



Państwowy Instytut Geologiczny
Państwowy Instytut Badawczy

państwowa służba geologiczna
państwowa służba hydrogeologiczna



ATLASY GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE W SKALI 1:10 000 LUB MNIEJSZEJ INSTRUKCJA WYKONYWANIA

(stan na listopad 2020 r.)

Finansujący:

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
02-673 Warszawa, ul. Konstruktorska 3A



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Wykonawca:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Zakład Geologii Inżynierskiej
03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 76



Opracował zespół pod kierunkiem:

mgr inż. Grzegorza Ryżyńskiego

upr. geol. VII-1493



Warszawa, listopad 2020 r.

Skład zespołu autorskiego:

Imię i nazwisko	Uprawnienia
dr Zbigniew Frankowski	upr. geol. 06 0295, certyfikat PKG nr 0105
dr Edyta Majer	upr. geol. VI-0412
dr Marta Sokołowska	upr. geol. VII-1485
mgr Marta Chada	upr. geol. V-1887, upr. geol. VII-1760, upr. geol. XI-066/MAZ
mgr Michał Jaros	upr. geol. VII-1499, XI-065/MAZ
mgr Malwina Judkowiak	-
mgr Krzysztof Majer	upr. geol. VI-0418
mgr Adam Roguski	upr. geol. VII-1510, XI-070/MAZ
mgr inż. Grzegorz Ryżyński	upr. geol. VII-1493
mgr Izabela Samel	upr. geol. VII-1503
mgr Anna Stawicka	-
mgr Monika Szabłowska	upr. geol. VII-1569
mgr Marta Szlasa	upr. geol. VII-1807

Współpraca:

mgr inż. Jan Szymański (Soft –Projekt) w zakresie otworowej bazy danych p-BDGI

mgr inż. Magdalena Niedziałkowska (TAXUS IT) w zakresie modelu danych przestrzennych m-BDGI

mgr inż. Anna Teperowska (TAXUS IT) w zakresie modelu danych przestrzennych m-BDGI

mgr Tomasz Letmański (ESRI Polska) w zakresie narzędzi produkcji kartograficznej ArcGIS

mgr inż. Marta Samulowska (ESRI Polska) – w zakresie narzędzi produkcji kartograficznej ArcGIS

Wcześniejsze wersje instrukcji:

1. Atlasy Geologiczno-Inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania (stan na grudzień 2017 r.)

Spis treści

1	WSTĘP.....	7
1.1	WPROWADZENIE.....	7
1.2	CEL INSTRUKCJI.....	9
2	BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI)	10
2.1.1	OTWOROWA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (p-BDGI).....	15
2.1.2	PRZESTRZENNA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (m-BDGI).....	18
2.1.3	WERYFIKACJA TOPOLOGII WARSTW PRZESTRZENNYCH.....	20
2.1.4	NAZEWNICTWO PLIKÓW ARKUSZY MAP, KART OTWORÓW ORAZ PRZEKROJÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH	23
3	STUDIUM WYKONALNOŚCI	25
4	GROMADZENIE I PRZETWARZANIE DANYCH.....	25
5	PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH	27
5.1	KARTOWANIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE	27
5.1.1	Warunki geomorfologiczne	29
5.1.2	Warunki geologiczne	29
5.1.3	Warunki hydrogeologiczne.....	30
5.1.4	Zagrożenia geologiczne	30
5.2	POMIARY GEODEZYJNE	32
5.3	POMIARY TELEDETEKCYJNE.....	34
5.4	BADANIA GEOFIZYCZNE.....	36
5.5	WIERCENIA I POBÓR PRÓBEK GRUNTÓW I SKAŁ	38
5.6	SONDOWANIA	39
5.7	POMIARY I BADANIA HYDROGEOLOGICZNE	39
5.7.1	Pomiary zwierciadła wód podziemnych	39
5.7.2	Kartowanie hydrogeologiczne	41
5.8	BADANIA LABORATORYJNE	42
6	ATLAS GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI.....	42
6.1	REGIONALNY MODEL GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI. SERIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE ...	43
6.2	MAPY TEMATYCZNE	44
6.2.1	Podstawowe mapy tematyczne	45
6.2.2	Uzupełniające mapy tematyczne.....	51
6.3	PRZEKROJE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE.....	55
6.4	OPRACOWANIE TEKSTOWE.....	55
7	UDOSTĘPNIANIE DANYCH	58
8	ARCHIWIZACJA DANYCH.....	60

9	AKTUALIZACJA DANYCH	60
10	LITERATURA.....	61
11	ZAŁĄCZNIK NR 1 Struktura tabel warstw przestrzennych atlasów geologiczno-inżynierskich .	64
12	ZAŁĄCZNIK NR 2 Wykaz tabel słownikowych m-BDGI.....	73
13	ZAŁĄCZNIK NR 3 Tabela serii geologiczno-inżynierskich	78

1 WSTĘP

1.1 WPROWADZENIE

Aktualizacja instrukcji sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich dla miast została wykonana pod nazwą: „Atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania”. Instrukcję, pod pierwotnym tytułem „Atlasy geologiczno-inżynierskie dla miast. Instrukcja wykonywania techniką komputerową” zaktualizowano w ramach zadania państwowej służby geologicznej „Prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) wraz ze sporządzeniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000” w ramach zatwierdzonego przez Ministra Środowiska Planu zadań państwowej służby geologicznej, przewidzianych do realizacji od 2013 roku.

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na podstawie umowy nr 879/2013/Wn-07/FG-GO-DN/D z dnia 06.12.2013 r. pomiędzy Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej z siedzibą w Warszawie, ul. Konstruktorska 3a, 02-673 Warszawa, jako Dotującym z jednej strony a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym, z siedzibą w Warszawie, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, jako Dotowanym.

Podstawą do przygotowania aktualizacji instrukcji były doświadczenia zebrane podczas wykonywania kolejnych atlasów geologiczno-inżynierskich dla wybranych obszarów kraju.

