie archiwum lub miejsca gdzie dane pozycje niepublikowane są zgromadzone.

Układ tekstu oraz jego zawartość należy ustalać w zależności od rodzaju dokumentu (Tabela 3), etapu badań, przepisów prawa, norm oraz potrzeb inwestora, projektanta i/lub wykonawcy robót

budowlanych.

Charakter tekstu w zależności od dokumentu ulega zmianom od ogólnych opisów na etapie STEŚ, STEŚ-R Etap I do bardzo szczegółowych na etapie projektu budowlanego (PB).

Załącznik 21.2 Treść i forma części graficznej

Część graficzna w zależności od dokumentu przedstawiającego wyniki badań podłoża (Tabela 3) jest integralnym elementem części tekstowej. Przedstawia dane archiwalne oraz wyniki badań w odniesieniu do obszaru badań na tle danych regionalnych w postaci map, przekrojów, modeli, kart informacyjnych, wykresów, dokumentacji fotograficznej, zestawień tabelarycznych i innych.

Załączniki graficzne w zależności od postaci powinny być przygotowane czytelnie, zawierać zestandaryzowane symbole i zwięzłe objaśnienia oraz informację na temat źródła pochodzenia, jeśli są opracowane na podstawie danych archiwalnych.

W przypadku załączników graficznych w formie map, przekrojów, i kart z wynikami badań, kierując się przede wszystkim przepisami oraz ich czytelnością i użytecznością, należy dobrać skalę stosując następujące zalecenia:

- mapy regionalne - skala 1:50 000 i mniejsze,
- mapy lokalizacyjne - skala 1:50 000 i większe,
- archiwalne mapy geologiczne (SMGP, MHP, MGŚP) - skala 1:50 000,
- mapy dokumentacyjne z lokalizacją punktów dokumentacyjnych - skala 1:2 000 i większe,
- mapy tematyczne np.: mapa geologiczno-inżynierska, mapa gruntów słabych, mapa hydrogeologiczna skala 1:2 000 i większe,
- przekroje geologiczno-inżynierskie/geotechniczne - skala pozioma 1:2 000 i większe, skala pionowa przewyższenie 1:10 dla pasa drogowego podzielone na odcinki 1 km, 1:1 dla obiektów mostowych i przekrojów poprzecznych do pasa drogi, w przypadku obiektów mostowych długich dopuszcza się odstępstwa,
- przekroje geofizyczne, geologiczno-geofizyczne - skala pozioma 1:2 000 i większe, skala pionowa przewyższenie 1:10 dla pasa drogowego podzielone na odcinki 1 km, 1:1 dla obiektów mostowych i przekrojów poprzecznych do pasa drogi, w przypadku obiektów mostowych długich dopuszcza się odstępstwa,
- karty wierceń, karty sondowań - opracowane w jednej skali 1: 50 lub mniejszej dostosowane do ich głębokości.

Zaleca się, aby poza mapami przedstawiającymi ogólny obraz obszaru badań (np.: mapa lokalizacyjna, mapa surowców budowlanych), skala wszystkich map, przekrojów i kart informacyjnych była jednolita dla całego opracowania.

Załączniki graficzne powinny zawierać następujące informacje:

- tytuł,
- imię i nazwisko autora lub zespół autorski,
- skalę,
- datę opracowania,
- wykaz materiałów i danych na podstawie, których zostały wykonane,
- kierunki świata (w przypadku przekrojów),
- kierunek północy (w przypadku map),
- legendę (w przypadku map),
- siatka współrzędnych i układ odniesienia (w przypadku map).

Zaleca się, aby część graficzna dokumentów zawierała, w zależności od potrzeb następujące elementy:

- mapa lokalizacyjna - obejmuje cały obszar inwestycji, przedstawiająca m.in. lokalizację terenu inwestycji, jego sąsiedztwo, granice administracyjne i lokalizację względem dróg, siedzib gmin i powiatów, miejscowości i hydrografii (Załącznik 21. 3),
- mapa dokumentacyjna - przedstawia lokalizację i rodzaj poszczególnych badań (wiercenia, sondowania, odsłonięcia, geofizyka itd.), przebieg wykonanych na ich podstawie przekrojów geologiczno-inżynierskich, geofizycznych oraz inne elementy istotne ze względu zobrazowanie wykonanych badań (Załącznik 21. 3),
- mapa geomorfologiczna - przedstawia rozmieszczenie i zasięg form rzeźby terenu oraz ich genezę, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań lub materiałów archiwalnych np.: numeryczny model terenu NMT,
- mapa geologiczna lub mapa gruntów na wybranych głębokościach - mapa lub zestaw map przedstawiających budowę geologiczną terenu, czyli interpretację przestrzennego zasięgu wydzielen geologicznych, mogą być wykonane na wybranej głębokości, powinny zawierać elementy tektoniki, opracowane na podstawie wyników wykonanych badań,
- mapa hydrogeologiczna - przedstawia warunki występowania i rozprzestrzenienia wód podziemnych oraz ich dynamiki, w zależności od potrzeb może być wykonana jako mapa hydroizobat, mapa hydroizohips lub tzw. mapa warstwy suchej, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań,
- mapa zagrożeń geologicznych - przedstawia rozprzestrzenienie oraz rodzaj zjawisk i procesów naturalnych (np.: osuwiska, osiadanie zapadowe, kras, ekspansywność) lub wywołanych działalnością człowieka (np.: szkody górnicze, szkody budowlane, drgania komunikacyjne, leje depresji) mogących mieć wpływ na inwestycję, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań lub materiałów archiwalnych,
- mapa warunków geologiczno-inżynierskich - syntetyczna mapa wykonana w oparciu o ustalone i ocenione warunki geomorfologiczne, geologiczne, hydrogeologiczne i zagrożenia geologiczne, mapa może być wykonana jako mapa warunków geologiczno-inżynierskich lub mapa rejonizacji geologiczno-inżynierskiej, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań,
- mapa warunków geotechnicznych - mapa wykonana w oparciu o ustalone warunki geotechniczne i zagrożenia geotechniczne, opracowana na podstawie wyników wykonanych badań,
- mapy występowania surowców budowlanych - przedstawia położenie, rodzaj i zasoby złóż (piasek, kruszywo, grunty spoiste) przydatnych do realizacji inwestycji, mapa może zawierać prognozę możliwości wydobycia surowców,
- przekroje geofizyczne - przedstawiają wyniki badań geofizycznych, wykonane w odpowiedniej skali, zinterpretowane na podstawie wierceń i sondowań (Załącznik 21. 3),
- przekroje geologiczno-geofizyczne - przedstawiają nałożenie na siebie wyników badań geofizycznych i geologiczno-inżynierskich,
- przekroje hydrogeologiczne - obrazują na tle morfologii terenu warunki hydrogeologiczne występujące w podłożu inwestycji oraz w jej sąsiedztwie (Załącznik 21. 3),
- warunki hydrogeologiczne w formie tabelarycznej - tabele zawierające opis warunków hydrogeologicznych względem drogi głównej, pozostałych dróg w pasie drogowym oraz dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego i obiektów pozostałych (Załącznik 21. 3),
- przekroje geologiczno-inżynierskie - obrazują na tle morfologii terenu układ warstw gruntów i skał scharakteryzowanymi wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych, położenie zwierciadła wody podziemnej oraz występowanie stref zagrożeń geologicznych, opracowane na podstawie wyników wykonanych badań i/lub materiałów archiwalnych, powinny przebiegać przez możliwie jak największą liczbę

wydzielonych jednostek o różnych warunkach geologiczno-inżynierskich oraz zwracać lokalizację punktów dokumentacyjnych wraz z ich rzędną, głębokością i odpowiednio opisanym profilem pionowym (litologia, stany gruntów, zwierciadło wody, wyniki sondowań itd.) (Załącznik 21. 3),

- warunki geologiczno-inżynierskie w formie tabelarycznej - tabele zawierające opis warunków geologiczno-inżynierskich ich ocenę i prognozę względem drogi głównej, pozostałych dróg w pasie drogowym oraz dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego i obiektów pozostałych (Załącznik 21. 3),
- przekroje geotechniczne - obrazują na tle morfologii terenu układ warstw gruntów i skał scharakteryzowanymi wartościami charakterystycznymi parametrów geotechnicznych, położenie zwierciadła wody podziemnej oraz występowanie stref zagrożeń geotechnicznych, z zaznaczonym poziomem posadowienia/wzmocnienia, opracowane na podstawie wyników wykonanych badań i/lub materiałów archiwalnych, powinny zwracać lokalizację punktów dokumentacyjnych wraz z ich rzędną, głębokością i odpowiednio opisanym profilem pionowym (litologia, stany gruntów, zwierciadło wody, wyniki sondowań itd.) (Załącznik 21. 3),
- warunki geotechniczne w formie tabelarycznej - tabele zawierające opis warunków geotechnicznych względem pasa drogowego oraz dla każdego drogowego obiektu inżynierskiego (Załącznik 21. 3),
- karty otworów wiertniczych - przedstawiają profile otworów wiertniczych wraz z litologią, stratygrafią, genezą, poziomem nawierconych i ustalonych zwierciadeł wód podziemnych, nazwą otworu, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania wiercenia. zaleca się, żeby karta otworu posiadała także ogólne informacje o lokalizacji wiercenia (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy i rodzaju (techniki) wiercenia (Załącznik 21. 3),
- karty wyników badań terenowych - przedstawiają wyniki badań terenowych wraz z interpretacją, rodzajem, nazwą punktu dokumentacyjnego, współrzędnymi, rzędną, głębokością i datą wykonania. zaleca się, żeby karta badań posiadała także ogólne informacje o lokalizacji badań (powiat, gmina, miejscowość, adres), inwestorze, wykonawcy i rodzaju badania np.: karta sondowania, karta badania geofizycznego (Załącznik 21. 3),
- karty obserwacji terenowych - przedstawiają wyniki obserwacji terenowych wykonane podczas kartowania hydrogeologicznego/geologiczno-inżynierskiego (Załącznik 21. 3),
- zestawienia tabelaryczne wykonanych badań terenowych i laboratoryjnych (Załącznik 21. 3),
- dokumentacja fotograficzna - zawiera zdjęcia rdzeni wiertniczych, profilu litologicznego, obserwacji terenowych z georeferencją,
- zestawienie tabelaryczne wyników właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów i skał wraz ze statystykami opisowymi dla każdej wydzielonej warstwy (Załącznik 21. 3),
- zestawienie tabelaryczne parametrów geotechnicznych gruntów i skał,
- zestawienie tabelaryczne właściwości fizyko-chemicznych próbek wód podziemnych.

Dodatkowo zaleca się, aby w zależności od specyfiki obszaru badań opracowywać mapy tematyczne i zestawienia tabelaryczne, charakteryzujące problematykę danego regionu np.:

- mapa osiadania terenu - przedstawiająca przestrzenny zasięg i wielkość pomierzonych lub spodziewanych osiadań terenu, np.: terenów górniczych lub pogórniczych,
- mapa zasięgu gruntów organicznych - przedstawiająca przestrzenny zasięg i miąższość gruntów organicznych,

- mapy stropu i/lub miąższości gruntów problematycznych (ekspansywnych, zapadowych, luźnych, zwietrzałych, skrasowiałych itp.) - przedstawiające morfologię i głębokość położenia stropu i/lub miąższość gruntów problematycznych mogących stanowić problem dla inwestycji.

Wykaz i zawartość załączników graficznych należy dobierać w zależności od rodzaju dokumentu (Tabela 3), etapu badań, przepisów prawa, norm oraz potrzeb inwestora, projektanta i/lub wykonawcy robót budowlanych.

Załącznik 21.3 Zawartość załączników graficznych

Załącznik 21.3.1 Schemat konstrukcji otworu wiertniczego

Wymaga się, aby Schemat konstrukcji otworu wiertniczego zawierał:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 90),
- Przewidywany profil litologiczny przedstawiony graficznie i za pomocą symboli gruntów, ze skalą pionową oraz podaną głębokością granic wydzielonych warstw w metrach, projektowana głębokość otworu,
- Przewidywana głębokość zwierciadła wody oznaczona graficznie i liczbowo w m p.p.t. z rozróżnieniem na zwierciadło nawiercone, ustabilizowane i sączenie,
- Opis projektowanego opróbowania otworu. Głębokość pobrania, kategoria pobrania i klasa jakości, sposób pobrania,
- Schemat techniczny zarurowania w zależności od przewidywanego układu warstw gruntów (przedstawienie graficzne zaprojektowanej kolumny rur osłonowych, proponowanej średnicy, proponowanego zabezpieczenia przed dopływem wody, informacje dotyczące zamykania horyzontów wodonośnych),
- Sposób/schemat likwidacji otworu (usunięcie rur osłonowych, wypełnienie urobkiem zgodnie z profilem lub materiałem o takiej samej przepuszczalności),
- System wiercenia.

Tabela 90 Wzór nagłówka Schematu konstrukcji otworu wiertniczego

SCHEMAT KONSTRUKCJI OTWORU WIERTNICZEGO		Załącznik nr:
Przedsięwzięcie:		
Inwestor:		
Projektant:		
Wykonawca badań:		
Dokumentator:		
Opracował:	Podpis:	Data:

Załącznik 21.3.2 Karta obserwacji terenowych

Wymaga się, aby Karta obserwacji terenowych zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 91),
- Szkic lokalizacyjny i dokumentacja fotograficzna,
- Skala w jakiej został sporządzony rysunek, skala na fotografii,
- Rodzaj zjawiska/obiektu,
- Użytkownik/sposób użytkowania obiektu,
- Adres obiektu,
- Współrzędne obiektu, układ odniesienia, rzędna terenu H, układ odniesienia,
- Powierzchnia/zasięg obiektu,
- Zagrożenie dla inwestycji drogowej,
- Kolidzja z infrastrukturą naziemną/podziemną,
- Dane techniczne studni (stan, cel pobierania wody, rodzaj obudowy, wysokość obudowy,

zabezpieczenie studni (przykrycie), urządzenie czerpalne, wodociąg/kanalizacja, średnica wewnętrzna (m), głębokość studni (m), głębokość do wody (m), pH (-), temperatura (°C), przewodność (µS/cm).

Tabela 91 Wzór nagłówka - Karta obserwacji terenowych

KARTA OBSERWACJI TERENOWYCH		Załącznik nr:
Nr drogi/obiektu:	Przedsięwzięcie:	Rodzaj obserwacji:
Kilometraż:	Inwestor:	
Województwo:	Projektant:	Data wykonania obserwacji:
Powiat:	Wykonawca badań:	Metoda pomiaru współrzędnych (GNSS/ RTK/RTN):
Gmina:	Dokumentator:	Metoda pomiaru wysokości (GNSS/ RTK/RTN):
Opracował:	Podpis:	Data:

Załącznik 21. 3. 3 Karta badania geofizycznego

Wymaga się, aby Karta badania geofizycznego zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 92),
- Dane dotyczące wykonanych badań i pomiarów (w zależności od metody):
 - Tomografia elektrooporowa (nazwa profilu, technika pomiarów/układ pomiarowy, długość profilu [m], kilometraż trasy [km], krok pomiarowy (strzałowy) [m], odległość między geofonami [m], liczba kanałów aktywnych, częstotliwość geofonów [Hz], kierunek przebiegu profilu w terenie, nazwa pliku ze współrzędnymi),
 - Metody sejsmiczne (nazwa profilu, technika pomiarów/układ pomiarowy, długość profilu [m], kilometraż trasy [km], krok pomiarowy (strzałowy) [m], odległość między geofonami [m], liczba kanałów aktywnych, częstotliwość geofonów [Hz], kierunek przebiegu profilu w terenie, nazwa pliku ze współrzędnymi),
 - Georadar (nazwa profilu, technika pomiarów, długość profilu [m], kilometraż trasy [km], rodzaj anteny, próbkowanie, składanie, kierunek przebiegu profilu w terenie, nazwa pliku ze współrzędnymi),
 - Inne metody geofizyczne (nazwa profilu / stanowiska pomiarowego, technika pomiarów, kilometraż trasy [km], nazwa pliku ze współrzędnymi oraz pomierzonymi parametrami, uwagi).