Aglomeracje są zwykle tworzone przez zespoły odrębnych jednostek administracyjnych. W urbanistyce aglomeracja to obszar o intensywnej zabudowie, charakteryzujący się również dużym zagęszczeniem ludności przebywającej na danym terenie okresowo (np. w ciągu dnia) lub stale. Aglomeracje charakteryzują się dużym przepływem osób i towarów oraz znaczną wymianą usług.

Aglomeracja miejska w brzmieniu bardziej potocznym jest skupiskiem sąsiadujących ze sobą miast i wsi, które stanowią wspólny organizm, poprzez zintegrowanie lub uzupełnianie się rozmaitych form infrastruktury tych miejscowości oraz wzajemne wykorzystywanie potencjałów, którymi te miejscowości dysponują.

W Polsce jest ponad 900 miast. Liczba aglomeracji miejskich o sumarycznej populacji przekraczającej 50 tys. mieszkańców to 81 (wg EUPOS), co daje łącznie około 23,5 miliona osób zamieszkujących tereny silnie zurbanizowane. Odpowiada to w przybliżeniu wartości współczynnika urbanizacji, który w Polsce wynosi 62% przy populacji 38,2 miliona mieszkańców. Aglomeracje miejskie to w przybliżeniu 15% powierzchni Polski, a obszar przez nie objęty odpowiada mniej więcej 2000 arkuszy mapy topograficznej w skali 1:10 000 i 125 arkuszom Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000.

Aglomeracje miejskie w czasie swojego istnienia i rozwoju potrzebują danych geologicznych, dla każdej prowadzonej inwestycji (domu, drogi, obiektów użyteczności publicznej) oraz planowania przestrzennego. Każde opracowanie dotyczące zagospodarowania, zwłaszcza opracowanie szczegółowych miejscowych planów zagospodarowania, opiera się na wiarygodnej informacji geologicznej. Często wykorzystuje się do tego celu tzw. opracowania ekofizjograficzne podające warunki geologiczne tylko na podstawie objaśnienia form morfologii terenu. Są to dane wysoce niewystarczające, zwłaszcza dla terenów zurbanizowanych, na których zwykle wykonano setki czy tysiące wierceń dla różnych potrzeb.

Znaczenie cyfrowych opracowań kartograficznych, jako nośnika informacji wzrosło obecnie do tego stopnia, że przedstawienie w inny sposób różnych zagadnień z wielu dziedzin takich jak: gospodarka, zarządzanie, polityka, a przede wszystkim nauka stało się niemożliwe. Odpowiedni dobór merytorycznej informacji oraz sposób przedstawienia różnorodnych danych na mapach pozwala na analizę zachodzących relacji pomiędzy różnorodnymi elementami środowiska. Pozwala to na podjęcie właściwych decyzji przez władze administracyjne każdego szczebla.

Do wykonywania cyfrowych opracowań kartograficznych wykorzystywany jest system informacji przestrzennej - GIS (Geographical Information System), który w uporządkowany sposób gromadzi, integruje, przetwarza, udostępniania, analizuje i wizualizuje wszelkie informacje zebrane w bazach danych.

Obecnie mapy oraz wszelkie inne elementy graficzne (na przykład profile, przekroje) obrazujące budowę geologiczną, w tym warunki geologiczno-inżynierskie, wykonywane są metodami cyfrowymi, między innymi w systemie GIS. Jest to bez wątpienia oszczędność czasu w stosunku do wykonywania opracowań graficznych metodami tradycyjnymi, odręcznie na papierze. Należy jednak tutaj wyraźnie zaznaczyć, że wykonywanie map cyfrowych również wymaga dużego nakładu czasu i pracy.

Cyfrowe analizy geostatystyczne są wolne od czynników subiektywnych, które odgrywały znaczącą rolę przy ręcznym tworzeniu map. Tworzenie map cyfrowych opiera się na zadawaniu warunków brzegowych do obliczeń matematycznych. Dzięki temu każda kolejna mapa może być wykonana tą samą techniką, a przeprowadzone analizy są obciążone mniejszym błędem oraz porównywalne.

Rola autora mapy polega na zastosowaniu odpowiednich programów i analiz, które najlepiej odzwierciedlą obrazowane zagadnienia oraz na weryfikacji wyników obliczeń. To właśnie osoba tworząca warstwy cyfrowe musi zdecydować o zawartości mapy, aby przy dostarczaniu odpowiednich informacji była ona jednocześnie czytelna i zrozumiała dla odbiorców.

Do podstawowych zalet cyfrowych opracowań kartograficznych należą:

- możliwość wprowadzenia do bazodanowego systemu prawie nieograniczonego zasobu niezbędnych informacji,
- uaktualnianie na bieżąco zbiorów danych,
- standaryzacja gromadzonych danych (poprzez wykorzystanie słowników)
- dowolne rozszerzanie banku danych,
- usystematyzowany i ujednolicony zapis i obróbka danych,
- powtarzalne, ogólnodostępne i szybkie odtwarzanie danych,
- badanie wzajemnych korelacji między poszczególnymi cechami i parametrami,
- dokonywanie automatycznych obliczeń statystycznych, analiz, obliczanie trendów i opracowywanie różnorodnych prognoz,
- korzystanie ze zbioru danych i cyfrowych warstw informacyjnych w różnych programach bazodanowych i GIS,
- przechodzenie automatyczne pomiędzy różnymi układami współrzędnych geodezyjnych i geograficznych,
- cyfrowa aktualizacja, redagowanie i wydruk map w dowolnej skali.

Niniejsza Instrukcja jest kolejnym uaktualnieniem wcześniej stosowanej metodyki wykonywana atlasów geologiczno-inżynierskich. „Instrukcja sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich dla miast” z roku 2000 (wraz z kolejnymi aktualizacjami) była nowatorska i wykorzystywała ówczesne możliwości i sposoby obróbki cyfrowej. Jednak z upływem czasu nastąpiła potrzeba aktualizacji Instrukcji z uwagi na rosnącą liczbę informacji w bazach danych a także na rozwijające się oprogramowanie GIS z coraz większymi możliwościami i nowocześniejszymi metodami cyfrowych analiz geostatystycznych.