Tabela 92 Wzór nagłówka - Karta badania geofizycznego

Nr drogi/obiektu / Kilometraż:	KARTA BADANIA GEOFIZYCZNEGO	Załącznik nr:
Województwo:	Przedsięwzięcie:	Data wykonania badań:
Powiat:	Inwestor:	Metodyka prac:
Gmina:	Projektant:	Oprogramowanie do przetwarzania danych:
Operator sprzętu:	Wykonawca badań:	Metoda pomiaru współrzędnych (GNSS/ RTK/RTN):
Aparatura geofizyczna:	Dokumentator:	Metoda pomiaru wysokości (GNSS/ RTK/RTN):
Opracował:	Podpis:	Data:

Załącznik 21. 3. 4 Karta wiercenia

Wymaga się, aby Karta wiercenia zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 93),
- Profil stratygraficzny (stratygrafia warstw wydzielonych na profilu litologicznym),
- Profil litologiczny przedstawiony graficznie i za pomocą symboli gruntów, ze skalą pionową oraz podaną głębokością granic wydzielonych warstw w metrach,

- Głębokość zwierciadła wody oznaczona graficznie i liczbowo w m p.p.t., z rozróżnieniem na zwierciadło nawiercone, ustabilizowane i sączenie,
- Nazwa i opis makroskopowy gruntu zgodnie z normą PN-EN ISO 14688-1 (nazwa gruntu, oznaczenie składu granulometrycznego (frakcja główna, frakcje drugorzędne, przewarstwienia), symbol warstwy w profilu wietrzeniowym, kształt cząstek, skład mineralny, zawartość drobnych frakcji (%), zawartość piasku, pyłu i iłu, wilgotność, barwa, dylatacja pyłu i iłu, plastyczność, konsystencja, zawartość węglanów, opis pozostałych cech (zawartość substancji organicznej, struktura gruntu-nieciągłości i warstwowania, zapach, inne kryteria i spostrzeżenia, nazwa lokalna), geneza
- Nazwa i opis makroskopowy skały zgodnie z normą PN-EN ISO 14689 (opis, grupa genetyczna, symbol skały, geneza, symbol warstwy w profilu wietrzeniowym, struktura, wielkość uziarnienia, skład mineralny, spoiwo, zmiany wietrzeniowe, zawartość węglanów, odporność materiału skalnego, wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie, RQD/SCR/TCR, pustki, barwa
- Wydzielenie geologiczno-inżynierskie/geotechniczne (symbol warstwy geologiczno-inżynierskiej/geotechnicznej),
- Głębokość pobrania, kategoria pobrania i klasa jakości, sposób pobrania prób.

Na karcie wiercenia można umieścić:

- Nazwa i opis makroskopowy gruntu zgodnie z normą PN-B-04481/PN-B-02480 (opis litologiczny, symbol warstwy w profilu wietrzeniowym, barwa, symbol gruntu, liczba wałeczkowań, stan gruntu (na podstawie wałeczków), wilgotność, zawartość CaCO₃ [%]/klasa zawartości węglanów, geneza),
- Nazwa i opis makroskopowy gruntu skalistego zgodnie z normą PN-B-04481/PN-B-02480 (opis, symbol gruntu skalistego, geneza, symbol warstwy w profilu wietrzeniowym),
- Wyniki badań terenowych i laboratoryjnych (na karcie można umieścić wartości parametrów geotechnicznych wykonane dla pobranych prób.

Tabela 93 Wzór nagłówka - Karta wiercenia

Nr drogi/obiektu / Kilometraż:	KARTA WIERCENIA NR OTWORU		Załącznik nr:
	Województwo:	Przedsięwzięcie:	
Powiat:	Inwestor:	Współrzędna X:	Układ odniesienia:
Gmina:	Projektant:	Współrzędna Y:	
Operator wiertnicy:	Wykonawca badań:	Data wykonania wiercenia:	Skala:
Dozór geologiczny:	Dokumentator:	Typ wiertnicy:	System wiercenia (wg PN-EN ISO 22475-1):
Sposób likwidacji otworu:		Data likwidacji otworu:	
Opracował:	Podpis:		Data:

Załącznik 21. 3. 5 Karta sondowania

Wymaga się, aby Karta sondowania zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 94),
- Profil stratygraficzny (stratygrafia warstw wydzielonych na profilu litologicznym),
- Profil litologiczny przedstawiony graficznie i za pomocą symboli gruntów, ze skalą pionową oraz podaną głębokością granic wydzielonych warstw w metrach,
- Głębokość zwierciadła wody oznaczona graficznie i liczbowo w m p.p.t., z rozróżnieniem na zwierciadło nawiercone, ustabilizowane i sączenie,
- Wyniki sondowania przedstawione graficznie i liczbowo, wartości pomierzone i wprowadzone.

Tabela 94 Wzór nagłówka - Karta sondowania

Nr drogi/obiektu / Kilometraż:	KARTA SONDOWANIA NR SONDOWANIA		Załącznik nr:
Województwo:	Przedsięwzięcie:	Rzędna H:	Układ odniesienia:
Powiat:	Inwestor:	Współrzędna X:	Układ odniesienia:
Gmina:	Projektant:	Współrzędna Y:	
Operator sondy:	Wykonawca badań:	Data wykonania sondowania:	Skala:
Dozór geologiczny:	Dokumentator:	Typ sondy:	Rodzaj sondowania (podać nr normy):
Opracował:	Podpis:		Data:

Załącznik 21. 3. 6 Karta badania laboratoryjnego

Wymaga się, aby Karta badania laboratoryjnego zawierała:

- Nagłówek zgodny ze wzorem (Tabela 95),
- Wyniki badania laboratoryjnego, przedstawione w formie liczbowej i graficznej (jeśli to możliwe) wraz z interpretacją,
- Zakres stosowalności metody,
- Jakość wyników badań (niepewność otrzymanych wyników).

Tabela 95 Wzór nagłówka - Karta badania laboratoryjnego

Nr drogi/obiektu / Kilometraż:	KARTA BADANIA LABORATORYJNEGO Nazwa badania:		Załącznik nr:
Numer otworu:	Przedsięwzięcie:		Typ aparatury:
Głębokość pobrania (m):	Inwestor:		Metoda badania:
Sposób pobrania:	Projektant:		Norma/instrukcja/procedura/literatura:
Rodzaj urządzenia pobierającego:	Wykonawca badań (laboratorium):		Data rozpoczęcia badania
Kategoria pobrania i klasa jakości (PN-EN-ISO-14688-2):	Dokumentator:		Data zakończenia badania:
Opracował:	Podpis:		Data:

Załącznik 21. 3. 7 Przekrój hydrogeologiczny

Wymaga się, aby Przekrój hydrogeologiczny zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 96),
- Tabelę charakteryzującą warunki hydrogeologiczne zgodnie ze wzorem (Tabela 97),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzędną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych,
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone liczbowo i graficznie,
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż lub odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 96 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój hydrogeologiczny

PRZEKRÓJ HYDROGEOLOGICZNY		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			

Dokumentator:			
Nr drogi/objektu:		Kilometraż:	
Opracował:		Podpis:	Data:

Tabela 97 Wzór tabeli z warunkami hydrogeologicznymi

Charakterystyka drogi:	
Warunki hydrogeologiczne:	
Zagrożenia dla wód podziemnych:	
Rzędna niwelety w punkcie dokumentacyjnym:	
Odległości:	
Kilometraż:	

Załącznik 21. 3. 8 Przekrój geofizyczny

Wymaga się, aby Przekrój geofizyczny zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 98),
- Numer profilu (L – profil lewy, P – profil prawy),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzędną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych,
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone graficznie,
- Izoliniowy rozkład wartości oporności (w skali liniowej lub logarytmicznej),
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż lub odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 98 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój geofizyczny

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNY		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Nr drogi/objektu:		Kilometraż:	
Opracował:		Podpis:	Data:

Załącznik 21. 3. 9 Przekrój geofizyczno-geologiczny

Wymaga się, aby Przekrój geofizyczno-geologiczny zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 99),
- Numer profilu (L – profil lewy, P – profil prawy),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzędną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych,
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone graficznie,
- Izoliniowy rozkład wartości oporności (w skali liniowej lub logarytmicznej) z naniesioną interpretacją warstw litologicznych,
- Oznaczenie stron świata na przekroju,

- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż lub odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 99 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój geofizyczno-geologiczny

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNO-GEOLOGICZNY		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Nr drogi/obiektu:	Kilometraż:		
Opracował:	Podpis:	Data:	

Załącznik 21. 3. 10 Przekrój geologiczno-inżynierski

Wymaga się, aby Przekrój geologiczno-inżynierski zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 100),
- Tabelę charakteryzującą warunki geologiczno-inżynierskie zgodnie ze wzorem (Tabela 101),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzędną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych, stan gruntu, wilgotność,
- Wyniki sondowania przedstawione graficznie (głębokość, rzędna, wartości pomierzone przedstawiony graficznie),
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone liczbowo i graficznie,
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż lub odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 100 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój geofizyczno-inżynierski

PRZEKRÓJ GEOFIZYCZNO-INŻYNIERSKI		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Nr drogi/obiektu:	Kilometraż:		
Opracował:	Podpis:	Data:	

Tabela 101 Wzór tabeli z warunkami geologiczno-inżynierskimi

Charakterystyka drogi:	
Warunki geomorfologiczne:	
Warunki hydrogeologiczne:	
Warunki geologiczne:	
Zagrożenia geologiczne:	
Ocena warunków geologiczno-inżynierskich:	
Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich:	
Rzędna niwelety w punkcie dokumentacyjnym:	

Odległości:	
Kilometraż:	

Załącznik 21. 3. 11 Przekrój geotechniczny

Wymaga się, aby Przekrój geotechniczny zawierał:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 102),
- Tabelę charakteryzującą warunki geotechniczne zgodnie ze wzorem (Tabela 103),
- Morfologia terenu (istniejąca rzędna terenu) zaznaczona graficznie na przekroju,
- Niweleta drogi zaznaczona graficznie na przekroju (rzędna niwelety),
- Profil litologiczny zawierający numer otworu, głębokość, rzędną, symbol gruntu, głębokość granic warstw litologicznych, stan gruntu, wilgotność,
- Wyniki sondowania przedstawione graficznie (głębokość, rzędna, wartości pomierzone przedstawiony graficznie),
- Położenie zwierciadła wody zaznaczone liczbowo i graficznie,
- Projektowana głębokość posadowienia/wzmocnienia przedstawiona graficznie,
- Oznaczenie stron świata na przekroju,
- Miejsca przecięć z innymi przekrojami,
- Kilometraż lub odległości między otworami (m).

Do przekrojów dołącza się objaśnienia - zdefiniowane wszystkie symbole, barwy i oznaczenia użyte na przekroju.

Tabela 102 Wzór tabeli informacyjnej – Przekrój geotechniczny

PRZEKRÓJ GEOTECHNICZNY		Skala: 1: $\frac{xxx}{xxx}$	Załącznik nr:
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Nr drogi/obiektu:		Kilometraż:	
Opracował:		Podpis:	Data:

Tabela 103 Wzór tabeli z warunkami geotechnicznymi


Charakterystyka drogi:	
Stopień skomplikowania warunków gruntowych (warunki geotechniczne):	
Warunki wodne:	
Grupy nośności:	
Poziom posadowienia:	
Poziom wzmocnienia:	
Przydatności gruntów/skał na potrzeby budownictwa drogowego:	
Przydatności gruntów/skał z wykopów do wykonania budowli ziemnych:	
Rzędna niwelety w punkcie dokumentacyjnym:	
Odległości:	
Kilometraż:	

Załącznik 21. 3. 12 Mapa

Wymaga się, aby Mapa zawierała:

- Tabelę informacyjną zgodnie ze wzorem (Tabela 104),
- Obraz kartograficzny - treść mapy,
- Elementy matematyczne (skalę, siatkę, podziałkę, ramkę z podziałem stopniowym),
- Objaśnienia.

Tabela 104 Wzór tabeli informacyjnej – Mapa

TYTUŁ MAPY Skala: Układ odniesienia: Podziałka liniowa skali		Strzałka północy 	Załącznik nr:
Przedsięwzięcie:			
Inwestor:			
Projektant:			
Wykonawca badań:			
Dokumentator:			
Nr drogi/obiektu:			
Kilometraż:			
Opracował:		Podpis:	Data:

Załącznik 21. 4 Listy kontrolne dotyczące dokumentów przedstawiających wyniki badań podłoża budowlanego

Załącznik 21. 4. 1 Lista kontrolna – dokumentacja hydrogeologiczna (DH) i dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)

Tabela 105 Lista kontrolna – dokumentacja hydrogeologiczna (DH) i dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej (dDH)

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Formalny	Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2 (+4)				
2	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych (Rozdział 8.6)				
3	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 22)				
4	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna (w każdym egzemplarzu do urzędu)				
5	Formalny	Ogólne	Kopia decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych/dokumentacji (dla dodatku)				
6	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres Wykonawcy i Inwestora				
7	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
8	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych oraz dane i podpis osoby upoważnionej do reprezentowania wykonawcy				
9	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
10	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
11	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
12	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
13	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
14	Formalny	Część tekstowa	Informacja, że mapy zostały opracowane na podkładach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego				
15	Formalny	Część tekstowa	Informacja do prawie do korzystania z informacji geologicznej (dotyczy tylko dodatku)				
16	Formalny	Część tekstowa	Przyczyny opracowania dodatku do dokumentacji (dotyczy tylko dodatku)				
17	Formalny	Część tekstowa	Opis położenia geograficznego i administracyjnego				
18	Formalny	Część tekstowa	Opis hydrografii i Jednolitych Części Wód Powierzchniowych przez które przebiega trasa				
19	Formalny	Część tekstowa	Opis morfologii				
20	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące zagospodarowania terenu				
21	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące obszarów chronionych, w tym dotyczące Głównych Zbiorników Wód Podziemnych i stref ochrony pośredniej ujęć				
22	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące zaopatrzenia w wodę, lokalizacji ujęć wód podziemnych i ich stref ochronnych				
23	Formalny	Część tekstowa	Wymagania techniczno-budowlane (lokalizacja projektowanej drogi charakterystyka jej niwelety, liczba i rodzaj obiektów inżynierskich, klasa projektowanej drogi, informacje na temat odwodnienia)				
24	Formalny	Część tekstowa	Opis budowy geologicznej (opis głównych jednostek geologicznych oraz charakterystyka warstw pod kątem przepuszczalności)				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
25	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków hydrogeologicznych (głębokość do pierwszego poziomu wodonośnego, charakterystyka głównych użytkowych poziomów wodonośnych, liczby poziomów wodonośnych, miąższości i przepuszczalności nadkładu, więzi hydraulicznej z wodami powierzchniowymi, kierunku i prędkości przepływu wód podziemnych oraz wielkości sezonowych wahań położenia zwierciadła wód podziemnych)				
26	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka właściwości fizycznych i składu chemicznego wód podziemnych na podstawie wykonanych badań i prognoza ich zmian.				
27	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka parametrów hydrogeologicznych na podstawie badań przeprowadzonych w wykonanych otworach badawczych (np. współczynnik filtracji warstwy wodonośnej, przewodność wodna warstwy wodonośnej, wydajność jednostkowa) – jeśli były wykonywane.				
28	Formalny	Część tekstowa	Opis zagrożeń dla środowiska gruntowo-wodnego na etapie realizacji, eksploatacji i likwidacji inwestycji i możliwości ich ograniczenia.				
29	Formalny	Część tekstowa	Zalecenia dotyczące prowadzenia monitoringu jakości wód podziemnych.				
30	Formalny	Część tekstowa	Opis wykonanych prac terenowych i laboratoryjnych w odniesieniu do prac w PRG				
31	Merytoryczny	Część tekstowa	Opis zakresu przeprowadzonego kartowania hydrogeologicznego i charakterystyka jego wyników.				
33	Merytoryczny	Część tekstowa	Analiza naturalnej podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia zgodnie z wymaganiami rozdziału 8.4.1				
33	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocenę stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem zgodnie z wymaganiami rozdziału 8.4.1				
34	Merytoryczny	Część tekstowa	Opis procedur poboru, transportu i przechowywania próbek wody				
35	Merytoryczny	Część tekstowa	Opis wykorzystanego sprzętu oraz metod użytych do badań polowych i laboratoryjnych				
36	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem (Załącznik 21.3)				
37	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
38	Formalny	Część graficzna	Legenda				
39	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z lokalizacją terenu badań w skali co najmniej 1:250 000				
40	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na podkładzie topograficznym z lokalizacją: osi trasy/wariantów tras, obszaru kartowania hydrogeologicznego, ujęć wód podziemnych, obiektów potencjalnie uciążliwych, archiwalnych otworów wiertniczych wykorzystanych do opracowania dokumentacji, wykonanych otworów wiertniczych i obserwacyjnych (piezometrów) na potrzeby dokumentacji, miejsc opróbowania, punktami monitoringowymi, granicami GZWP, granicami obszarów i terenów górniczych, granicami obszarów chronionych oraz liniami przekrojów hydrogeologicznych lub informacją na temat ich przebiegu w skali co najmniej 1:50 000.				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
41	Formalny	Część graficzna	Mapa hydrogeologiczna na podkładzie topograficznym zawierająca: oś trasy/wariantów, granice obszaru kartowania hydrogeologicznego, hydroizohipsy poziomu wodonośnego istotnego ze względu na zagrożenie jakości wód podziemnych wraz z punktami stanowiącymi podstawę ich wykreślenia (otwory archiwalne, studnie kopane, otwory wykonane na potrzeby dokumentacji), kierunki spływu wód, informacje na temat ich jakości oraz klasy podatności tych wód na zanieczyszczenia w skali co najmniej 1:50 000.				
42	Formalny	Część graficzna	Mapa hydrogeologiczna na podkładzie topograficznym występowania pierwszego poziomu wód gruntowych w skali co najmniej 1:50 000 (dotyczy dokumentacji geologiczno-inżynierskiej)				
43	Formalny	Część graficzna	Przekroje hydrogeologiczne podłużne dla każdego wariantu trasy z naniesioną niweletą trasy oraz oceną stopnia zagrożenia zanieczyszczeniem dla poszczególnych odcinków trasy w skali poziomej co najmniej 1:50 000.				
44	Formalny	Część graficzna	Wykresy próbnych pompowań (jeśli były wykonywane)				
45	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich wierceń wykorzystanych w dokumentacji (archiwalnych i wykonanych na jej potrzeby)				
46	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich obserwacji terenowych				
47	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań laboratoryjnych				
48	Formalny	Część graficzna	Dokumentacja fotograficzna wykonanych wierceń (Rozdział 5.4.1)				
49	Merytoryczny	Ogólne	Zgodność z zakresem prac terenowych i laboratoryjnych w projekcie robót geologicznych w zakresie ilości, rodzaju, głębokości itp.				
50	Merytoryczny	Ogólne	Odstępstwa od zakresu ilościowego, lokalizacyjnego i głębokościowego PRG są uzasadnione.				
51	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocena terenu pod kątem zanieczyszczeń lub jednoznaczna informacja, że ich nie ma.				
52	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat normy/procedury wykonania badań terenowych i laboratoryjnych				
53	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat źródła stosowanych korelacji, w szczególności wzorów empirycznych, współczynników korelacyjnych i dokumentów odniesienia (norm, procedur, publikacji, nomogramów itp.) oraz uzasadnienie ich wyboru				
54	Merytoryczny	Część tekstowa	Dokładność pomiarów geodezyjnych i system odniesień zgodne z wymaganiami wytycznych (Rozdział 6)				
55	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowany rozstaw, ilość i głębokość punktów dokumentacyjnych jest zgodny z wymaganiami wytycznych (Załącznik 7 rozdział 7.1.5)				

Załącznik 21. 4. 2 Lista kontrolna – studium geologiczno-inżynierskie (SGI)

Tabela 106 Lista kontrolna – studium geologiczno-inżynierskie (SGI)

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Formalny	Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2				
2	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych (Rozdział 8.6)				
3	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 22)				
4	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres Wykonawcy i Inwestora				
5	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
6	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
7	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
8	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
9	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
10	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
11	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
12	Formalny	Część tekstowa	Informacja, że mapy zostały opracowane na podkładach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego				
13	Formalny	Część tekstowa	Opis inwestycji (klasa drogi, lokalizacja, rodzaje i wymiary projektowanych obiektów, niweleta) dla każdego z wariantów				
14	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka geomorfologii i hydrografii terenu dla każdego z wariantów				
15	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka modelu budowy geologicznej, warunków geologiczno-inżynierskich i warunków hydrogeologicznych oraz zagrożeń geologicznych dla każdego z wariantów				
16	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka sposobu użytkowania dla każdego z wariantów				
17	Formalny	Część tekstowa	Charakterystyka warunków górniczych dla każdego z wariantów				
18	Formalny	Część tekstowa	Ocena ryzyka geologicznego zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 20.3)				
19	Formalny	Część tekstowa	Omówienie i ocena materiałów archiwalnych				
20	Formalny	Część tekstowa	Opis wykonanych prac terenowych (kartograficznych, geodezyjnych, teledetekcyjnych, geofizycznych, geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, środowiskowych)				
21	Formalny	Część tekstowa	Orientacyjne wskazanie miejsc pozyskania złóż kruszyw				
22	Formalny	Część tekstowa	Ocena przydatności podłoża dla każdego wariantu				
23	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie rejonów/obiektów wymagających dalszego rozpoznania				
24	Formalny	Część tekstowa	Określenie stopnia złożoności warunków gruntowych dla każdego z wariantów i kategorii geotechnicznej				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
25	Formalny	Część tekstowa	Wnioski i zalecenia pod kątem możliwości wykonania projektowanego obiektu				
26	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie najkorzystniejszego wariantu z punktu widzenia warunków geologiczno-inżynierskich				
27	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem (Załącznik 21.3)				
28	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
29	Formalny	Część graficzna	Legenda				
30	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z zaznaczeniem wszystkich wariantów w skali co najmniej 1:100 000 na tle granic administracyjnych				
31	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na mapie sytuacyjno-wysokościowej z lokalizacją punktów archiwalnych i wykonanych badań w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
32	Formalny	Część graficzna	Mapa geologiczna w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów				
33	Formalny	Część graficzna	Mapa hydrogeologiczna w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów				
34	Formalny	Część graficzna	Mapa głębokości pierwszego poziomu wodonosnego w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów (jeśli dostępna)				
35	Formalny	Część graficzna	Mapa zagrożeń geologicznych w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów (jeśli zidentyfikowano)				
36	Formalny	Część graficzna	Mapa zagrożeń górniczych w skali nie mniejszej 1:50 000 z zaznaczeniem wszystkich wariantów (jeśli zidentyfikowano)				
37	Formalny	Część graficzna	Mapa złóż kopalin przydatnych dla budownictwa drogowego w skali nie mniejszej niż 1:100 000				
38	Formalny	Część graficzna	Syntetyczny przekrój geologiczny dla każdego wariantu w skali nie mniejszej niż 1:50 000				
39	Formalny	Część graficzna	Karty archiwalnych otworów badawczych (i ew. sondowań)				
40	Formalny	Część graficzna	Karty wykonanych otworów badawczych (i ew. sondowań)				
41	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie wyników badań laboratoryjnych				
42	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie warunków geologiczno-inżynierskich osobno dla drogi i obiektów dla każdego z wariantów i ich ocena punktowa (Załącznik 20)				
43	Formalny	Załączniki graficzne	Dokumentacja fotograficzna wykonanych wierceń (Rozdział 5.4.1)				
44	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
45	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocena masywu skalnego zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 17) (jeśli dotyczy)				
46	Merytoryczny	Mapa zagrożeń geologicznych	Identyfikacja zagrożeń geologicznych zgodnie z wymaganiami instrukcji				
47	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowany rozstaw, ilość i głębokość punktów dokumentacyjnych jest zgodny z wymaganiami wytycznych w odniesieniu do etapu i klasy drogi oraz rodzaju obiektu.				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
48	Merytoryczny	Przekrój geologiczny	Przekroje geologiczne z wydzielonymi kompleksami stratygraficznymi, seriami genetycznymi i warstwami litologicznymi (model konceptualny)				

Załącznik 21. 4. 3 Lista kontrolna – dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI) i dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)

Tabela 107 Lista kontrolna – dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI) i dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (dDGI)

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Formalny	Ogólne	Liczba egzemplarzy papierowych 2 (+4)				
2	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych (Rozdział 8.6)				
3	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 22)				
4	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna (w każdym egzemplarzu do urzędu)				
5	Formalny	Ogólne	Karta informacyjna dokumentacji				
6	Formalny	Ogólne	Kopia decyzji zatwierdzającej projekt prac/robót geologicznych				
7	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres Wykonawcy i Inwestora				
8	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
9	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
10	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
11	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
12	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Tytuł dokumentacji				
13	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Data rozpoczęcia i zakończenia badań				
14	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Liczba wierceń, łączny metraż, wykonawca, głębokości wierceń (przedział)				
15	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Opróbowanie otworów (imię, nazwisko, nr kwalifikacji zawodowych)				
16	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Miejsce przechowywania próbek gruntów i rdzeni wiertniczych				
17	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Liczba sondowań, łączny metraż, rodzaj, liczba badań wykonawca (imię i nazwisko)				
18	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Położenie otworów i sondowań w państwowym układzie współrzędnych (X, Y, H), układ odniesienia				
19	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Pomiary presjometyczne, dylatometyczne i inne (rodzaj, liczba badań wykonawca)				
20	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Badania geofizyczne (rodzaj, liczba badań wykonawca (imię i nazwisko, nr kwalifikacji zawodowych)				
21	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Badania laboratoryjne (rodzaj, liczba badań, wykonawca)				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
22	Formalny	Karta inf. dokumentacji	Roboty ziemne (rodzaj, liczba badań, wykonawca)				
23	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
24	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
25	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
26	Formalny	Część tekstowa	Informacja, że mapy zostały opracowane na podkładach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego				
27	Formalny	Część tekstowa	Informacja do prawie do korzystania z informacji geologicznej (dotyczy tylko dodatku)				
28	Formalny	Część tekstowa	Przyczyny opracowania dodatku do dokumentacji (dotyczy tylko dodatku)				
29	Formalny	Część tekstowa	Opis położenia geograficznego i administracyjnego				
30	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków hydrologicznych				
31	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące zagospodarowania terenu				
32	Formalny	Część tekstowa	Wymagania techniczno-budowlane (lokalizacja i niweleta projektowanej drogi, klasa projektowanej drogi, rodzaje i wymiary projektowanych obiektów inżynierskich, rodzaj i głębokość posadowienia tych obiektów)				
33	Formalny	Część tekstowa	Kategoria geotechniczna dla drogi i obiektów inżynierskich ustalona przez projektanta				
34	Formalny	Część tekstowa	Stopień skomplikowania warunków gruntowych				
35	Formalny	Część tekstowa	Opis budowy geologicznej (tektonika, kras, litologia, geneza, procesy geodynamiczne i antropogeniczne, deformacje filtracyjne)				
36	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków hydrogeologicznych				
37	Formalny	Część tekstowa	Opis wykonanych prac terenowych i laboratoryjnych				
38	Formalny	Część tekstowa	Opis właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał każdej wydzielonej warstwy geologiczno-inżynierskiej				
39	Formalny	Część tekstowa	Ocena agresywności wód gruntowych względem materiałów konstrukcyjnych				
40	Formalny	Część tekstowa	Opis i ocena warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 20)				
41	Formalny	Część tekstowa	Ocena ryzyka geologicznego zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 20.3)				
42	Formalny	Część tekstowa	Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 20.3.2)				
43	Formalny	Część tekstowa	Informacja o złożach kopalin możliwych do wykorzystania w celu realizacji inwestycji, określenie jakości tych zasobów				
44	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem (Załącznik 21.3)				
45	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
46	Formalny	Część graficzna	Legenda				
47	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z lokalizacją terenu badań i strefy zagrożeń w skali co najmniej 1:50 000				
48	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na mapie sytuacyjno-wysokościowej z lokalizacją punktów archiwalnych i wykonanych badań w skali co najmniej 1:2 000				
49	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania i miąższości gruntów słabych w granicach pasa drogowego i strefie zagrożeń w skali co najmniej 1:2 000				
50	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania pierwszego poziomu wód gruntowych w skali co najmniej 1:2 000				
51	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania zagrożeń geologicznych w skali co najmniej 1:2 000 lub jednoznaczna informacja o braku takich obszarów				
52	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania zagrożeń górniczych w skali co najmniej 1:2 000 lub jednoznaczna informacja o braku takich obszarów				
53	Formalny	Część graficzna	Mapa złóż kopalin przydatnych dla budownictwa drogowego w skali nie mniejszej niż 1:100 000				
54	Formalny	Część graficzna	Mapa geologiczno-inżynierska w granicach pasa drogowego i w strefie zagrożeń				
55	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie drogowe podłużne z naniesioną niweletą trasy w skali w skali co najmniej 1:2 000 (skala pozioma) i z przewyższeniem 1:10				
56	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie drogowe poprzeczne z naniesioną niweletą trasy z przewyższeniem 1:1				
57	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie obiektowe z przewyższeniem 1:10				
58	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie zawierają elementy wymagane formularzami (Załącznik 21.3)				
59	Formalny	Część graficzna	Przekroje geofizyczne zawierają elementy wymagane formularzami (Załącznik 21.3)				
60	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań geofizycznych				
61	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich wierceń				
62	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich sondowań				
63	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich obserwacji terenowych				
64	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań laboratoryjnych				
65	Formalny	Część graficzna	Karty badań zawierają elementy wymagane formularzami (Załącznik 21.3)				
66	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie warunków geologiczno-inżynierskich osobno dla drogi i obiektów ich ocena punktowa (Załącznik 20)				
67	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie wyników badań laboratoryjnych				
68	Formalny	Część graficzna	Dokumentacja fotograficzna wykonanych wierceń (Rozdział 5.4.1)				
69	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
70	Merytoryczny	Ogólne	Zgodność z zakresem prac terenowych i laboratoryjnych w projekcie robót geologicznych w zakresie ilości, rodzaju, głębokości itp.				
71	Merytoryczny	Ogólne	Odstępstwa od zakresu ilościowego, lokalizacyjnego i głębokościowego PRG są uzasadnione				
72	Merytoryczny	Ogólne	Grunty słabe zostały odpowiednio przewiercone zgodnie z wymaganiami wytycznych				
73	Merytoryczny	Część tekstowa	Statystyki opisowe wartości wyprowadzonych parametrów geotechnicznych dla wszystkich wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich				
74	Merytoryczny	Część tekstowa	Prognoza zmian położenia zwierciadła wód gruntowych				
75	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocena terenu pod kątem zanieczyszczeń lub jednoznaczna informacja, że ich nie ma				
76	Merytoryczny	Część tekstowa	Ocena masywu skalnego zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 17) (jeśli dotyczy)				
77	Merytoryczny	Część tekstowa	Prognoza zmian warunków geologiczno-inżynierskich zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 20.3.3)				
78	Merytoryczny	Część tekstowa	Określenie przydatności gruntów z wykopów powstałych przy budowie inwestycji do budowy nasypów projektowanego obiektu inwestycji liniowej				
79	Merytoryczny	Część tekstowa	Wskazanie odcinków trasy oraz obiektów budowlanych wymagających monitoringu ze względu na niekorzystne warunki geologiczno-inżynierskie				
80	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat producenta stosowanego sprzętu terenowego i jego podstawowych parametrów technicznych (w szczególności nazwę producenta stożka cpt/cptu, wymiary końcówki krzyżakowej, ciężar młota sondy dynamicznej, dane dotyczące urządzenia wprowadzającego końcówkę w grunt itp.)				
81	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat normy/procedury wykonania badań terenowych i laboratoryjnych				
82	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat stosowanych korelacji, w szczególności wzorów empirycznych, współczynników korelacyjnych i dokumentów odniesienia (norm, procedur, publikacji, nomogramów itp.) oraz uzasadnienie ich wyboru				
83	Merytoryczny	Część tekstowa	Potwierdzenie (w postaci zestawień tabelarycznych, wykresów zależności, nomogramów itp.) współzależności wartości parametrów pomierzonych z wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych (np. poprzez zestawienie z wynikami badań laboratoryjnych, próbnych obciążeń itp.)				
84	Merytoryczny	Część tekstowa	Dokładność pomiarów geodezyjnych i system odniesień zgodne z wymaganiami wytycznych (Rozdział 6)				
85	Merytoryczny	Mapa dokumentacyjna	Zaprojektowany rozstaw, ilość i głębokość punktów dokumentacyjnych jest zgodny z wymaganiami wytycznych w odniesieniu do etapu i klasy drogi oraz rodzaju obiektu.				
86	Merytoryczny	Mapa zagrożeń geologicznych	Identyfikacja zagrożeń geologicznych zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 20)				
87	Merytoryczny	Mapa występowania i miąższości gruntów słabych	Okonturowano grunty słabe w strefie zagrożeń lub jednoznaczna informacja, że nie ma takich gruntów				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
88	Merytoryczny	Przekroje geologiczno-inżynierskie	Przekroje geologiczno-inżynierskie z wydzielonymi warstwami geologiczno-inżynierskimi i naniesionymi sondowaniami (model obserwacyjny)				
89	Merytoryczny	Karta rejestracyjna osuwiska	Opracowano/zaktualizowano kartę osuwiska (jeśli dotyczy)				

Załącznik 21. 4. 4 Lista kontrolna – dokumentacja badań podłoża (DBP)

Tabela 108 Lista kontrolna – dokumentacja badań podłoża (DBP)