Instrukcja wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich wykorzystując współczesne możliwości obróbki cyfrowej ujednoliciła sposób tworzenia tego typu opracowań. Stosowany w cyfrowej kartografii geograficzny system informacji (GIS) wyróżnia się zautomatyzowaną i całkowicie cyfrową obróbką danych na wszystkich etapach.

Niniejsza Instrukcja opracowana została według zasad tworzenia cyfrowego, geograficznego systemu informacji i obejmuje zagadnienia geologiczno-inżynierskie. Wchodzą tu w skład przede wszystkim zagadnienia naturalne i antropogeniczne związane zarówno z twórczą jak i destrukcyjną działalnością człowieka. W tym znaczeniu Instrukcja obejmuje kartograficzne przedstawienie geologicznych warunków budowlanych, geologiczno-inżynierskich, zagadnień hydrogeologicznych, zagrożeń geologicznych dla środowiska i jego ochrony.

Istotną zaletą tak tworzonych cyfrowych warstw informacyjnych jest możliwość uzyskania graficznego przedstawienia danych i interakcyjnego tworzenia pożądanych zestawów informacji w różnych skalach. Daje to możliwość syntez dla różnych potrzeb, od zagadnień poglądowych do szczegółowych informacji dotyczących danej lokalizacji. Cyfrowy charakter danych zezwala na jego łatwą integrację z innymi systemami kartograficznymi GIS związanymi z gospodarką wodną, gospodarowaniem gruntami i opracowaniami katastralnymi.

Na świecie obecnie wdrażane są projekty i dyrektywy mające na celu stworzenie globalnej infrastruktury danych przestrzennych. W Unii Europejskiej tego typu inicjatywy prowadzone są pod szyldem INSPIRE – Infrastructure for Spatial Information in European Community.

Stworzenie spójnej infrastruktury danych przestrzennych wymaga, aby bazy danych GIS powstające w ramach różnych zadań były tworzone w usystematyzowany sposób, umożliwiając ich pełną interoperacyjność i niezależność od stosowanej platformy rozwiązań GIS. W trakcie tworzenia atlasów geologiczno-inżynierskich są podejmowane kroki, aby danym tworzącym merytoryczną treść atlasu nadać formę pozwalającą im stać się elementem szerszej infrastruktury przestrzennej. Wymaga to nadania odpowiedniej, usystematyzowanej postaci danych (model danych geologiczno-inżynierskich), ale również odpowiedniego przygotowania metadanych.

Równie kluczowym zagadnieniem jest kwestia udostępniania danych z poziomu przeglądarek internetowych oraz specjalnie dedykowanych bazodanowych aplikacji sieciowych. W trakcie realizacji poprzednich atlasów geologiczno-inżynierskich stopniowo pojawiała się potrzeba zapewnienia danym geologiczno-inżynierskim formy pozwalającej na sprawne i efektywne włączenie ich do infrastruktury danych przestrzennych (przede wszystkim chodzi tu o udostępnianie danych przez przeglądarki internetowe oraz sieciowe geoportale). Niniejsza Instrukcja podejmuje próbę dostosowania danych generowanych wg stosowanej dotychczas metodyki do wymogów stawianych dla formy danych tworzących nowoczesną infrastrukturę danych przestrzennych.

1.2 CEL INSTRUKCJI

Instrukcja dotyczy metodyki i procedur cyfrowego sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000 lub mniejszej. Opracowanie atlasu obejmuje czynności zbierania, gromadzenia, przetwarzania, analizowania i wizualizacji danych, a więc ściśle nawiązuje do zasad tworzenia systemu informacji przestrzennej GIS.

Założeniem niniejszej Instrukcji jest przedstawienie czynności związanych z wykonywaniem atlasów geologiczno-inżynierskich w taki sposób, aby każdy kolejny atlas wykonany wg przedstawionej metodyki mógł być bez większych przeszkód umieszczony bezpośrednio na serwerach bazodanowych PIG-PIB. Służyć ma temu przede wszystkim zdefiniowana struktura danych, opisana szczegółowo w Załączniku nr 1.

Duża liczba zarchiwizowanych wierceń i badań gruntów na terenach zurbanizowanych umożliwia stworzenie bogatej bazy danych geologiczno-inżynierskich dla danego obszaru. Pozwala to na opracowanie różnych syntez w postaci cyfrowych warstw informacyjnych. Umożliwiają one na bardzo szybkie uzyskanie wyników oraz wskazanie na braki w informacji i konieczność jej uzupełnienia dla problemów, gdzie dotychczasowe badania i ich interpretacje nie pozwalają na wyciąganie uogólnionych wniosków.

Zebrane informacje w postaci cyfrowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich oraz uzyskane z ich analizy i syntezy cyfrowe warstwy informacyjne mogą być przedstawiane w postaci map tematycznych atlasu. Są one przydatne zarówno do zarządzania środowiskiem przyrodniczym i jego zasobami przez władze samorządowe, jak i we wstępnych etapach decyzji inwestycyjnych oraz opracowywaniu warunków do projektów budowlanych itp.

Atlasy geologiczno-inżynierskie są tworzone na podstawie cyfrowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Jest to m.in. zbiór danych z otworów wiertniczych. Zgromadzone są one

w archiwach państwowych i firm prywatnych w postaci dokumentacji, ekspertyz oraz różnego rodzaju opracowań związanych z geologią inżynierską.

Atlasy stanowią zbiór cyfrowych map tematycznych opracowywanych w systemie GIS, opartych na syntezach i analizach geoprzestrzennych przeprowadzonych na podstawie informacji zawartych w bazie danych oraz dostępnych, archiwalnych danych przestrzennych. Mapy atlasu charakteryzują się warstwowym układem treści w postaci cyfrowych warstw informacyjnych. Wszystkie warstwy łącznie stanowią możliwie pełną dostępną informację o terenie.

Uzupełnieniem niniejszej Instrukcji, która w założeniu dotyczy sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich jest instrukcja „Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych”, która dotyczy zagadnień zbierania, gromadzenia, przetwarzania i analizowania danych otworowych w Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich.