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
1	Formalny	Część tekstowa	Liczba egzemplarzy papierowych 2				
2	Formalny	Ogólne	Wersja elektroniczna zgodnie z wymaganiami wytycznych (Rozdział 8.6)				
3	Formalny	Ogólne	Dane cyfrowe zgodnie z wymaganiami wytycznych (Załącznik 22)				
4	Formalny	Strona tytułowa	Nazwa i adres Wykonawcy i Inwestora				
5	Formalny	Strona tytułowa	Tytuł opracowania				
6	Formalny	Strona tytułowa	Imię i nazwisko autorów, numery kwalifikacji zawodowych				
7	Formalny	Strona tytułowa	Podpisy autorów				
8	Formalny	Strona tytułowa	Data opracowania				
9	Formalny	Część tekstowa	Powołanie na aktualne przepisy prawa				
10	Formalny	Część tekstowa	Cel i zakres opracowania w odniesieniu do etapu inwestycji				
11	Formalny	Część tekstowa	Spis wykorzystanych materiałów archiwalnych i literatury				
12	Formalny	Część tekstowa	Opis położenia geograficznego i administracyjnego				
13	Formalny	Część tekstowa	Ogólne informacje o dokumentowanym terenie dotyczące zagospodarowania terenu				
14	Formalny	Część tekstowa	Szczegółowe techniczno-budowlane dla każdego odcinka drogi lub obiektu (niweleta drogi, poziom posadowienia, sposób wzmocnienia, sposób posadowienia itp.)				
15	Formalny	Część tekstowa	Stopień skomplikowania warunków gruntowych				
16	Formalny	Część tekstowa	Kategoria geotechniczna dla drogi i obiektów inżynierskich ustalona przez projektanta				
17	Formalny	Część tekstowa	Opis wykonanych prac terenowych i laboratoryjnych				
18	Formalny	Część tekstowa	Opis metodyki prac terenowych i laboratoryjnych				
19	Formalny	Część tekstowa	Ograniczenia dotyczące stosowania wyników (warunki brzegowe)				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
20	Formalny	Część tekstowa	Propozycja dalszych koniecznych badań polowych i laboratoryjnych z komentarzem, szczegółowy program dalszych badań				
21	Formalny	Część tekstowa	Informacja na temat zachowania się sąsiednich budowli				
22	Formalny	Część tekstowa	Opis warstw geotechnicznych wraz z podaniem charakterystycznych wartości parametrów geotechnicznych				
23	Formalny	Część tekstowa	Opis warunków geotechnicznych zgodnie z wymaganiami wytycznych (Rozdział 8.4.3)				
24	Formalny	Część tekstowa	Informacja czy trasa przebiega przez tereny występowania zagrożeń geologicznych i górniczych				
25	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie odcinków trudnych przy wykonywaniu wykopów				
26	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie odcinków wymagających wzmocnienia				
27	Formalny	Część tekstowa	Wskazanie zaleceń do posadowienia				
28	Formalny	Część graficzna	Elementy identyfikacyjne zgodne z wzorem (Załącznik 21.3)				
29	Formalny	Część graficzna	Zorientowanie względem kierunków świata				
30	Formalny	Część graficzna	Legenda				
31	Formalny	Część graficzna	Mapa przeglądowa na podkładzie topograficznym z lokalizacją terenu badań i strefy zagrożeń w skali co najmniej 1:50 000				
32	Formalny	Część graficzna	Mapa dokumentacyjna na mapie sytuacyjno-wysokościowej z lokalizacją punktów archiwalnych i wykonanych badań w skali co najmniej 1:2 000				
33	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania i miąższości gruntów słabych w granicach pasa drogowego i strefie zagrożeń w skali co najmniej 1:2 000				
34	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania pierwszego poziomu wód gruntowych w skali co najmniej 1:2 000				
35	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania zagrożeń geologicznych w skali co najmniej 1:2 000 lub jednoznaczna informacja o braku takich obszarów				
36	Formalny	Część graficzna	Mapa występowania zagrożeń górniczych w skali co najmniej 1:2 000 lub jednoznaczna informacja o braku takich obszarów				
37	Formalny	Część graficzna	Mapa złóż kopalin przydatnych dla budownictwa drogowego w skali nie mniejszej niż 1:100 000				
38	Formalny	Część graficzna	Mapa grup nośności podłoża w granicach pasa drogowego i w strefie zagrożeń				
39	Formalny	Część graficzna	Przekroje geologiczno-inżynierskie drogowe podłużne z naniesioną niweletą trasy w skali w skali co najmniej 1:2 000 (skala pozioma) i z przewyższeniem 1:10				
40	Formalny	Część graficzna	Przekroje geotechniczne drogowe poprzeczne z naniesioną niweletą trasy z przewyższeniem 1:1				
41	Formalny	Część graficzna	Przekroje geotechniczne obiektowe z przewyższeniem 1:10				
42	Formalny	Część graficzna	Przekroje geotechniczne zawierają elementy wymagane formularzami (Załącznik 21.3)				
43	Formalny	Część graficzna	Przekroje geofizyczne zawierają elementy wymagane formularzami (Załącznik 21.3)				

Lp.	Rodzaj elementu	Lokalizacja elementu	Element/zagadnienie	Czy zgodne z wymaganiami			
				TAK	NIE	WYMAGA UZUPEŁNIENIA	NIE DOTYCZY
44	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań geofizycznych				
45	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich wierceń				
46	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich sondowań				
47	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich obserwacji terenowych				
48	Formalny	Część graficzna	Karty wszystkich badań laboratoryjnych				
49	Formalny	Część graficzna	Karty badań zawierają elementy wymagane formularzami (Załącznik 21.3)				
50	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie warunków geotechnicznych (Rozdział 8.4.3)				
51	Formalny	Część graficzna	Tabelaryczne zestawienie wyników badań laboratoryjnych				
52	Formalny	Część graficzna	Dokumentacja fotograficzna wykonanych wierceń (Rozdział 5.4.1)				
53	Formalny	Załączniki graficzne	Na każdym załączniku mapowym naniesiono przebieg drogi				
54	Merytoryczny	Część tekstowa	Dokładność pomiarów geodezyjnych i system odniesień zgodne z wymaganiami wytycznych (Rozdział 6)				
55	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat producenta stosowanego sprzętu terenowego i jego podstawowych parametrów technicznych (w szczególności nazwę producenta stożka cpt/cptu, wymiary końcówki krzyżakowej, ciężar młota sondy dynamicznej, dane dotyczące urzędzenia wprowadzającego końcówkę w grunt itp.)				
56	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat normy/procedury wykonania badań terenowych i laboratoryjnych				
57	Merytoryczny	Część tekstowa	Informacja na temat stosowanych korelacji, w szczególności wzorów empirycznych, współczynników korelacyjnych i dokumentów odniesienia (norm, procedur, publikacji, nomogramów itp.) oraz uzasadnienie ich wyboru - dla korelacji literaturowych				
58	Merytoryczny	Część tekstowa	Potwierdzenie (w postaci zestawień tabelarycznych, wykresów zależności, nomogramów itp.) współzależności wartości parametrów pomierzonych z wartościami wyprowadzonymi parametrów geotechnicznych (np. poprzez zestawienie z wynikami badań laboratoryjnych, próbnych obciążeń itp.) – dla korelacji własnych				
59	Merytoryczny	Przekroje geologiczno-inżynierskie	Przekroje geotechniczne z wydzielonymi warstwami geologiczno-inżynierskimi i naniesionymi sondowaniami (model obserwacyjny)				

Załącznik 21.5 Wymagania do dokumentacji w zakresie dokumentu elektronicznego

Zaleca się, aby dokumenty związane z wykonywaniem badań podłoża budowlanego były sporządzane w otwartym, tekstowym, uniwersalnym formacie XML, który umożliwia łatwą wymianę danych (dokumentów) pomiędzy różnymi systemami, co zapewnia ich odczyt w dowolnym programie obsługującym format XML, niezależnie od tego, w jakim wcześniej zostały utworzone.

Dodatkowo zaleca się, aby dokumentację z badań dostarczać w modelu w formacie IFC (BS ISO 16739) na potrzeby wymiany danych i współpracy wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego na różnych etapach realizacji inwestycji, używających odmiennych systemów i programów informatycznych w celu stosowania narzędzi elektronicznego modelowania danych budowlanych (Dyrektywa 2014/24/UE) np.: BIM (Building Information Modelling, modelowanie informacji o budynku) – rozdział 9.

Ze względu na zróżnicowane oprogramowanie posiadane przez dokumentatorów, wymaga się, aby dokumenty w całości posiadały elektroniczną wersję w najbardziej powszechnych formatach danych zarówno umożliwiających, jak i blokujących edycję¹²:

- część tekstowa dokumentacji – formaty np.: TXT, DOC, DOCx, RTF, PDF i inne,
- część tabelaryczna – formaty np.: CSV, TXT, XLS, XLSx, DAT, DOC, DOCx, GPX, PDF i inne,
- część graficzna:
 - pliki grafiki wektorowej – formaty np.: CDR, SVG, SWF, EPS, SDF, KML, CAD, DXF, DWG, DGN, WMS, WMF i inne,
 - pliki grafiki rastrowej – formaty np.: JPG, TIF, TIFF, PNG, BMP, GIF, EXR, PGM, MPO, WMS, GRD, i inne,
 - pliki grafiki kartograficznej – formaty np.: SHP, GML, GDB, MDB, MIF, TAB, DWG, DGN i inne
 - pliki projektowe – formaty np.: PSX, P4D, ENVI, ERS, SARscape, PRJ, SHX, DBF, SHP i inne,
 - pliki audio – format np.: SEQ, MP4, MOV, WMV, AVI i inne,
 - karty informacyjne – formaty np.: DAT, XLS, XLSx, JPG, TIF, PDF i inne,
- pliki danych i pliki tekstowe – formaty np.: LAS, LIS, DLIS, SEG-Y, SEG-D, SEG-EDI, UKOOA, SPS, RADAN, MALA RD3, 3DR, PAR, MALA RD6, SEG2, IDS, RADSYS, MOD, INV, XYZ, XYZG, VTK, SG2, SGY, SRF, 3DD, 3DW, RAD, LOG, GRD, GPR, ASCII, XLS, XLSx, XLSM, XLSB, XLTX, XLTM, XLS, XLT, XML, XLAM, XLA, XLW, DAT, CPT, ASC, GOR, GRU, CPD, GEF, CSV, STD, TXT, DAT, VCT, STA, UNI, MRK, COR, PCK, KMZ, DZT, DT1, HD, DT, RDF, PRN, DIF, SLK, WB1, WB2, WB3, GML, MIF, MID, VPF, DEM, ODBC, ARCSDE, ORACLE, PDF i inne,
- pliki baz danych – formaty np.: GDB, MDB, DBF, SDE, PG3 i inne,,
- pliki w formatach wymiany np.: DOC, DOCX, XLS, XLSX, PDF, TXT, CSV, SHP, DXF, JPG, TIF, XML, IFC, ODT, ODS, ODG, ODP, ODF, ODB, PPT, PPTX, RTF.

Zaleca się, aby dokumentacja hydrogeologiczna i geologiczno-inżynierska w formie dokumentu elektronicznego, była przekazywana poprzez administrację geologiczną do Narodowego Archiwum Geologicznego (NAG), w wyżej wymienionych formatach danych i zawierała:

¹² Informację dotyczącą poszczególnych rozszerzeń można znaleźć np.: na stronie internetowej <http://www.file-extension.info/pl>.

- metadane, czyli zestaw logicznie powiazanych z dokumentem elektronicznym informacji opisujacych ten dokument, zgodnie z rozporzadzeniem Ministra Spraw Wewnetrznych i administracji z dnia 30 pazdziernika 2016 r w sprawie niezbednych elementow struktury dokumentow elektronicznych (obowiazkowy zakres metadanych: identyfikator, tworca, tytul, data, format, dostep, typ, krutki opis tresci dokumentu),
- wszystkie szczegolowe dane zawarte w czesci tekstowej (tekst opracowania, tabele, figury, spis uzytej literatury itp.),
- szczegolowe dane zawarte w czesci tabelarycznej (zestawienia wierceń, zestawienia sondowan, zestawienia badan laboratoryjnych itp.),
- wyniki badan specjalistycznych, w tym dane zrodlowe (wiercenia, sondowania, badania geofizyczne, badania laboratoryjne itp.),
- dane zawarte w czesci graficznej (mapy, przekroje, karty otworow wiertniczych itp.)

Załącznik 22 Wymagania do przygotowania danych cyfrowych

Załącznik 22.1 Wymagania ogólne do przygotowania danych cyfrowych

W trakcie przygotowywania danych należy obowiązkowo korzystać z tabel słownikowych (Tabela 110, Tabela 111, Tabela 112, Tabela 115, Tabela 118, Tabela 119, Tabela 122).

Wszystkie pozostałe tabele i pliki referencyjne podane w załącznikach (Załącznik 22. 2 - Załącznik 22. 9) należy dostosować do wzorów podanych w wytycznych ze zwróceniem szczególnej uwagi na nazwy i strukturę pól w tabelach atrybutów oraz nazwy plików.

Wszystkie pliki z danymi należy umieszczać w określonych miejscach podanych struktur katalogowych (Załącznik 22. 10) na nośnikach danych lub w udostępnionych przestrzeniach sieciowych.

Zbiorcze zestawienie schematów tworzenia nazw plików, ich lokalizacji w strukturze katalogowej (Załącznik 22. 10) wraz z przykładami podano w tabeli (Tabela 109).

Nie zaleca się stosować polskich znaków w nazwach plików.

Wymagania dotyczą danych hydrogeologicznych, geologiczno-inżynierskich i geotechnicznych.

W tabelach w załączniku (Załącznik 22) umieszczono dane przykładowe pozyskane w ramach realizacji projektu badawczego RID.

Tabela 109 Zbiorcze zestawienie schematów tworzenia nazw plików

L.p.	Rodzaj danych	Schemat nazwy pliku	Przykład nazwy pliku (1)	Przykład nazwy pliku (2)	Lokalizacja pliku w strukturze katalogowej (wg Załącznik 22. 10)	Przykład lokalizacji pliku w strukturze katalogowej (wg Załącznik 22. 10)
1	Dokumentacja tekstowa	TXT_[symbol drogi]_[nazwa lub numer odcinka drogi]_[rok]_[symbol rodzaju opracowania wg słownika Tabela 112].pdf	TXT_S19_ODC1_2017_DGI.pdf	TXT_S50_OBWODNICA_KOLBIEL_2018_DH.docx	[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\DOK_TXT\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\DOK_TXT\ TXT_S19_ODC1_2017_DGI.pdf
2	Dane otworowe (tabele referencyjne)	TR_[rodzaj dokumentacji]_[rok]_[symbol numer odcinka drogi lub nazwa odcinka drogi]_OW_XYH.xls	TR_DGI_2017_S19_1_OW_XYH.xls	TR_DGI_2018_S50_OBWODNICA_KOLBIEL_OW_XYH.xls	[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Kart_Otw\Export_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Kart_Otw\Export_data\ TR_DGI_2017_S19_1_OW_XYH.xls
3	Dane otworowe (karty otworów)	[symbol numer odcinka drogi]_KO_[rodzaj i numer wiercenia].pdf	S19_1_KO_Wo2_OW1.pdf	S50_OBWODNICA_KOLBIEL_KO_Pz_OW5.xlsx	[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Kart_Otw\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Kart_Otw\Final_data\ S19_1_KO_Wo2_OW1.pdf
4	Baza danych otworowych	[symbol numer odcinka drogi]_BAZA.gdb	S19_1_BAZA.gdb		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Kart_Otw\Dane_surowe\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Kart_Otw\Raw_data\ S19_1_BAZA.gdb
5	Przekrój geologiczny (poprzeczny)	[symbol numer odcinka drogi]_[symbol rodzaju przekroju wg słownika Tabela 115]_[numer przekroju]_[kilometrąz].pdf	S19_1_PG_001_5+630.pdf		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\ S19_1_PG_001_5+630.pdf
6	Przekrój geologiczny (podłużny)	[symbol numer odcinka drogi]_[symbol rodzaju przekroju wg słownika Tabela 115]_[numer przekroju]_[kilometrąz początku_kilometrąz końca]_[pozycja przekroju względem osi drogi].pdf	S19_1_PG_008_2+300_4+300_L.pdf		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka drogi]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\ S19_1_PG_008_2+300_4+300_L.pdf

L.p.	Rodzaj danych	Schemat nazwy pliku	Przykład nazwy pliku (1)	Przykład nazwy pliku (2)	Lokalizacja pliku w strukturze katalogowej (wg Załącznik 22. 10)	Przykład lokalizacji pliku w strukturze katalogowej (wg Załącznik 22. 10)
7	Przekrój geologiczny (schemat rozbudowany)	[symbol_numer odcinka drogi]_[symbol rodzaju przekroju wg słownika Tabela 115]_[kilometraż]_[numer przekroju].pdf	S_19_1_PG_PZM_2+635_001.pdf		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Przek_Geol\Final_data\S_19_1_PG_PZM_2+635_001.pdf
8	Przekrój geologiczny (tabela referencyjna)	TR_[rodzaj dokumentacji]_[rok]_[symbol i numer odcinka drogi]_[symbol przekroju].xls	TR_DGI_2017_S19_1_PG_PZM.xls		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_TER\Przek_Geol\Export_data\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_TER\Przek_Geol\Export_data\TR_DGI_2017_S19_1_PG_PZM.xls
9	Badania laboratoryjne	[symbol i numer odcinka drogi]_[symbol wiercenia]_[symbol badania wg słownika Tabela 118].pdf	S19_1_OW1_PSA.pdf	S19_1_OW1_PSA_w.pdf	[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\BAD_LAB\Fizyczne\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC01_2017_V01\BAD_LAB\Fizyczne\S19_1_OW1_PSA.pdf
10	Dane geofizyczne (tabela referencyjna)	TR_[rodzaj dokumentacji]_[rok]_[symbol odcinka drogi]_[symbol metody wg słownika Tabela 119]_XYH.xls	TR_DGI_2017_S19_1_ERT_XYH.xls		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\GEOFIZYKA\ERT\Geodezja\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC1_2017_V01\GEOFIZYKA\ERT\Geodezja\TR_DGI_2017_S19_1_ERT_XYH.xls
11	Dane geodezyjne (tabela referencyjna)	TR_[rodzaj dokumentacji]_[symbol odcinka drogi]_[symbol metody wg słownika Tabela 122]_[data]_XYH.txt	TR_DGI_S19_1_GNSS_2017-06-01_XYH.txt		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_ODC[numer odcinka]_[rok]_[numer wersji]\GODEZJA\GNSS\NMT\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC1_2017_V01\GODEZJA\GNSS\NMT\S19_1_GNSS_2017-06-01_XYH.txt
12	Dane teledetekcyjne (warstwa GIS)	[symbol odcinka drogi]_tele_DinSAR.shp	S19_1_tele_DinSAR.shp		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\INNE\TELEDETEKCJA\DinSAR\SENTINEL\[nazwa pliku]	E:\S19-1\INNE\TELEDETEKCJA\DinSAR\SENTINEL\S19_1_tele_DinSAR.shp
13	Mapy tematyczne (tabela referencyjna)	TR_DGI_[rok]_[nazwa odcinka]_M.xls	TR_DGI_2017_S19_1_M.xls		[litera dysku lub adres serwera]\[symbol odcinka drogi]\DGI\DGI_[symbol odcinka]_MAPY\[nazwa pliku]	E:\S19\DGI\DGI_S19_ODC1_2017_V01\MAPY\TR_DGI_2017_S19_1_M.xls

Załącznik 22. 2 Wymagania dla przygotowania dokumentacji tekstowej

Dokumentację tekstową zgodnie z ogólnymi zasadami przedstawionymi w wytycznych należy przygotować w edytowalnym formacie np. *.doc, *.rtf, *.odt oraz nieedytowalnym (przeznaczonym tylko do wydruku i odczytu) formacie *.pdf. Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 109).