Niniejsza Instrukcja zawiera wytyczne wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich zgodnie z monografią Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (Majer E, Sokołowska M. Frankowski Z. (red) 2018) (http://geoportal.pgi.gov.pl/css/atlas_y_gi/images/publikacje/zasady_dokumentowania_geologiczno_inzynierskiego.pdf).

Ze względu na regionalny charakter opracowań, jakimi są atlasy geologiczno-inżynierskie, mogą występować odstępstwa od zaleceń w/w monografii, co wynika z konieczności dostosowania metodyki do wymagań opracowań wielko- i małoskalowych.

2 BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI)

Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) to zbiór cyfrowych danych o warunkach budowlanych na terenie Polski. Składa się z:

- Otworowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI) - dane z otworów wiertniczych,
- Przestrzennej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (m-BDGI) - warstwy informacyjne GIS BDGI,
- Bazy Danych Właściwości Fizyczno-Mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) - wyniki badań gruntów i skał.

BDGI służy do cyfrowego gromadzenia danych z otworów wiertniczych (p-BDGI), wyników badań właściwości fizyczno-mechanicznych próbek gruntów i skał (BDGI-WFM) oraz warstw informacyjnych GIS BDGI (m-BDGI).

W BDGI są gromadzone wszystkie dane, które wykorzystuje się do opracowania atlasów geologiczno-inżynierskich oraz dane z dokumentacji wpływających do Narodowego Archiwum Geologicznego.

Źródło danych zasilania BDGI stanowią przede wszystkim dokumentacje geologiczno-inżynierskie, hydrogeologiczne, geologiczne złoża kopaliny, inne np.: sporządzane w przypadku wykonywania prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi, geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych oraz Centralna Baza Danych Geologicznych (CBDG), Informatyczny System Osłony Kraju (ISOK).

Informacje zawarte w BDGI i atlasach geologiczno-inżynierskich wykorzystuje się do:

- oceny przydatności badanego terenu do realizacji zamierzonych przedsięwzięć,
- wyboru optymalnej lokalizacji inwestycji,
- ustalania sposobu zagospodarowania terenu na potrzeby planowania przestrzennego (plany zagospodarowania przestrzennego: krajowe, wojewódzkie i inne),
- sporządzenia opracowań ekofizjograficznych.

Dane zgromadzone w BDGI są przetwarzane w Systemie Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPDGI).

Wykonanie atlasu geologiczno-inżynierskiego wymaga zgromadzenia w bazie danych profili otworów wiertniczych a także innych danych o charakterze geologiczno-inżynierskim. Baza jest podstawą do wykonania przekrojów oraz wszystkich map tematycznych atlasu, do czego niezbędne jest:

- zebranie profili otworów wiertniczych,
- zebranie wyników badań wykonanych na dokumentowanym obszarze,
- oprogramowanie bazodanowe pozwalające na utworzenie i prowadzenie bazy danych oraz umożliwiające wykonanie kart punktów dokumentacyjnych i przekrojów geologicznych,
- oprogramowanie GIS wykonujące zaawansowane analizy geostatystyczne wykorzystujące bazę danych i umożliwiające na jej podstawie wykonywanie map.

Przy opracowywaniu atlasów geologiczno-inżynierskich należy korzystać z ogólnie stosowanego, sprawdzonego oprogramowania bazodanowego (GeoStar 7 BDGI, MsAccess itp.) oraz GIS (GeoMedia, ArcGIS, MapInfo itp.).

Budowa Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich to najważniejszy etap przy konstruowaniu atlasu geologiczno-inżynierskiego. Prawidłowo wykonana baza danych jest punktem wyjścia zarówno dla analiz geoprzestrzennych jak i analiz geostatystycznych, będących podstawą dla poszczególnych map tematycznych oraz przekrojów geologiczno-inżynierskich. Od wiarygodności informacji zawartych w bazie zależy wartość merytoryczna map co wpływa na jakość wykonania całego atlasu.

W bazie danych należy umieścić wszelkie informacje o punkcie dokumentacyjnym możliwe do uzyskania z archiwalnych dokumentacji i innych opracowań o charakterze geologicznym, jednak bezwzględnie w bazie muszą się znaleźć:

- współrzędne **x, y** wraz z rzędną **H**,
- głębokość punktu dokumentacyjnego,
- przełot warstw,
- litologia, geneza i stratygrafia (wiek) gruntu,
- podział na serie geologiczno-inżynierskie - według określonych kryteriów (Zał. 3),
- głębokość do każdego poziomu nawierconego wody podziemnej,
- głębokość do każdego poziomu ustalonego wody podziemnej.

Jeżeli są możliwe do uzyskania to powinno się ponadto w bazie zawrzeć informacje takie jak:

- data wykonania punktu dokumentacyjnego,
- dane o firmie wykonującej wiercenia i dokumentację,
- imię i nazwisko osoby dozorującej,
- numer archiwalny punktu badawczego,
- nazwę i/lub numer archiwalny opracowania (dokumentacji), z którego zaczerpnięto informacje,
- miejsce (archiwum) przechowywania dokumentacji i profili punktów badawczych,
- wilgotność i stan gruntu oznaczone makroskopowo w terenie,
- wyniki polowych oznaczeń fizycznych i mechanicznych cech gruntów i skał,
- wyniki laboratoryjnych oznaczeń fizycznych i mechanicznych cech gruntów i skał,
- wyniki chemicznego badania gruntów i wody gruntowej,
- inne dane przydatne do sporządzenia map atlasu.

Trzeba pamiętać, że informacje wprowadzane do bazy danych pochodzą często z okresu kilkudziesięciu lat. Przez tak długi interwał czasowy występowały różne warunki klimatyczne - opady, stany wód powierzchniowych i podziemnych. Ponadto miejscami obniżane było sztucznie zwierciadło wody, bądź po przerwaniu pompowania zwierciadło wracało do naturalnego stanu.

Czynniki te powodują, że informacja wprowadzana do bazy musi być weryfikowana. Skuteczną metodą usuwania rozbieżności i nieprawidłowości w danych jest porównywanie między sobą sąsiadujących punktów badawczych. Rażąco odchylenia w porównywanych danych a zwłaszcza w rzędnej terenu powinny być sygnałem do dokonania analizy przyczyn powstania błędów. Sprawdzić należy również prawidłowość określenia współrzędnych w nawiązaniu do danych adresowych niejednokrotnie umieszczonych w kartach otworów czy dokumentacjach.