Załącznik 22. 3 Wymagania dla przygotowania danych otworowych

Wszystkie pliki zawierające dane otworowe należy przygotować zgodnie z tabelami słownikowymi (Tabela 110, Tabela 111, Tabela 112) oraz tabelami referencyjnymi (Tabela 113) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 114). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 109).

Tabela 110 Słownik danych otworów wiertniczych i sondowań

SYMBOL	OPIS
OW	otwory wiertnicze (ogólnie)
DP	sondowania dynamiczne DP (SD) [ogółem]
DPL	sondowania dynamiczne, sonda lekka - DPL (SL) - 10 kg
DPM	sondowania dynamiczne, sonda średnia - DPM (SS) - 30 kg
DPH	sondowania dynamiczne, sonda ciężka - DPH (SC) - 50 kg
DPSH	sondowania dynamiczne, sonda bardzo ciężka - DPSH (SH) - 63,5 kg
CPT	sondowania statyczne sondą stożkową CPT [ogółem]
MCPT	sondowania statyczne sondą stożkową z końcówką mechaniczną
CPTU	sondowania statyczne z końcówką elektryczną, z możliwością pomiaru ciśnienia porowego
SCPTU	sondowania statyczne z dodatkową końcówką sejsmiczną
RCPTU	sondowania statyczne z dodatkową końcówką opornościową
VISCPTU	sondowania statyczne z kamerą
PMT	badania presjometryczne PMT [ogółem]
PBP	badania presjometryczne wymagające wstępnego wiercenia
SBP	badania presjometryczne, presjometr samowierzący
FDP	badania presjometryczne presjometr zagłębiany z pełnym przemieszczeniem
MPM	badania presjometryczne presjometr Menarda
FDT	badania cylindrycznym dylatometrem sprężystym
RDT	dylatometr do skał (Rock Dilatometer Test)
SDT	dylatometr do gruntów (Soil Dilatometer Test)
DMT	badania dylatometrem płaskim
SDMT	badania dylatometrem płaskim
SPT	sondowania cylindryczne
WST	badania sondą wkręcaną
FVT	badania sondą krzyżkową FVT [ogółem]
FVTa	badanie sondą FVT bez rur osłonowych kluczem dynamometrycznym
FVTb	badanie sondą FVT w rurach osłonowych kluczem dynamometrycznym
FVTc	badanie sondą FVT w rurach osłonowych z automatycznym mechanizmem ścinania
PLT	próbne obciążenia płytą
VSS	płyta sztywne
HMP	lekka płyta dynamiczna HMP
CBR	badanie kalifornijskiego wskaźnika nośności
PAN	badanie PANDA
BAT	sonda do badania filtracji typu BAT

Tabela 111 Słownik rodzajów wierceń (pole TYP_P - typ wiercenia w tabeli (Tabela 113))

SYMBOL	OPIS
Wiercenia w grunatach	
gWo1	Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho pojedynczą rdzeniówką

SYMBOL	OPIS
gWo2	Obrotowe wiercenie rdzeniowane na sucho świdrem przelotowym
gWo3	Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką pojedynczą rdzeniówką
gWo4	Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką podwójną rdzeniówką
gWo5	Obrotowe wiercenie rdzeniowane z płuczką potrójną rdzeniówką
gWo6	Obrotowe wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem
gWo7	Obrotowe wiercenie rdzeniowane potrójną rdzeniówką z wewnętrznym próbnikiem
gWo8	Obrotowe wiercenie świdrem
gWo9	Obrotowe wiercenie z lewym obiegiem płuczki
gWo10	Obrotowe wiercenie świdrem lekkim
gWur	Wiercenie rdzeniowane udarowe (np.: RKS)
gWu	Wiercenie udarowe
gWum	Wiercenie udarowe małośrednicowe
gWou1	Wiercenie obrotowo-udarowe pojedynczą rdzeniówką
gWou2	Wiercenie obrotowo-udarowe podwójną rdzeniówką
gWw1	Wiercenie wibracyjne
gWw2	Wiercenie wbijane z przewodem wiertniczym
gWh	Wiercenie hydrauliczne
gWch	Wiercenie chwytakowe
gWR	Wiercenie ręczne
gW	Wyrobisko w gruncie np.: szybk, wykop badawczy
gPz	Piezometr w gruntach
Wiercenia w skałach	
sWo1	Wiercenie obrotowe na sucho pojedynczą rdzeniówką
sWo2	Wiercenie obrotowe z płuczką pojedynczą rdzeniówką
sWo3	Wiercenie obrotowe z płuczką podwójną rdzeniówką
sWo4	Wiercenie obrotowe z płuczką potrójną rdzeniówką
sWl	Wiercenie linowym przewodem wiertniczym
sWot	Wiercenie otwarte
sW	Wyrobisko w skale np.: szybk, wykop badawczy
sPz	Piezometr w skałach

Tabela 112 Słownik rodzajów dokumentacji

SYMBOL	OPIS
PRG	Projekt robót geologicznych
dPRG	Dodatek do projektu robót geologicznych
DH	Dokumentacja hydrogeologiczna
dDH	Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej
SGI	Studium geologiczno-inżynierskie
DGI	Dokumentacja geologiczno-inżynierska
dDGI	Dodatek do dokumentacji geologiczno-inżynierskiej
OG	Opinia geotechniczna
DBP	Dokumentacja badań podłoża
PG	Projekt geotechniczny
SPG	Sprawozdanie z pomiarów i opracowań geodezyjnych
DBG	Dokumentacja badań geofizycznych
SPT	Sprawozdanie z pomiarów i opracowań teledetekcyjnych
SWL	Sprawozdanie z wizji lokalnej
DGKI	Dokumentacja z kartowania geologiczno-inżynierskiego
DKH	Dokumentacja z kartowania hydrogeologicznego
RW	Raport z wierceń
RS	Raport z sondowań
RBL	Raport z badań laboratoryjnych

Tabela 113 Przykład tabeli referencyjnej (format xls) lokalizacji wierceń i sondowań

SYMBOL_O	TYP_P	STATUS	NUMER	NAZWA_P	x1992N	y1992E	H_KRON86
S19_1	CPTU	N	1	S19_1_CPTU1	333163,56	732342,98	254,6

SYMBOL_O	TYP_P	STATUS	NUMER	NAZWA_P	x1992N	y1992E	H_KRON86
S19_1	CPTU	N	2	S19_1_CPTU2	333205,96	732355,23	254,9
S19_1	OW_Wo2	A	1	S19_1_OW1_Wo2	333136,25	732315,92	254,8
S19_1	OW_Wo3	A	1	S19_1_OW1_Wo3	333163,05	732343,15	254,6
.....

Tabela 114 Struktura tabeli referencyjnej lokalizacji wierceń i sondowań

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol drogi z numerem odcinka	ogólne	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka]
TYP_P	typ punktu - wiercenia/sondowania	ogólne	wartości ze słowników
STATUS	status punktu badawczego	ogólne	określenie statusu punktu (A - archiwalny, N - nowy)
NUMER	numer punktu - wiercenia/sondowania	liczbowe	liczba całkowita
NAZWA_P	pełna nazwa punktu badawczego	ogólne	symbol połączony
x1992N	współrzędna geodezyjna X	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
y1992E	współrzędna geodezyjna Y	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
H_KRON86	rzędna terenu	liczbowe	miejsca dziesiętne - 1 (obowiązujący układ wysokościowy)

Pola X, Y i H muszą być polami liczbowymi (miejsca dziesiętne oddzielone przecinkiem). Nazwy kolumn określających współrzędne X i Y oraz rzędne terenu mogą ulegać zmianom wraz z wprowadzaniem nowych, państwowych układów współrzędnych geodezyjnych oraz układów wysokościowych.

Załącznik 22. 4 Wymagania dla przygotowania przekrojów

Wszystkie pliki zawierające dane dotyczące przekrojów geologicznych należy przygotować zgodnie z tabelami słownikowymi (Tabela 115) oraz tabelami referencyjnymi (Tabela 116) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 117). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 109).

Tabela 115 Słownik rodzajów przekrojów

SYMBOL	OPIS
PG	Przekrój geologiczny
PH	Przekrój hydrogeologiczny
PGF	Przekrój geofizyczny
PGFG	Przekrój geofizyczno-geologiczny
PGI	Przekrój geologiczno-inżynierski
PGT	Przekrój geotechniczny
...	...

Tabela 116 Przykład tabeli referencyjnej (format xls) lokalizacji punktów na linii przekroju geologicznego

SYMBOL_O	TYP_L	STATUS	NUMER	NAZWA_L	WEZEL	x1992N	y1992E	H_KRON86
S19_1	PG	N	1	S19_1_PG_001.pdf	1	333065,03	732346,99	261,0
S19_1	PG	N	1	S19_1_PG_001.pdf	2	333089,80	732343,62	260,4
S19_1	PG	N	1	S19_1_PG	3	333114,67	732340,71	259,6

SYMBOL_O	TYP_L	STATUS	NUMER	NAZWA_L	WEZEL	x1992N	y1992E	H_KRON86
				_001.pdf				
S19_1	PG_PZM	A	2	S19_1_PG_PZM_0-600_002.pdf	1	333079,80	732333,62	259,4
S19_1	PG_PZM	A	2	S19_1_PG_PZM_0-600_002.pdf	2	333104,67	732330,71	258,6
...

Tabela 117 Struktura tabeli referencyjnej lokalizacji punktów na linii przekroju geologicznego

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol drogi z numerem odcinka	ogólne	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka]
TYP_L	typ linii przekroju	ogólne	wartości ze słowników
STATUS	status punktu badawczego	ogólne	określenie statusu punktu (A - archiwalny, N - nowy)
NUMER	numer przekroju	liczbowe	liczba całkowita
NAZWA_L	pełna nazwa przekroju	ogólne	symbol połączony
WEZEL	numer węzła na linii przekroju (geometryczny punkt początkowy, punkty przegięcia, punkt końcowy przekroju)	liczbowe	liczba całkowita
x1992N	współrzędna geodezyjna X węzłów na przekroju	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
y1992E	współrzędna geodezyjna Y węzłów na przekroju	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
H_KRON86	rzędna terenu	liczbowe	miejsca dziesiętne - 1 (obowiązujący układ wysokościowy)

Załącznik 22.5 Wymagania dla przygotowania badań laboratoryjnych

Wszystkie pliki zawierające badania laboratoryjne należy przygotować zgodnie z tabelami słownikowymi (Tabela 118). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 109).

W przypadku badania w którym jednocześnie stosujemy więcej niż jedno oznaczenie stosujemy symbol złożony łącząc poszczególne symbole np. S19-1_OW1_PSA_w.pdf.

W przypadku pomiaru jednego badania dla próbek z różnych głębokości z tego samego otworu wszystkie wyniki umieszczamy w jednym wielostronicowym pliku.

Tabela 118 Słownik badań laboratoryjnych

SYMBOL	OPIS
Badania laboratoryjne próbek gruntów	
PSA	Oznaczenie uziarnienia
w	Oznaczenie wilgotności
BDD	Oznaczenie gęstości objętościowej
gw	Oznaczenie gęstości właściwej szkieletu gruntowego
IL	Oznaczenie granic Atterberga (konsystencji)
ID	Oznaczenie stopnia zagęszczenia
n	Porowatość
IS	Oznaczenie zagęszczenia
D	Oznaczenie dyspersyjności
W	Oznaczenie wysadzinowości
SIT	Wskaźnikowe badanie wytrzymałości
COM	Oznaczenie zawartości części organicznych
CCaCo	Oznaczenie zawartości węglanów

SYMBOL	OPIS
P	Oznaczanie pęcznienia
PTF	Oznaczanie przepuszczalności przy zmiennym spadku hydraulicznym
PTC	Oznaczanie przepuszczalności przy stałym spadku hydraulicznym
TXCH	Oznaczanie przepuszczalności w komorze trójosiowej
OEDil	Badania edometryczne IL
OEDcl	Badania konsolidometryczne CL
DSS	Badania wytrzymałości na ścinanie bez odpływu
TX	Badanie trójosiowego ściskania
TXBE	Komora trójosiowego ściskania z piezo-przetwornikami bender
TXN	Komora trójosiowego ściskania z przetwornikami napróbkowymi
RC	Kolumna rezonansowa wraz piezoprzetwornikami bender
SB	Badanie bezpośredniego ścinania
RS	Badania w aparacie pierścieniowym
.....
Badania laboratoryjne próbek skał	
w	Oznaczanie wilgotności
g	Oznaczanie gęstości
n	Oznaczanie porowatości
k	Oznaczanie przepuszczalności
Rw	Oznaczanie rozmywalności
wm	Oznaczanie mrozoodporności
r	Oznaczanie rozmakalności
wn	Oznaczanie nasiąkliwości
wcp	Oznaczanie wskaźnika ciśnienia pęcznienia (przy stałej objętości)
wop	Oznaczanie wskaźnika odkształcenia pęcznienia (dla próbek osiowo obciążanych bez możliwości odkształceń bocznych)
epx	Oznaczanie odkształcenia pęcznienia (w próbce skały bez ograniczenia swobody odkształceń bocznych)
Rc	Ściskanie jednoosiowe i badanie odkształcalności
Is50	Badanie pod obciążeniem punktowym
Rt	Badanie bezpośredniego ścinania
Rr	Metoda bezpośrednia
Rs	Test brazylijski
Rz	Metoda na zginanie
Rtc	Badanie trójosiowego ściskania
.....

Załącznik 22. 6 Dane geofizyczne - wymagania do przygotowania

Wszystkie pliki zawierające dane geofizyczne należy przygotować zgodnie z tabelami słownikowymi (Tabela 119) oraz tabelami referencyjnymi (Tabela 120) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 121). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 109).

Tabela 119 Słownik metod geofizycznych

SYMBOL	OPIS
VES	Sondowanie elektrooporowe
ERT	Tomografia elektrooporowa
GCM	Profilowanie konduktometryczne
SR	Sejsmika refleksyjna
SPR	Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne
SRT, SRT-P, SRT-S	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P, fali S
MASW, SASW, CSWS	Analiza fal powierzchniowych
X-hole-P, X-hole-S	Geofizyka otworowa (down-hole, up-hole) prześwietlania międzyotworowe falą P, falą S
SBT, SBT-P, SBT-S	Tomograficzne sejsmiczne prześwietlania międzyotworowe
GRAW	Grawimetria
GPR	Georadar

Tabela 120 Przykład tabeli referencyjnej (format xls) lokalizacji badań geofizycznych powstałej w wyniku przetworzenia pliku z danymi surowymi

SYMBOL_O	TYP_M	STATUS	SYMBOL_C	NUMER	NAZWA_P	x1992N	y1992E	H_KRON86
S19_1	ERT	N	S19_1_ERT_P1	1	S19_1_ERT_P1_1	333065,03	732346,99	261,0
S19_1	ERT	N	S19_1_ERT_P1	2	S19_1_ERT_P1_2	333089,80	732343,62	260,4
S19_1	ERT	N	S19_1_ERT_P1	3	S19_1_ERT_P1_3	333114,67	732340,71	259,6
...

Tabela 121 Struktura tabeli referencyjnej

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol odcinka drogi	ogólne	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka] przykład: (S19-1)
TYP_M	typ/rodzaj metody sondowania	ogólne	wartości ze słowników
STATUS	status punktu badawczego	ogólne	określenie statusu punktu (A - archiwalny, N - nowy)
SYMBOL_C	symbol ciągu geofizycznego	ogólne	symbol połączony
NUMER	numer punktu badawczego	liczbowe	liczba całkowita
NAZWA_P	pełna nazwa punktu badawczego	ogólne	symbol połączony
x1992N	współrzędna geodezyjna X	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
y1992N	współrzędna geodezyjna Y	liczbowe	miejsca dziesiętne - 2 (obowiązujący państwowy układ współrzędnych geodezyjnych)
H_KRON86	rzędna terenu	liczbowe	miejsca dziesiętne - 1 (obowiązujący układ wysokościowy)

Załącznik 22.7 Dane geodezyjne - wymagania dla przygotowania

Wszystkie pliki zawierające dane geodezyjne należy przygotować zgodnie z tabelą słownikową (Tabela 122) oraz plikiem referencyjnym o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 123). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 109).

Tabela 122 Słownik metod geodezyjnych i układów współrzędnych

SYMBOL	OPIS
NIW	pomiary metodą niwelacji geometrycznej
TC	pomiary kątowe i liniowe - tachymetria
GNSS	geodezyjne pomiary satelitarne GNSS
TLS	pomiary naziemnym skanerem laserowym
BSL	pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z niskiego pułapu pozyskane bezzałogowym statkiem lotniczym
LOT	pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z poziomu lotniczego
SAT	pomiary fotogrametryczne i teledetekcyjne z poziomu satelitarnego
RTK	pomiary kinematyczne GNSS w czasie rzeczywistym dla których wykorzystywane są dane z pojedynczej stacji referencyjnej
RTN	pomiary kinematyczne GNSS czasu rzeczywistego dla których wykorzystywane są jednocześnie dane z wielu stacji referencyjnych
Niwelacja techniczna	Pomiary wysokości punktów terenowych i geodezyjnych wykonywane z dokładnością mniejszą niż 2mm/km
Niwelacja precyzyjna	Pomiary wysokościowe punktów geodezyjnych wykonywane z dokładnością nie gorszą niż 2mm/km
Borowa Góra	Układ współrzędnych płaskich wprowadzony przez Wojskowy Instytut Geograficzny w 1936r i obowiązujący do 1952r.
1942	Państwowy układ współrzędnych wprowadzony w roku 1953 i oficjalnie obowiązujący do połowy lat 60.
1965	Państwowy układ współrzędnych wprowadzony w roku 1968 i oficjalnie obowiązujący do końca 2009r.
GUGiK'80	Układ współrzędnych wprowadzony w 1980r. dla potrzeb sporządzania map topograficznych w skalach 1:25000 i mniejszych

SYMBOL	OPIS
PL-1992	Układ współrzędnych wprowadzony w 2000r., stosowany na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10000 do 1:250000
PL-2000	Układ współrzędnych wprowadzony w 2000r., stosowany na potrzeby wykonywania map wielkoskalowych (większych od 1:10000), a w szczególności mapy ewidencyjnej i zasadniczej
PL-UTM	Układ współrzędnych wprowadzony w 2012r., stosowany na potrzeby wydawania standardowych opracowań kartograficznych w skalach od 1:10000 do 1:250000, wydawania map morskich oraz wydawania innych map przeznaczonych na potrzeby bezpieczeństwa i obronności państwa
PL-LAEA	Układ współrzędnych wprowadzony w 2012r., stosowany dla potrzeb analiz przestrzennych i sprawozdawczych na poziomie ogólnoeuropejskim
PL-LCC	Układ współrzędnych wprowadzony w 2012r., stosowany na potrzeby wydawania map w skali 1:500 000 i mniejszych
PL-KRON86-NH	Geodezyjny układ wysokości normalnych, odniesiony do średniego poziomu Morza Bałtyckiego, wyznaczonego dla mareografu w Kronsztadzie koło Sankt Petersburga (Federacja Rosyjska)
PL-EVRF2007-NH	Geodezyjny układ wysokości normalnych, odniesiony do średniego poziomu Morza Północnego, wyznaczonego dla mareografu w Amsterdamie (Holandia)

Tabela 123 Przykład zawartości pliku (format txt) ze współrzędnymi punktów będących podstawą do tworzenia numerycznego modelu terenu (NMT) na podstawie pomiarów fotogrametrycznych i teledetekcyjnych z poziomu lotniczego (LOT)

x2000N	y2000E	H_KRON86
5632190.27	7591582.08	260.76
5632192.23	7591581.89	260.79
5632194.25	7591581.76	260.92
5632196.23	7591581.59	260.86
.....

Załącznik 22. 8 Dane teledetekcyjne - wymagania dla przygotowania

Wszystkie pliki zawierające dane teledetekcyjne należy przygotować zgodnie tabelami referencyjnymi (Tabela 124) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 125). Pliki należy umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 109).

Tabela 124 Przykład tabeli referencyjnej (format shp) warstwy wynikowej interferometrii radarowej

SYMBOL_O	DATA	WYKONAWCA	PASMO	SATELITA	PRZEDZIAŁ	ZMIANA_H
S19-1	2017-07-30	PIG-PIB	C (5,5 cm)	SENTINEL-1	2017/01/07-2017/05/19	-2
S19-1	2017-07-30	PIG-PIB	C (5,5 cm)	SENTINEL-1	2017/01/07-2017/05/19	-4
S19-1	2017-07-30	PIG-PIB	C (5,5 cm)	SENTINEL-1	2017/01/07-2017/05/19	-3
.....

Plik w formacie wymiany *.shp należy przygotować w aktualnie obowiązującym państwowym układzie współrzędnych.

Tabela 125 Struktura tabeli referencyjnej pliku SHP warstwy wynikowej interferometrii radarowej

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol odcinka drogi	Text (20)	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka] Przykład: S19-1
DATA	data przetworzenia zdjęć radarowych	Date	Przykład: 2016-11-22
WYKONAWCA	wykonawca	Text (50)	Przykład: PIG-PIB
PASMO	pasmo radarowe	Text (10)	Przykład: C (5,5 cm)
SATELITA	nazwa satelity radarowego	Text (50)	Przykład: ENVISAT
PRZEDZIAŁ	przedział czasowy pomiaru	Text (50)	Przykład: 2005/03/16 - 2005/05/25
ZMIANA_H	szybkość przemieszczania się punktu	Short Integer	jednostka przemieszczenia : milimetr

Załącznik 22. 9 Mapy tematyczne - wymagania dla przygotowania

Wszystkie pliki zawierające dane dotyczące map tematycznych należy przygotować zgodnie tabelami referencyjnymi (Tabela 126) o podanej strukturze wzorcowej (Tabela 127). Pliki należy

umieścić w odpowiedniej strukturze katalogowej oraz nadać im unikatowe nazwy zgodnie ze schematem podanym w tabeli (Tabela 109).

Tabela 126 Tabela referencyjna map tematycznych i innych załączników mapowych

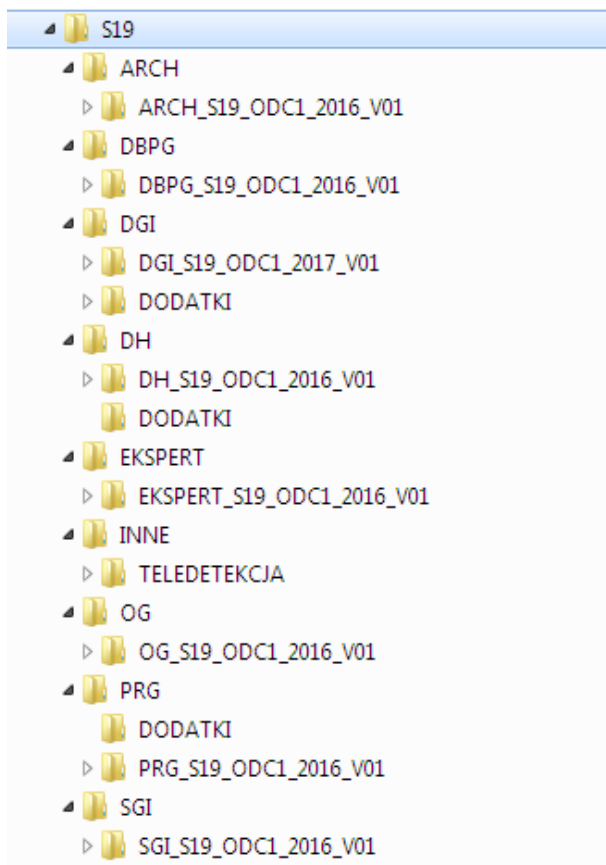
SYMBOL_O	SKALA	NAZWA_ZAL	NAZWA_M
S19-1	1:1 000	Mapa dokumentacyjna, Arkusz 1	S19-1_M_[nazwa mapy].pdf (np. S19-1_M_Mapa dokumentacyjna_01.pdf)
S19-1	-	Wyniki interferometrii satelitarnej	S19-1_M_Zal7.pdf
S19-1	1:10 000	Mapa lokalizacyjna	S19-1_M_Mapa lokalizacyjna.pdf
S19-1	1:1 000	Mapa warunków geologiczno-inżynierskich	S19-1_M_Zal5.pdf
..

Tabela 127 Struktura tabeli referencyjnej map tematycznych i innych załączników mapowych

KOLUMNA	OPIS	TYP POLA	UWAGI
SYMBOL_O	symbol odcinka drogi	Text (20)	schemat symbolu: [symbol drogi]-[numer odcinka] Przykład: S19-1
SKALA	skala mapy	Text (20)	Przykład: 1:1 000
NAZWA_ZAL	nazwa załącznika mapowego	Text (350)	Przykład: Mapa dokumentacyjna, Arkusz 1
NAZWA_M	pełna nazwa załącznika mapowego (nazwa pliku)	Text (100)	Przykład: S19-1_M_Mapa lokalizacyjna.pdf

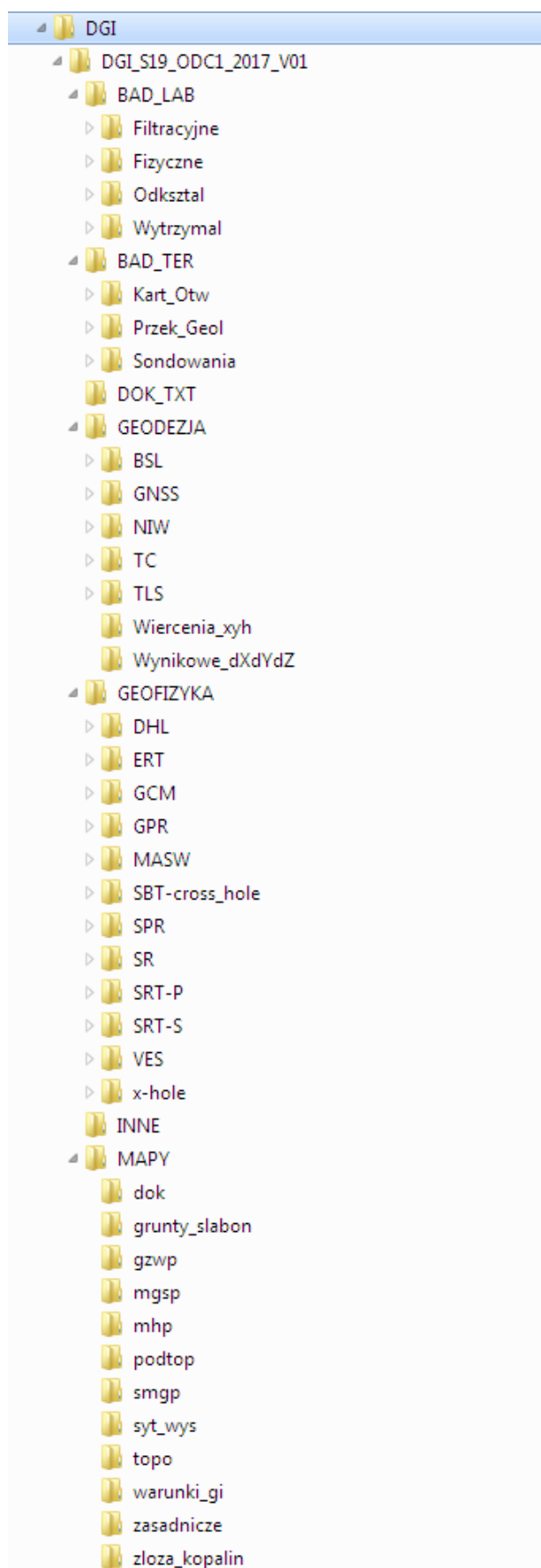
Załącznik 22. 10 Organizacja plików w strukturach katalogowych

Na rysunku (Rysunek 45) przedstawiono przykładową strukturę katalogową dla inwestycji drogowej. Jest to widok z poziomu przestrzeni roboczej katalogu (patrz Rysunek 23). W każdym z nadrzędnych katalogów odpowiadających typom opracowań (tj. ARCH - opracowania archiwalne, PRG - projekt robót geologicznych, DH - dokumentacja hydrogeologiczna, SGI - studium geologiczno-inżynierskie, DGI - dokumentacja geologiczno-inżynierska, OG - opinia geotechniczna, DBP - dokumentacja badań podłoża budowlanego, EKSPERT - ekspertyzy, INNE - pozostałe opracowania, DODATKI - dodatki do dokumentacji geologicznych i projektów robót geologicznych) znajdują się katalogi zawierające konkretne opracowania wykonane przez Wykonawców w postaci dokumentacji cyfrowej oraz zawierające tabele referencyjne. Przykładowo folder DGI_S19_ODC1_2017_V01 oznacza, że jest to dokumentacja geologiczno-inżynierska wykonana dla drogi S-19 dla odcinka 1 w roku 2017, i że jest to pierwsza wersja opracowania. Jeżeli w późniejszym okresie powstanie kolejne opracowanie tego typu lub pojawi się kolejna rewizja tej dokumentacji wówczas pojawi się w katalogu DGI kolejny podkatalog - np. DGI_S-19_2017_V02.



Rysunek 45 Przykładowa struktura katalogowa dla pojedynczej inwestycji drogowej na poziomie typów opracowań

Rysunek 46 przedstawia szczegółowy widok struktury katalogowej dla pojedynczego opracowania. W tym przypadku jest to wspomniana wyżej dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI_S19_ODC1_2017_V01). Podział katalogów w obrębie pojedynczego opracowania jest zgodny z rysunkiem (Rysunek 14). Na rysunku (Rysunek 46) zamieszczono bardziej szczegółową strukturę katalogową, która uwzględnia również zawartość poszczególnych folderów odpowiadających typom badań. Przykładowo folder BAD_LAB (badania laboratoryjne) powinien zawierać podfoldery odpowiadające poszczególnym grupom właściwości gruntów i skał (odpowiednio właściwości: filtracyjne, fizyczne, odkształceniowe i wytrzymałościowe). Analogicznie postępujemy w przypadku kolejnych folderów, tj. BAD_TER, DOK_TXT, GEODEZJA, GEOFIZYKA, INNE, MAPY.



Rysunek 46 Przykładowa struktura katalogowa dla pojedynczego opracowania: Dokumentacja geologiczno-inżynierska (DGI)

Zalecenia przedstawione w niniejszym rozdziale są zgodne z wytycznymi do nazewnictwa plików i modeli BIM zgodnie z normą BS 1192:2007+A2:2016 (Tabela 128). Przyjęto założenie, że pliki i modele wytwarzane po stronie Wykonawcy mają status S01, tj. Work in Progress (WIP) - etapy rozwoju projektów branżowych. Identyfikator statusu S01 wraz z odpowiednim identyfikatorem rewizji może być dodawany dowolnie do nazw plików jako prefiks bądź sufiks. Poniżej przedstawiono przykładowe dodanie sufiksu identyfikującego status i rewizję dokumentu w procesie BIM.

Przykład: **S19-1_OW1_Wo2_KO.pdf** (OW - otwór wiertniczy, KO - karta otworu, Wo2 - wiercenie rdzeniowane podwójną rdzeniówką na płuczce /pozycja ze słownika/)

Na etapie odbioru przez Zamawiającego pliku (dokumentacji wynikowej danego zadania) o statusie S01 (WIP - Work in Progress) Wykonawca badań powinien go nazwać:

[symbol i numer odcinka drogi]_[symbol, numer i rodzaj wiercenia]_KO_S01_P0n.01.pdf

n - rewizja - kolejna wersja tego samego dokumentu po poprawkach

Przykład: **S19-1_OW1_Wo2_KO_S01_P01.01.pdf**

Po przeprowadzeniu procedury odbioru opracowania przez Zamawiającego (GDDKiA) i na etapie importu pliku do katalogu/bazy danych GIS w GDDKiA celem dalszego udostępniania dokumentacji badań podłoża budowlanego na etapie współdzielenia plików/modeli między zespołami Projektantów (Wykonawców) oraz między zespołami Projektantów a Zamawiającym (SHARED) plik ten powinien nazywać się:

[symbol i numer odcinka drogi]_[symbol, numer i rodzaj wiercenia]_KO_S1_P0n.01.pdf

n - rewizja - kolejna wersja tego samego dokumentu po poprawkach

Przykład: **S19-1_OW1_Wo2_KO_S1_P01.01.pdf**

Sufiks statusu S1 - Odpowiedni do Koordynacji - Plik jest dostępny do „współdzielenia” i użycia przez inne branże jako tło dla ich informacji (zgodnie z BS 1192:2007+A2:2016).