Archiwalne dokumentacje geologiczne możliwe do wykorzystania przy tworzeniu atlasu geologiczno-inżynierskiego były realizowane w różnych okresach i przez różne firmy. Korzystały one z różnych systemów rzędnych oraz układów współrzędnych zarówno geograficznych jak i geodezyjnych (układy lokalne, UWPP-1965, PUWG-1942 itp.). Przykładem tu mogą być często spotykane w archiwach punkty dokumentacyjne lokalizowane na wycinkach planów sytuacyjno-wysokościowych w skali 1:500 czy 1:1000 gdzie niejednokrotnie okazuje się, że podkład topograficzny (sytuacyjny) nawet sprzed kilku lat jest już nie aktualny.

Niejednokrotnie, zatem może okazać się konieczne przeliczenie zarówno rzędnych względnych na bezwzględne jak i współrzędnych z innych układów. Zgodnie z prawem dla skali 1:10 000 i mniejszych obowiązuje układ współrzędnych PL-1992 (PUWG-1992), rzędne należy podawać w metrach nad poziomem morza w odniesieniu do średniego poziomu Morza Bałtyckiego wyznaczonego dla mareografu w Kronsztadzie (Kronsztad86) (Dz. U. 2012 poz. 1247).

W trakcie wprowadzania danych do bazy należy także uaktualnić nazewnictwo gruntów, genezę i stratygrafię. Należy zweryfikować dane archiwalne z podobnych przyczyn jak w przypadku rzędnych i współrzędnych. Dokumentacje archiwalne realizowane na przestrzeni wielu lat opierały się na różnych wzorcach i były niejednokrotnie wykonywane na podstawie różnych norm i przepisów. Powinno się porównać i ujednolicić dane tak, aby można było korelować ze sobą informacje z użytej do opracowania atlasu ogromnej liczby otworów wiertniczych. Stanowią one bowiem później szkielet dla rzetelnego wykonania analiz geoprzestrzennych i geostatystycznych oraz prawidłowo wykonanych map tematycznych.

Weryfikację danych należy przeprowadzić także na zbiorze danych. Zalecane jest wykonanie próbných map izoliniowych stropów czy miąższości warstw, i przede wszystkim poziomów zwierciadła wody. Woda jako płynne medium tworzy płasko występujące zwierciadło wody gruntowej, łagodnie i konsekwentnie obniżające się do lokalnej bazy erozyjnej (rzeka, potok, jezioro). Każde odstępstwo w konsekwentnym przebiegu hydroizohips czy hydroizobat (tworzenie tzw. pawich oczek) wymaga analizy i ewentualnego usunięcia przyczyn. Należy sprawdzić prawidłowość wyznaczenia rzędnej terenu, współrzędnych lub sprawdzić w bazie czy nie nastąpił błąd w trakcie przepisywania danych z karty otworu.

Istotny problem stanowi właściwe ustalenie genezy i wieku gruntów, a następnie opisanie wydzielonych warstw w profilu otworu za pomocą serii geologiczno-inżynierskich. Tę czynność powinien wykonać doświadczony geolog zaznajomiony z obszarem badań. We wszelkich wątpliwych przypadkach należy profil geologiczny porównać z istniejącymi mapami geologicznymi. Jeżeli zajdzie taka potrzeba to należy także wykonać robocze przekroje geologiczne, na których sekwencja warstw może być lepiej widoczna, co może ułatwić przypisanie im odpowiednich serii (Załącz. 3).

Weryfikacja danych wprowadzonych do bazy jest czasochłonnym, ale bardzo istotnym elementem prac. Każdy błąd w bazie będzie powtarzany i zwielokrotniony w dalszych pracach przy atlasie jak i innych opracowaniach kartograficznych, może stać się przyczyną błędów w analizach geostatystycznych.

W związku z powyższym kluczowym zagadnieniem jest eliminacja błędów transkrypcji. W tym celu otwory należy wprowadzać z wykorzystaniem kreatora w oparciu o wytyczne: „BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI). INSTRUKCJA PROWADZENIA OTWOROWEJ BAZY DANYCH” (Samel I., 2017).

Gromadząc dane dla nowego atlasu geologiczno-inżynierskiego należy stosować system kodów i słowników opisany w tabelach 1 i 2 oraz w Załącznikach Nr 1 i Nr 2. Stosowanie kodów jest podstawą dalszego nazywania plików wynikowych otworów, map, przekrojów (rozdział 2.1.4) a także tworzenia skryptów geoprzetwarzania GIS.

W przypadku tworzenia nowego atlasu geologiczno-inżynierskiego należy nadać mu kolejny numer zgodnie ze wzorem, według pola kod z Tabela 1.

Tabela 1 Kody poszczególnych atlasów geologiczno-inżynierskich

Kod	Nazwa atlasu
I01	Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy
I02	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji katowickiej
I03	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji trójmiejskiej Gdańsk-Sopot-Gdynia
I04	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji krakowskiej
I05	Atlas geologiczno-inżynierski Poznania
I06	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji wrocławskiej
I07	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Rybnik-Jastrzębie Zdrój-Żory
I08	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji łódzkiej
I09	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Wałbrzych-Świebodzice-Kamienna Góra
I10	Dokumentacje geologiczno-inżynierskie od 2013 r.
I11	Atlas geologiczno-inżynierski wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej - rejon klifów gdyńskich (Orłowo – I11, Oksywie-Babie Doły – I12) (projekt pilotażowy)
I12	
I13	Atlas geologiczno-inżynierski wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej - rejon klifów kaszubskich (Cetniewo-Jastrzębia Góra) (projekt pilotażowy)
I14	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Bydgoszcz
I15	Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Koszalin
I16	Atlas geologiczno-inżynierski województwa mazowieckiego - powiat piaseczyński (projekt pilotażowy)
I17	Atlas geologiczno-inżynierski województwa mazowieckiego - powiat płocki (projekt pilotażowy)
I18	Atlas geologiczno-inżynierski ...

Atlasy geologiczno-inżynierskie składają się z całego szeregu warstw przestrzennych i kompozycji mapowych. W związku z tym należy stosować system kodów dla poszczególnych kompozycji mapowych zgodnie z Tabela 2.

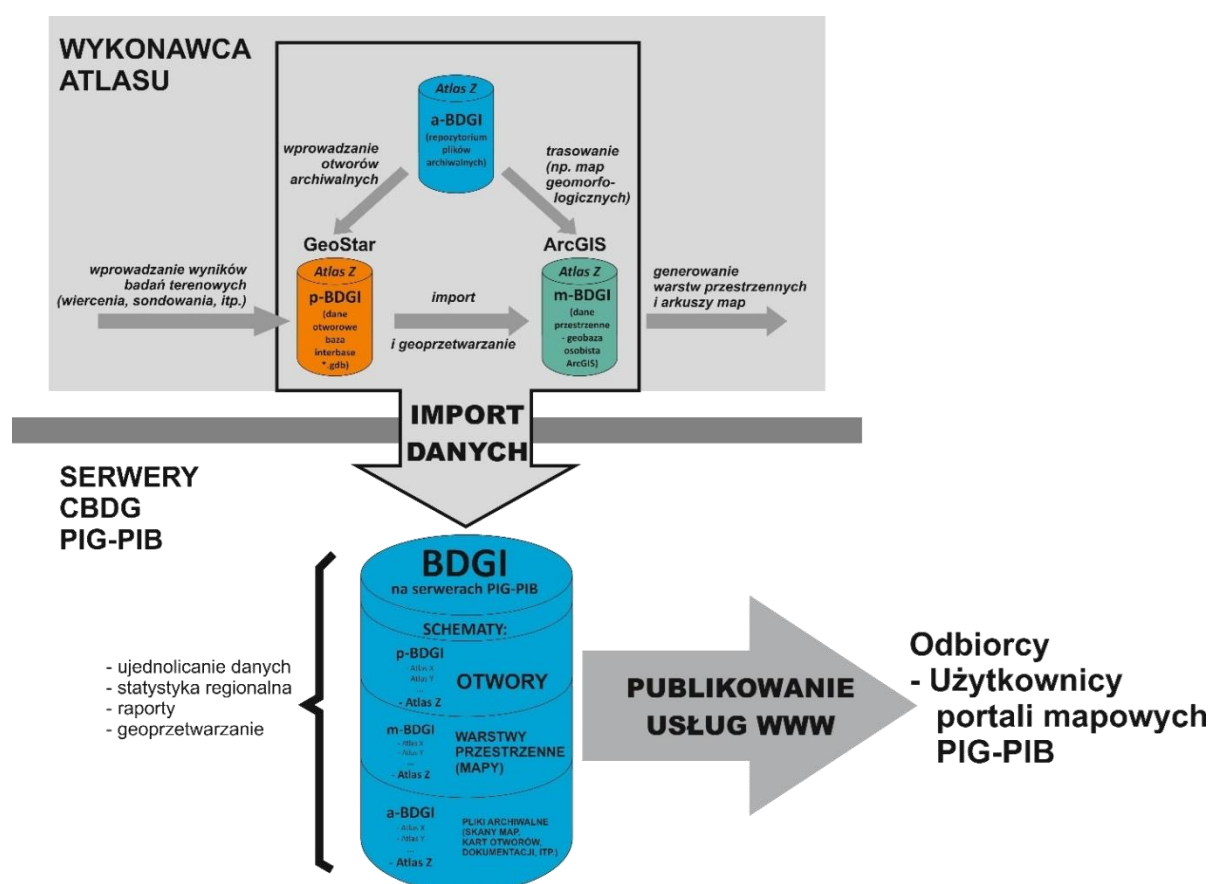
Tabela 2 Nazwy i kody kompozycji mapowych i opracowań tekstowych

Lp.	Nazwa mapy / opracowania	Skala	Kod mapy/opracowania
1	Mapa dokumentacyjna	1: 10 000	dok
2	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t.	1: 10 000	gi_1
3	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t.	1: 10 000	gi_2
4	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 4 m p.p.t.	1: 10 000	gi_4
5	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t.	1: 10 000	gi_5
6	Mapa gruntów antropogenicznych	1: 10 000	antr
7	Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t.	1: 10 000	bud
8	Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej	1: 10 000	hyd
9	Mapa zagospodarowania powierzchni	1: 10 000	zpt
10	Mapa terenów zagrożonych i chronionych	1: 10 000	tzch
11	Mapa warunków górniczych	1: 10 000	grn
12	Mapa zagrożeń geologicznych	1: 10 000	gz
13	Mapa lokalizacyjna	1:100 000	lok
14	Mapa geomorfologiczna	1:100 000	gmrf
15	Mapa zakresu udokumentowania	1:100 000	mzu
16	Objaśnienia tekstowe do atlasu geologiczno-inżynierskiego	-	txt

Idea Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich opiera się o założenie, że każdy wykonawca kolejnego atlasu geologiczno-inżynierskiego przygotowuje wszystkie dane archiwalne, otworowe, laboratoryjne oraz przestrzenne i tekstowe w sposób umożliwiający ich szybki i niegenerujący błędów import do bazy zbiorczej (BDGI) na serwerach Centralnej Bazy Danych Geologicznych PIG-PIB. Jest to możliwe dzięki zdefiniowanej strukturze danych, opisanej szczegółowo w Załączniku Nr 1 i Nr 2 oraz w dokumencie: „BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI). INSTRUKCJA PROWADZENIA OTWOROWEJ BAZY DANYCH” (Samel I., 2017).

Wykonawca atlasu pracuje w oparciu o trzy główne elementy – bazę a-BDGI – repozytorium plików archiwalnych, bazę p-BDGI – danych otworowych oraz bazę m-BDGI – danych przestrzennych. Baza danych p-BDGI jest obsługiwana przez program GeoStar, który pełni rolę interfejsu wprowadzania danych. Baza danych m-BDGI to geobaza osobista ArcGIS, w której gromadzone są wszystkie wytwarzane warstwy przestrzenne (warstwy trasowane oraz generowane w wyniku geoprzetwarzania bazy danych otworowych i innych warstw przestrzennych).