Zakłada się, aby statusy typu S2 - S, D, A, B, etc. były nadawane w toku realizacji drogowego procesu inwestycyjnego przez GDDKiA bądź działającego w jej imieniu koordynatora BIM.

Tabela 128 Wersje, rewizje i kody zgodności wersji modeli wg BS 1192:2007+A2:2016

Status	Opis	Rewizja	Dane graficzne	Dane niegraficzne	Dokumenty
Work in Progress (WIP) - Etap rozwoju projektów branżowych					
S01	Status początkowy lub WIP Dokument główny indeksu identyfikatorów pliku przesłany do ekstranetu.	P01.01 itd. do P0n.01 itd	+	+	+
Shared - Etap współdzielenia plików/modeli między zespołami projektantów i między zespołami projektantów, a Zamawiającym					
S1	Odpowiedni do Koordynacji Plik jest dostępny do „współdzielenia” i użycia przez inne branże jako tło dla ich informacji.	P01.01 do P0n.01	+	-	-
S2	Odpowiedni do Informacji	P01 do Pnn	-	+	+
S3	Odpowiedni do Weryfikacji i Komentowania	P01 do Pnn	Jeśli potrzeba	+	+
S4	Odpowiedni do Zatwierdzenia Etapu	P01 do Pnn	-	-	+
S5	Odpowiedni do Produkcji	P01 do Pnn	+	+	+
S6	Odpowiedni do Autoryzacji PIM (Wymiany Informacji 1-3)	P01 do Pnn	-	-	+
S7	Odpowiedni do Autoryzacji AIM (Wymiana Informacji 6)	P01 do Pnn	-	-	+
Dokumenty przekazane z WIP do Strefy Dokumentacji Opublikowanej. Dokumenty nieautoryzowane, użycie na własne ryzyko.					
D1	Odpowiedni do Kosztorysowania	P01.1 itd.	+	+	+

Status	Opis	Rewizja	Dane graficzne	Dane niegraficzne	Dokumenty
		do Pn.1 itd.			
D2	Odpowiedni do Przetargu	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	-	+	+
D3	Odpowiedni do Projektu Wykonawczego	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	+	+	+
D4	Odpowiedni do Produkcji/Zamawiania	P01.1 itd. do Pn.1 itd.	-	+	+
Opublikowana Dokumentacja (wynikająca z umowy)					
A1, A2, A3, An itd.	Zatwierdzony i zaakceptowany jako etap zakończony (C=wynikający z umowy/ukończony)	C01 do C0n	+	+	+
B1, B2, B3, Bn itd.	Częściowo ukończony: z drobnymi uwagami od Klienta. Wszystkie drobne uwagi powinny być oznaczone przez wstawienie chmury oraz komunikat „w zawieszeniu” do czasu, aż uwaga zostanie rozpatrzona, a następnie ponownie przedłożony do pełnej autoryzacji.	P01.01 itd. do P0n.0n itd.	+	+	+
Opublikowany dla akceptacji w AIM					
CR	Jako dokumentacja Dziennika Budowy, PDF, Modele itd.	C01 do C0n	+	+	+

Załącznik 23 Wzory protokołów kontroli

Załącznik 23.1 Protokół kontroli potencjału wykonawcy

PROTOKÓŁ KONTROLI POTENCJAŁU WYKONAWCY			
Nr .../2018			
Termin kontroli			
Data	dd/mm/rrrr	Godzina	hh:mm
Inwestycja			
Nr drogi		km	
Nazwa przedsięwzięcia		Lokalizacja	
Wykonawca badań			
Nazwa firmy	Nazwa, ul. Ulica x, xx-xxx Miejscowość		
Przedmiot kontroli			
<input type="checkbox"/> zgodność sprzętu terenowego i laboratoryjnego z deklarowanym w ramach procedury przetargowej			
<input type="checkbox"/> kwalifikacje personelu			
<input type="checkbox"/> dokumenty kalibracyjne			
<input type="checkbox"/> zgodność z wymaganym systemem jakości			
<input type="checkbox"/> zgody na wykonanie prac (<i>m in. decyzji zatwierdzających, uzgodnień, zgód właścicieli działek itp.</i>)			
<input type="checkbox"/> sposób przechowywania prób i próbek			
<input type="checkbox"/> inne (<i>wymienić jakie</i>)			
Zgodność sprzętu terenowego z deklarowanym			
Lp.	Nazwa sprzętu	Zgodny	Niezgodny
1			
2			
3			
4			
Wymagane kwalifikacje personelu			
Lp.	Imię i nazwisko	Numer uprawnień	Brak uprawnień
1			
2			
3			
4			
Wymagane dokumenty kalibracyjne			
Lp.	Nazwa dokumentu kalibracyjnego	Data ważności	Brak/nieważny
1			
2			
3			
4			
Wymagany system jakości			
Lp.	Nazwa systemu jakości	Zgodny	Niezgodny

Rysunek 47 Protokół kontroli potencjału wykonawcy

Załącznik 23.2 Protokół kontroli prac terenowych

PROTOKÓŁ KONTROLI PRAC TERENOWYCH			
Nr .../2018			
Termin kontroli			
Data	dd/mm/rrrr	Godzina	hh:mm
Inwestycja			
Nr drogi		km	
Nazwa przedsięwzięcia		Lokalizacja	
Wykonawca badań			
Nazwa firmy	Nazwa, ul. Ulica x, xx-xxx Miejscowość		
Dozór geologiczny	Imię i nazwisko	Nr uprawnień (jeżeli wymagane)	x-xxxxxxxx
Przedmiot kontroli			
<input type="checkbox"/> Wizja terenowa przed opracowaniem PRG lub przed rozpoczęciem badań			
<input type="checkbox"/> Wyznaczanie lokalizacji miejsca badań (tyczenie punktów)			
<input type="checkbox"/> Wykonywanie wierceń i sondowań lub badań geofizycznych			
<input type="checkbox"/> urządzenie wiertnicze, typ			
<input type="checkbox"/> sonda statyczna/dynamiczna, typ			
<input type="checkbox"/> inne urządzenie, typ			
<input type="checkbox"/> Pobór próbek gruntu, skał lub wody ¹			
<input type="checkbox"/> inne prace terenowe: ...			
Wyrobiska badawcze/punkty dokumentacyjne objęte kontrolą			
Lp.	Nr otworu/ sondowania /etc.	Głębokość	Uwagi
1			
2			
3			
4			
Inne uwagi (np. przestrzeganie zasad BHP, stan techniczny sprzętu, sposób poboru i przechowywania próbek, ocena makroskopowa, sposób likwidacji otworu, zgodność badań z PRG)			
Załączniki			
1. Dokumentacja fotograficzna			
2. ...			
3. ...			
GDDKiA		Wykonawca	
Imię i nazwisko		Imię i nazwisko	

Rysunek 48 Protokół kontroli prac terenowych

Załącznik 23.3 Protokół kontroli prac laboratoryjnych

PROTOKÓŁ KONTROLI PRAC LABORATORYJNYCH Nr .../2018			
Termin kontroli			
Data	dd/mm/rrrr	Godzina	hh:mm
Inwestycja			
Nr drogi		km	
Nazwa przedsięwzięcia		Lokalizacja	
Wykonawca badań			
Nazwa firmy/laboratorium	Nazwa, ul. Ulica x, xx-xxx Miejscowość		
Laboratorium akredytowane (jeżeli wymagane) <input type="checkbox"/> TAK nr akredytacji <input type="checkbox"/> NIE		Wykonawca badania	Imię i nazwisko
Przedmiot kontroli			
<input type="checkbox"/> warunki lokalowe i środowiskowe (<i>m.in. opis warunków w laboratorium mających wpływ na przeprowadzane badania, monitorowanie, nadzorowanie i rejestracja zapisów</i>)			
<input type="checkbox"/> wyposażenie (<i>m.in. status metrologiczny, dostępność instrukcji obsługi i konserwacji wyposażenia, zapisy dotyczące wyposażenia, postępowanie z wyposażeniem, aktualizacja oprogramowania komputerowego</i>)			
<input type="checkbox"/> kompetencje personelu i nadzór nad zapisami (<i>m.in. doświadczenie i umiejętności personelu, wykaz stosowanych formularzy, zapisów, postępowanie w razie pomyłki w zapisach</i>)			
<input type="checkbox"/> sposób przechowywania i postępowanie z próbkami (<i>m.in. utrzymywanie, monitorowanie i zapisywanie postępowania z obiektami do badań, system identyfikacji próbek</i>)			
<input type="checkbox"/> metodyka badań (<i>m.in. zgodność z normą, procedurą, instrukcją, itp.</i>)			
<input type="checkbox"/> przedstawianie wyników badań			
<input type="checkbox"/> inne			
Próbki objęte kontrolą			
Lp.	Nr próbki	Rodzaj badania	Osoba wykonująca badanie
1			
2			
3			
Inne uwagi (np. przestrzeganie zasad BHP, stan techniczny i metrologiczny sprzętu, instrukcja i serwisowanie sprzętu, sposób przechowywania próbek, ocena makroskopowa, itp)			
Załączniki			
1. Dokumentacja fotograficzna 2. ...			
GDDKiA Imię i nazwisko		Wykonawca Imię i nazwisko	

Rysunek 49 Protokół kontroli prac laboratoryjnych

Załącznik 24 Spis wykorzystanych materiałów

Uwaga: aktualność podanych aktów prawnych należy każdorazowo sprawdzić.

Zaleca się korzystać ze strony Internetowy System Aktów Prawnych <http://isap.sejm.gov.pl>

Uwaga: aktualność podanych norm należy każdorazowo sprawdzić.

Zaleca się korzystać ze strony Polskiego Komitetu Normalizacyjnego <http://www.pkn.pl>

Załącznik 24.1 Przepisy prawne

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2007/2/WE z dnia 14 marca 2007 r. ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej (INSPIRE)

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/96/WE z dnia 19 listopada 2008 r. w sprawie zarządzania bezpieczeństwem infrastruktury drogowej.

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/24/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie zamówień publicznych, uchylająca dyrektywę 2004/18/WE. Tekst mający znaczenie dla EOG

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 11 maja 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2017 poz. 1073)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 kwietnia 2018 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2018 poz. 799)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 października 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz. U. 2017 poz. 2101)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 13 października 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o dostępie do informacji publicznej (Dz. U. 2016 poz. 1764)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 16 października 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2017 poz. 2126)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 24 lutego 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne (Dz. U. 2017 poz. 570 z późn. zm.)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 lipca 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o szczególnych zasadach przygotowania i realizacji inwestycji w zakresie dróg publicznych (Dz. U. 2017 poz. 1496)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 7 kwietnia 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo lotnicze (Dz. U. 2017 poz. 959)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 września 2015 w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o normalizacji (Dz. U. 2015 poz. 1483)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 czerwca 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo budowlane (Dz. U. 2017 poz. 1332)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 grudnia 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o ochronie przyrody (Dz. U. 2018 poz. 142)

Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 listopada 2017 r. w sprawie

ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o drogach publicznych (Dz.U. 2017 poz. 2222 z późn. zm.)

Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 10 czerwca 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa w sprawie ewidencji gruntów i budynków (Dz. U. 2016 poz. 1034 z późn. zm)

Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 stycznia 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie świadectw kwalifikacji (Dz. U. 2017 poz. 288)

Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 23 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. 2016 poz. 124)

Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2015 poz. 1422 z późn. zm.)

Obwieszczenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 10 maja 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. 2013 poz. 1129)

Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2016 poz. 71)

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 2 listopada 2015 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz mapy zasadniczej (Dz. U. 2015 poz. 2028)

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 21 października 2015 r. w sprawie powiatowej bazy GESUT i krajowej bazy GESUT (Dz. U. 2015 poz. 1938)

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 5 września 2013 r. w sprawie organizacji i trybu prowadzenia państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. 2013 poz. 1183)

Rozporządzenie Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 8 lipca 2014 r. w sprawie formularzy dotyczących zgłaszania prac geodezyjnych i prac kartograficznych, zawiadomienia o wykonaniu tych prac oraz przekazywania ich wyników do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. 2014 poz. 924)

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 21 lutego 1995 r. w sprawie rodzaju i zakresu opracowań geodezyjno-kartograficznych oraz czynności geodezyjnych obowiązujących w budownictwie. (Dz. U. 1995 nr 25 poz. 133)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 13 września 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie udostępniania materiałów państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, wydawania licencji oraz wzoru Dokumentu Obliczenia Opłaty (Dz. U. 2017 poz. 1989)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 14 listopada 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2017 poz. 2285)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 27 września 2017 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ewidencji gruntów i budynków (Dz. U. 2017 poz. 1990)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 22 września 2015 r. zmieniające

rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. 2015 poz. 1554)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. 2011 nr 263 poz. 1572)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu (Dz. U. 2011 nr 263 poz. 1571)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych (Dz. U. 2011 nr 279 poz. 1642)

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 30 października 2006 r. w sprawie niezbędnych elementów struktury dokumentów elektronicznych (Dz. U. 2006 nr 206 poz. 1517)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 8 grudnia 2017 r. w sprawie planów ruchu zakładów górniczych (Dz.U. 2017 poz. 2293).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2015, poz. 964)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. 2016 poz. 1395)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 r. poz. 2033)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz. U. 2007 nr 121 poz. 840)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2011 Nr 288, poz. 1696).

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie korzystania z informacji geologicznej za wynagrodzeniem (Dz. U. 2011 nr 292 poz. 1724)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 marca 2016 r. w sprawie kwalifikacji w zakresie geologii (Dz. U. 2016 poz. 425)

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017 poz. 2075)

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 r. poz. 463)

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247)

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 3 października 2011 r. w sprawie rodzajów kartograficznych opracowań tematycznych i specjalnych (Dz. U. 2011 nr 222 poz. 1328)

Ustawa z dnia 1 marca 2018 r. o zmianie ustawy o ewidencji ludności, ustawy o zmianie ustawy o

informatyzacji działalności podmiotów realizujących zadania publiczne oraz niektórych innych ustaw oraz ustawy - Prawo o aktach stanu cywilnego (Dz. U. 2018 poz. 696)

Ustawa z dnia 19 lipca 1990 r. o zmianie ustawy o ochronie dóbr kultury i o muzeach (Dz. U. 1990 nr 56 poz. 322)

Ustawa z dnia 25 lutego 2016 r. o ponownym wykorzystywaniu informacji sektora publicznego (Dz. U. 2016 poz. 352)

Załącznik 24.2 Normy

Normy ogólne dotyczące projektowania, wykonywania i dokumentowania badań

PN-B-02479:1998 Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne. (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN 1997-1:2008, PN-EN 1997-2:2009).

PN-B-02481:1998 Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.

PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN 1997-2:2009).

PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA).

PN-EN 1990:2004 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1990:2004/A1:2008 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1990:2004/AC:2010 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1990:2004/Ap1:2004 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1990:2004/Ap2:2010 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1990:2004/NA:2010 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji.

PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN 1997-1:2008/A1:2014-05 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN 1997-1:2008/AC:2009 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN 1997-1:2008/Ap1:2010 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN 1997-1:2008/Ap2:2010 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN 1997-1:2008/NA:2011 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.

PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

PN-EN 1997-2:2009/AC:2010 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

PN-EN 1997-2:2009/Ap1:2010 Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

PN-EN 1998-1:2005 Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym. Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN 1998-1:2005/A1:2014-01 Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym. Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN 1998-1:2005/AC:2009 Eurokod 8: Projektowanie konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym. Część 1: Reguły ogólne, oddziaływania sejsmiczne i reguły dla budynków (WERSJA

ANGIELSKA).

PN-EN 206+A1:2016-12 Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania.

Normy klasyfikacyjne:

PN-B-02480:1986 Grunty budowlane – Określenia, symbole, podział i opis gruntów (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-B-02481:1998)

PN-EN ISO 14688-1:2018-05 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 1: Oznaczanie i opis (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 14688-2:2018-05 Badania geotechniczne - Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów - Część 2: Zasady klasyfikowania (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 14689:2018-05 Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie skał (WERSJA ANGIELSKA)

Normy dotyczące badań polowych

BN-8950-01:1978 Badanie wytrzymałości skał - Polowe wyznaczanie wytrzymałości skał na ścinanie - Metoda bezpośredniego ścinania BN-78/8950-01

BN-8950-07:1975 Budownictwo hydrotechniczne - Badania geologiczne i hydrogeologiczne - Określenie wodochłonności skał litych - Warunki techniczne i metody badań

PN-EN ISO 22475-1:2006 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych - Część 1: Techniczne zasady wykonania (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22476-1:2013-03 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 1: Badanie sondą statyczną ze stożkiem elektrycznym lub stożkiem piezo-elektrycznym (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22476-1:2013-03/AC:2013-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 1: Badanie sondą statyczną ze stożkiem elektrycznym lub stożkiem piezo-elektrycznym (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22476-2:2005 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe - Część 2: Sondowanie dynamiczne (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22476-2:2005/A1:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania polowe - Część 2: Sondowanie dynamiczne (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22476-5:2013-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 5: Badanie dylatometrem (WERSJA ANGIELSKA).