Wykonawca atlasu gromadzi dane archiwalne w repozytorium (katalogu) plików i następnie korzysta z tego zasobu cyfrując i trasując skany analogowych map archiwalnych oraz wprowadzając otwory odpowiednio do baz m-BDGI i p-BDGI. W bazie p-BDGI gromadzone są też dane z wierceń i sondowań wykonanych specjalnie na potrzeby nowo sporządzanego atlasu geologiczno-inżynierskiego. Zawartość bazy p-BDGI jest importowana do bazy m-BDGI, dane otworowe są w dalszej kolejności geoprzetwarzane i wizualizowane w postaci map i przekrojów geologiczno-inżynierskich przy wykorzystaniu narzędzi ArcGIS.



Rysunek 1 Schematyczne przedstawienie sposobu gromadzenia wszystkich atlasów geologiczno-inżynierskich w ujednoliconej Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich na serwerach Centralnej Bazy Danych Geologicznych PIG-PIB.

Po wykonaniu atlasu i wygenerowaniu map, co jest możliwe z poziomu bazy danych m-BDGI w zasobach Wykonawcy atlasu, następuje procedura importu wszystkich danych otworowych i przestrzennych do centralnej bazy BDGI na serwerach PIG-PIB. Tam po zakończeniu procedury importu nowo wykonany atlas uzupełnia już istniejące zasoby danych geologiczno-inżynierskich i dodaje kolejne otwory i obiekty do ciągłych warstw informacyjnych dla obszarów całej Polski. Umieszczenie wszystkich atlasów w jednym miejscu i zapewnienie spójnej, jednorodnej struktury danych jest niezbędne w celu wykonania jednorodnej i czytelnej wizualizacji zgromadzonych w BDGI danych w postaci usług WMS prezentowanych w internetowych portalach mapowych PIG-PIB (rozdział 7).

Rysunek 1 przedstawia schematycznie sposób w jaki następuje import danych dla nowego atlasu do centralnej bazy BDGI na serwerach PIG-PIB. Jedynie w pełni zestandaryzowana i uporządkowana, baza danych otworowych BDGI w standardzie ORACLE daje możliwość szybkiego i wiarygodnego przetwarzania GIS i SQL. W sytuacji realnych procesów decyzyjnych, zarówno w planowaniu przestrzennym jak i realizacji inwestycji infrastrukturalnych i strategicznych konieczne jest przetwarzanie danych geologiczno-inżynierskich i ich udostępnianie, w sposób możliwie jak najszybszy i jak najbardziej zrozumiały. Tylko wtedy potencjał danych geologiczno-inżynierskich zgromadzonych w bazie BDGI może być wykorzystany.

2.1.1 OTWOROWA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (p-BDGI)

Podstawą do wykonania atlasu geologiczno-inżynierskiego jest otworowa Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI). Wymaga ona zgromadzenia profili otworów wiertniczych, wkopów, szurfów itp. Zebranie informacji w taki sposób umożliwia na wykorzystanie jej w analizach geostatystycznych oraz do tworzenia map tematycznych atlasu i przekrojów geologiczno-inżynierskich.

Wprowadzanie danych z otworów wiertniczych do p-BDGI odbywa się za pomocą interfejsu wprowadzania danych otworowych GeoStar 7 BDGI oraz bazy danych otworowych GEOSTARBDGI na serwerze CBDG5.

Gromadzone dane otworowe są zamieszczane w bazie danych. Należy przy tym zaznaczyć, że informacje można wprowadzać do bazy danych sukcesywnie, w miarę spływających danych. Do tego celu powinien być użyty program zapewniający bezpieczeństwo, umożliwiający później łatwe wyszukiwanie i filtrowanie wymaganych informacji w bazie danych. Informacje w bazie danych powinny być zatem gromadzone tabelarycznie (Rysunek 2 Schemat struktury bazy danych p-BDGI opartej o schemat bazy danych GeoStar 7 BDGI), gdzie zapisywane są wszystkie informacje o rodzajach i parametrach gruntu oraz wykonanych badaniach w każdym punkcie badawczym. Informacje te to podstawa dla analiz geostatystycznych i tworzenia niektórych map tematycznych.

Baza danych powinna posiadać możliwości przyjmowania danych lokalizacyjnych oraz możliwości przeliczania ich pomiędzy różnymi układami współrzędnych geograficznych i geodezyjnych. Każdy zakodowany punkt badawczy powinien posiadać bezwzględnie współrzędne w układzie PL-1992, oraz rzędną w m n.p.m. (Dz. U. 2012 poz. 1247).

Poza danymi lokalizacyjnymi program bazodanowy koniecznie powinien umożliwiać zapisanie profilu geologicznego punktu dokumentacyjnego wraz z wydzielonymi seriami geologiczno-inżynierskimi, czyli dla każdego punktu badawczego powinna być określona stratygrafia, litologia wraz z genezą. Możliwe powinno być także wprowadzanie innych danych potencjalnie zawartych w dokumentacjach, głównie głębokości zwierciadeł wód gruntowych. Określone parametry gruntu w wyniku przeprowadzonych na nim badań (I_D , I_L) lub wyniki pomiarów/badań (liczba wałeczków, zawartość CaCO_3 , itp) także muszą mieć możliwość umieszczenia w bazie danych otworowych.

Do prowadzenia otworowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich wykorzystuje się program GeoStar 7 BDGI. Przy wykonywaniu poprzednich 7 atlasów geologiczno-inżynierskich, użyto właśnie tego oprogramowania do tworzenia otworowych baz danych. Oprogramowanie zawiera wszystkie konieczne narzędzia do tworzenia tabel i obsługi bazy. Poszczególne moduły programu mają własne tabele powiązane ze sobą za pomocą unikalnego identyfikatora (Rysunek 2 Schemat struktury bazy

danych p-BDGI opartej o schemat bazy danych GeoStar 7 BDGI), jakim jest nazwa otworu (punktu dokumentacyjnego) oraz jego unikalnego identyfikatora, generowanego przez program.

Oprogramowanie to zostało dostosowane do wymogów otworowej bazy danych atlasu. Wprowadzanie informacji odbywa się przez wypełnienie odpowiednich arkuszy, a wybór opcji następuje z list rozwijanych. Dodatkowo oprogramowanie to posiada także odpowiednie filtry do eksportu i importu danych, co umożliwia współpracę z innymi programami.

Program GeoStar 7 BDGI jest programem w pełni bazodanowym, którego podstawową funkcją jest gromadzenie i przechowywanie informacji geologicznej. Służy on także do zbierania danych z badań gruntów zarówno polowych jak i laboratoryjnych. Ponadto posiadając w pełni skalowane graficzne środowisko pracy program w odpowiedniej skali edytuje profile otworów (karty punktów dokumentacyjnych) i przekroje geologiczno-inżynierskie.

Karty punktów dokumentacyjnych generowane przez program GeoStar 7 BDGI zawierają elementy graficzne, opisowe i liczbowe. Forma karty spełnia wszelkie wymogi formalne. Najistotniejsza jest skalowalna grafika wektorowa profilu otworów, gdzie poszczególne szrafury warstw wstawiane są z biblioteki w oparciu o konwencjonalne lub własne (użytkownika) szablony. Każdej warstwie niezależnie od szrafury, przypisane są wszelkie wartości parametrów i opisy słowne. Za pomocą okien dialogowych dla każdej warstwy można przypisać wyniki badań laboratoryjnych i innych obserwacji.

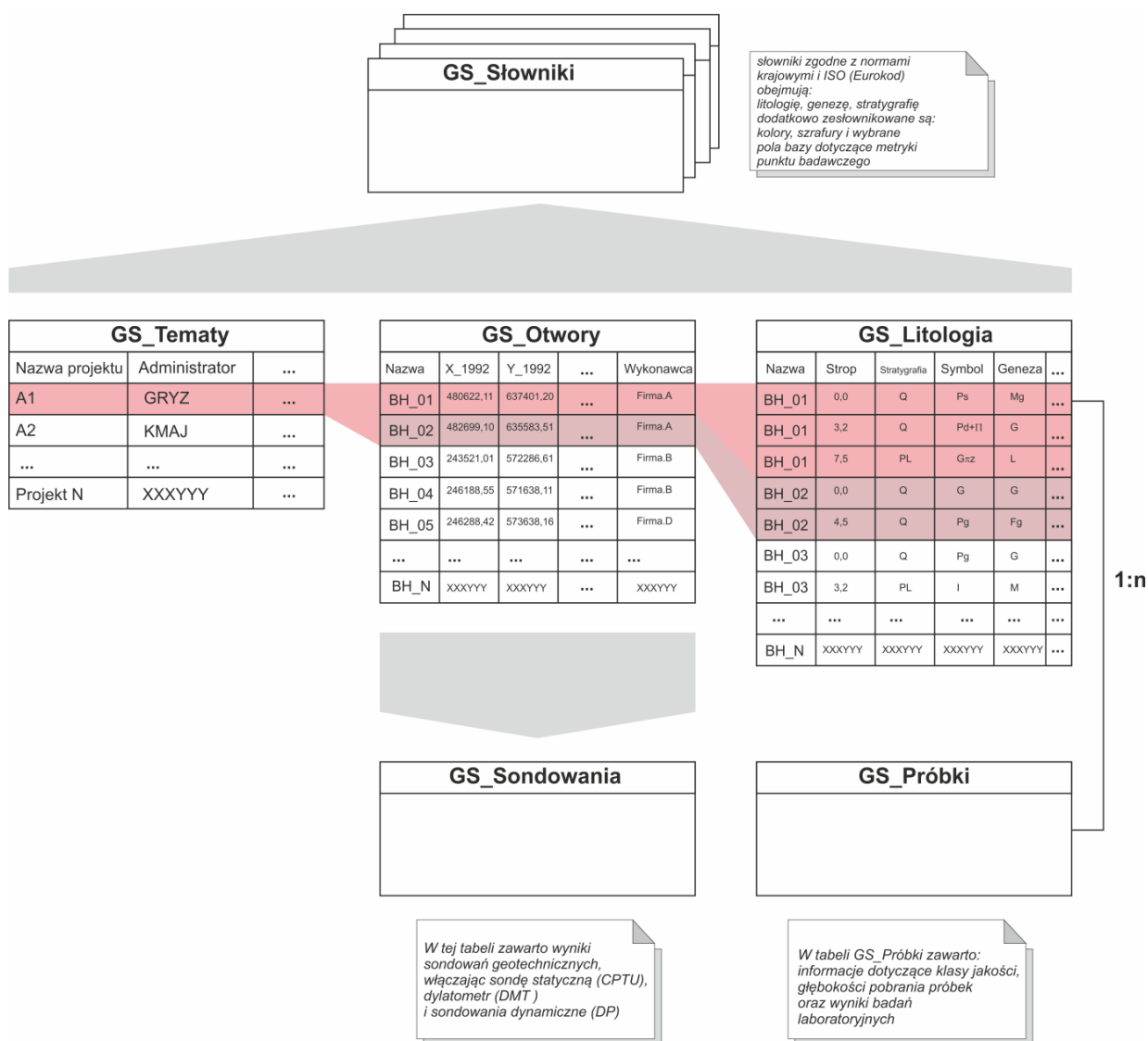
Przekroje geologiczno-inżynierskie mogą być tworzone w nieograniczonych praktycznie wymiarach. Przy ich generowaniu program GeoStar 7 BDGI korzysta ze wspólnej bazy danych i każda modyfikacja w bazie znajduje odbicie na przekroju. Skala pionowa jak i pozioma może być zmieniana w zależności od potrzeb a otwory do przekrojów można wybierać z mapy na ekranie lub z rozwijanego menu.

Wraz z wybranymi otworami wczytywane są szrafury dla warstw, opisy głębokościowe i miąższościowe, stratygraficzne