Normy dotyczące badań hydrogeologicznych

PN-EN ISO 22282-1:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 1: Zasady ogólne (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22282-2:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 2: Badania współczynnika filtracji w otworze wiertniczym w systemie otwartym (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22282-4:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 4: Pompowanie próbne (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22282-5:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne - Część 5: Badania infiltracyjne (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 22282-6:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania hydrogeologiczne -

Część 6: Badania współczynnika filtracji w otworze wiertniczym w systemie zamkniętym (WERSJA ANGIELSKA).

Normy dotyczące badań laboratoryjnych

ASTM D2664-04 Standard Test Method for Triaxial Compressive Strength of Undrained Rock Core Specimens Without Pore Pressure Measurements (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ ASTM D7012-14e1)

ASTM D5731 – 16 Standard Test Method for Determination of the Point Load Strength Index of Rock and Application to Rock Strength Classifications

BS 1377-9:1990, Methods of test for soils for civil engineering purposes — Part 9: vertical settlement and strength tests.

PKN-CEN ISO/TS 17892-10:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 10: Badanie w aparacie bezpośredniego ścinania.

PKN-CEN ISO/TS 17892-11:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 11: Badanie filtracji przy stałym i zmiennym gradiencie hydraulicznym.

PKN-CEN ISO/TS 17892-12:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 12: Oznaczanie granic Atterberga.

PN-B-04492:1955 Grunty budowlane. Badania właściwości fizycznych. Oznaczanie wskaźnika wodoprzepuszczalności (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-B-04493:1960 Grunty budowlane. Oznaczanie kapilarności biernej (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-EN 04102:1985 Materiały kamienne – Oznaczanie mrozoodporności metodą bezpośrednią (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN 12371:2010)

PN-EN 1097-6:20013-11 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw – Część 6: Oznaczanie gęstości i nasiąkliwości (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 12371:2010 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie mrozoodporności (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 12372:2010 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie wytrzymałości na zginanie pod działaniem siły skupionej

PN-EN 12372:2010/Ap1:2018-04 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie wytrzymałości na zginanie pod działaniem siły skupionej

PN-EN 13161:2008 Metody badań kamienia naturalnego -- Oznaczanie wytrzymałości na zginanie przy stałym momencie (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 13286-2:2010 Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie - Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody - Zagęszczanie metodą Proktora (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN 13286-2:2010/AC:2014-07 Mieszanki niezwiązane i związane hydraulicznie - Część 2: Metody badań laboratoryjnych gęstości na sucho i zawartości wody - Zagęszczanie metodą Proktora (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN 13286-47:2017 Mieszanki niezwiązane i związane spoiwem hydraulicznym -- Część 47: Metoda badania wskaźnika CBR, wskaźnika nośności natychmiastowej i pęcznienia liniowego (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 13755:2008 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie nasiąkliwości przy ciśnieniu atmosferycznym (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN 1926:2007 Metody badań kamienia naturalnego – Oznaczanie jednoosiowej wytrzymałości

na ściskanie (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 17892-1:2015-02 – Rozpoznanie i badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 1: Oznaczanie wilgotności naturalnej (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 17892-2:2015-02 - Rozpoznanie i badania geotechniczne -- Badania laboratoryjne gruntów -- Część 2: Oznaczanie gęstości objętościowej (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 17892-3:2016-03 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 3: Oznaczanie gęstości właściwej. Metoda piknometru (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 17892-4:2017-01 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 4: Badanie uziarnienia gruntów (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 17892-5:2017-06 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 5: Badanie edometryczne gruntów (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 17892-6:2017-06 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 17892-7:2018-05 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 7: Ściskanie jednoosiowe (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 17892-8:2018-05 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 8: trójosiowe bez konsolidacji i bez drenażu (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 17892-9:2018-05 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów - Część 9: Ściskanie trójosiowe z konsolidacją na próbkach całkowicie nasyconych wodą (WERSJA ANGIELSKA).

PN-G 04352:1997 Skały zwarte – Oznaczanie ścieralności i rozmakalności skał w wodzie na próbkach o niewielkiej masie (NORMA WYCOFANA)

PN-G-04304:1997 Skały zwarte - Oznaczanie wytrzymałości na ścinanie proste

PN-G-04304:1997/Az1:1999 Skały zwarte - Oznaczanie wytrzymałości na ścinanie proste

Normy dotyczące formatów danych

BS ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries

Normy geodezyjne

ISO/TS 19103:2005 Geographical information - Conceptual schema language.

ISO/TS 19139:2007 Geographic information Metadata - XML

PN-EN ISO 19101:2005 Model tworzenia norm (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN ISO 19101-1:2015-03 WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19101-1:2015-03 Informacja geograficzna – Model odniesienia – Część 1: Podstawy (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19105:2005 Informacja geograficzna - Zgodność i testowanie zgodności (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19106:2006 Informacja geograficzna - Profile norm bazowych (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19107:2010 Informacja geograficzna - Schemat przestrzenny.

PN-EN ISO 19108:2010 Informacja geograficzna - Schemat czasowy.

PN-EN ISO 19109:2016-04 Informacja geograficzna - Reguły schematów aplikacyjnych 19109:2016-04

PN-EN ISO 19110:2017-03 Informacja geograficzna - Metodyka katalogowania obiektów

(WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19111:2010 Informacja geograficzna - Odniesienia przestrzenne za pomocą współrzędnych.

PN-EN ISO 19112:2005 Informacja geograficzna - Odniesienia przestrzenne za pomocą identyfikatorów geograficznych (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19113:2009 Informacja geograficzna - Podstawy opisu jakości (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN ISO 19157:2014-04 WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19114:2005 Informacja geograficzna - Procedury oceny jakości (NORMA WYCOFANA ZASTĄPIONA PRZEZ PN-EN ISO 19157:2014-04)

PN-EN ISO 19115-1:2014-08 Informacja geograficzna – Metadane (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19116:2006 Informacja geograficzna - Usługi wyznaczania położenia (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19117:2014-07 Informacja geograficzna – Prezentacja (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19118:2011 Informacja geograficzna – Kodowanie (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19119:2016-06 Informacja geograficzna – Usługi (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19123:2010 Informacja geograficzna - Schemat dla geometrii i funkcji pokryć.

PN-EN ISO 19125-1:2010 Informacja geograficzna - Środki dostępu do obiektów prostych – Część 1: Wspólna architektura

PN-EN ISO 19128:2010 Informacja geograficzna - Interfejs internetowego serwera map

PN-EN ISO 19133:2007 Informacja geograficzna - Usługi oparte na lokalizacji - Śledzenie i nawigacja (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19135-1:2016-02 Informacja geograficzna - Procedury rejestracji pozycji informacji geograficznej – Część 1: Podstawy (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19136:2009 Informacja geograficzna - Język znaczników geograficznych GML (WERSJA ANGIELSKA)

PN-EN ISO 19142:2011 Informacja geograficzna – Internetowa usługa dostępu do obiektów (WERSJA ANGIELSKA).

PN-EN ISO 19157:2014-04 Informacja geograficzna - Jakość danych (WERSJA ANGIELSKA)

PN-N-02206:1978 Obliczenia geodezyjne – Rachunek krakowianowy – Teoria błędów – Rachunek wyrównawczy – podstawowe nazwy, określenia i oznaczenia (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-N-02207:1986 - Geodezja. Terminologia (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-N-02211:2000 - Geodezja. Geodezyjne wyznaczanie przemieszczeń. Terminologia podstawowa.

PN-N-02251:1987 - Geodezja. Osnowy geodezyjne. Terminologia (NORMA WYCOFANA BEZ ZASTĄPIENIA)

PN-N-99310:2000 - Geodezja. Pomiary realizacyjne. Terminologia.

Załącznik 24.3 Wytyczne i instrukcje

Zarządzenia i Instrukcje Generalnej Dyrekcji Dróg Publicznych (GDDP):

INSTRUKCJA badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. Część 1., Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998.

INSTRUKCJA badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych. Część 2. Załącznik,

Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 1998.

INSTRUKCJA obserwacji i badań osuwisk drogowych, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, 1999.

WYTYCZNE wzmocnienia podłoża gruntowego w budownictwie drogowym, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa 2002.

ZARZĄDZENIE nr 17 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 11 maja 2009 roku w sprawie stadiów i składu dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowywania zadań.

ZARZĄDZENIE nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16 czerwca 2014 roku w sprawie Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni sztywnych.

ZARZĄDZENIE nr 34 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 3 czerwca 2009 roku zmieniające zarządzenie stadiów i składu dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowywania zadań.

ZARZĄDZENIE nr 58 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dn. 23 listopada 2015 w sprawie dokumentacji do realizacji inwestycji.

Wytyczne Ministerstwa Środowiska (MŚ) i Państwowego Instytutu Geologicznego (PIG-PIB):

DOBĄK P., DRĄGOWSKI A., FRANKOWSKI Z., FROLIK A., KACZYŃSKI R., KOTYRBA A., PINIŃSKA J., RYBICKI S., WOŹNIAK H., 2009 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla celów likwidacji kopalń, Warszawa

FRANKOWSKI Z., GODLEWSKI T., IRMIŃSKI W., ŁUKASIK S., MAJER E., NAŁĘCZ T., SOKOŁOWSKA M., WOŁKOWICZ W., CHADA K., CHOROMAŃSKI D., GAŁKOWSKI P., JAŚKIEWICZ K., JURYS L., KACZYŃSKI Ł., MADEJ M., MAJER K., PIETRZYKOWSKI P., SAMEL I., WSZĘDYRÓWNY-NAST M. 2012. – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

MAJER E., SOKOŁOWSKA M., FRANKOWSKI Z., BARAŃSKI M., BESTYŃSKI Z., OSTROWSKI S., PASIECZNA A., PIETRZYKOWSKI P., PRZYŁUCKA M., BŁACHNIO O., CHADA M., CZARNIAK P., DZIEKAN-KAMIŃSKA E., JAROS M., JUDKOWIAK M., ŁUKAWSKA A., MAJER K., PACANOWSKI G., PIECHOTA A., ROGUSKI A., RYŻYŃSKI G., SAMEL I., SOKOŁOWSKI J., SZABŁOWSKA M., SZLASA M. 2017. Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (w świetle wymagań Eurokodu 7), Wyd. PIG-PIB Warszawa.

RODZOCH A., KUŚMIERZ A., SAWICKA-SIARKIEWICZ H., BORZYSZKOWSKI J., BESTYŃSKI Z., DOBKOWSKA A., GÓRKA J., KRUK L., LEŚNIAK J., OFICJALSKA H., PACHOLEWSKI A., TKACZYK A., 2006 – Zasady sporządzania dokumentacji określających warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem dróg krajowych i autostrad. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

Instrukcje Instytutu Techniki Budowlanej (ITB):

INSTRUKCJA ITB 296, Posadowienie budowli na gruntach ekspansywnych, ITB, Warszawa 1990.

INSTRUKCJA ITB 303, Ustalenie przydatności gruntów na potrzeby budownictwa, ITB, Warszawa 1990.

INSTRUKCJA ITB 487. Ocena przydatności terenów górniczych do zabudowy, ITB, Warszawa 2013.

Instrukcje Polskich Kolei Państwowych, Polskich Linii Kolejowych S.A. (PKP PLK S.A.):

WYTYCZNE badań podłoża gruntowego dla potrzeb budowy i modernizacji infrastruktury

kolejowej, PKP PLK S.A., Warszawa 2016.

Załącznik 24. 4 Literatura

BARTON N., LIEN R., LUNDE J., 1974 – Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support, *Rock Mechanics*, Springer-Verlag, Vol. 6, pp.189-236.

BAŻYŃSKI J., TUREK S. 1969 – Słownik Hydrogeologii i geologii inżynierskiej. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

BIENIAWSKI Z T. 1989 – Engineering rock mass classification. John Willey & Sons, New York.

BOHATKIEWICZ J. (red.). Podręcznik dobrych praktyk wykonywania opracowań środowiskowych dla dróg krajowych. Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Kraków 2000.

BOND A. J., HARRIS A. 2008 – Decoding Eurocode 7. Taylor&Francis, New York, USA.

DEARMAN W., 1995 – Description and classification of weathered rocks for engineering purpose: the background to the BS5930:1981 proposals. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*. Vol. 28, s. 267-276.

DRĄGOWSKI A., 1981 – Inżyniersko-geologiczna charakterystyka niszczenia skał masywowych Wyżyny Lubelskiej w wyniku pęcznienia i skurczu. *Biuletyn Geologiczny UW*. t. 29.

DRĄGOWSKI A., KACZYŃSKI R., PINIŃSKA J., 1984 – Geotechniczne problemy oceny zwietrzelin. VII Krajowa Konferencja mechaniki Gruntów i Fundamentowania, T. I, Poznań.

FOOKES P., DEARMAN W., FRANKLIN J., 1971 - Some engineering aspects of rock weathering with field examples from Dartmoor and elsewhere. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* vol. 4, s. 139-185.

FRANK R. i in., 2004 - Designers' Guide to EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical Design - General Rules, Wyd. ICE Publishing, Londyn.

GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. 1990 - Metody badań gruntów spoistych. Wyd. Geologiczne, Warszawa.

GRABOWSKA-OLSZEWSKA B. 1998 - Geologia Stosowana. Właściwości gruntów nienasyconych, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.

HOBLER H. 1977 – Badania fizykochemicznych właściwości skał. Wyd. PWN.

HOEK E., BROWN E. T., 1980 –Underground Excavation in Rock, Institution of Mining and Metallurgy, London 1980, 527 pp.

JAKUBICZ B., ŁODZIŃSKA W., 1989 – Zasady metodyczne opracowania map i atlasów geologiczno – inżynierskich obszarów zurbanizowanych i perspektywicznej zabudowy powierzchniowej. Instrukcje i metody badań geologicznych. Zeszyt 49. Wydawnictwa Geologiczne PIG-PIB.

KIDYBIŃSKI A. 1982 – Podstawy geotechniki kopalnianej. Wyd. Śląsk, Katowice.

KLECZKOWSKI A., RÓŻKOWSKI A. 1997 – Słownik hydrogeologiczny, Wyd. TRIO, Warszawa.

KOWALSKI W. C., 1988 – Geologia Inżynierska. Wyd. PWN. Warszawa.

MADRYAS C., KOŁONKO A., SZOT A., WYSOCKI L 2009 – Mikrotunelowanie. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Wrocław.

MALINOWSKI J., 1960 – Geologia inżynierska, cz. II, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

MARINOS, P AND HOEK, E. 2000 – GSI – A geologically friendly tool for rock mass strength estimation. Proc. GeoEng2000 Conference, Melbourne. 1422-1442.

MATULA M., 1981 - Rock and Soil Description and Classification for Engineering Geological

- Mapping Report by the IAEG Commission on Engineering Geological Mapping, Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 24, 235–274.
- MIGOŃ P., 2009 – Geomorfologia. Wyd. PWN. Warszawa.
- MOIK J. G. 1980 – Digital Processing of Remotely Sensed Images. Washington, D.C. NASA, Government Printing Office.
- NORBURY D., HENCHER S., CRIPPS J., LUMSDEN A., 1995 – The description and classification of weathered rocks for engineering purposes. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology. Vol. 28, s. 207-242.
- PARRY S., BAYENS F.J, CULSHAW M.G., EGGERS M., KEATON J.F, LENTFER K., NOWOTNY J., PAUL D. 2014 – Engineering geological models – an introduction: IAEG Commission 25. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Vol. 73, Issue 3 s: 689-706.
- PROST G.L., 2013 - Remote Sensing for Geoscientists, 3rd edition, CRC Press.
- ROGOŹ M., 2012 – Metody obliczeniowe w hydrogeologii. Wyd. Śląsk. Katowice.
- TAJDUŚ A., CAŁA M., TAJDUŚ K. 2012 – Geomechanika w budownictwie podziemnym – Projektowanie i budowa tuneli. Wyk. AGH, Kraków.
- THIEL K. (red.). 1989 – Właściwości fizyko-mechaniczne i modele maszywów skalnych Polskich Karpat Fliszowych. IBW PAN, Biblioteka Naukowa Hydrotechnika nr 19, Gdańsk.
- USING the Q-System 2015. Rock mass classification and support design. NGI.
- VAN DER MERWE D. H. 1964 - Prediction of Heave from the Plasticity Index and Percentage of Clay Fraction of Soils. Transactions of the South African Institution of Civil Engineers, 6, 103-107.
- VIJAYVERGIYA V.N., GHAZZALY O.I. 1973 - Prediction of swelling potential of natural clays. Proceedings, 3rd International Research and Engineering Conference on Expansive Clays, pp. 227–234.
- WIŁUN Z., 2003 – Zarys geotechniki, Wydawnictwo Komunikacja i Łączność, Warszawa.
- WOJCIECHOWSKI T., PERSKI Z., WÓJCIK A., 2015: Wykorzystanie wysokościowych danych laserowych w badaniu osuwisk. Materiały konferencyjne, Ogólnopolska Konferencja OSUWISKO, 19-22.05, Wieliczka, PIG-BIP.
- WYSOKIŃSKI L., KOTLICKI W., GODLEWSKI T., 2011 – Projektowanie geotechniczne według Eurokodu 7. Poradnik. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa.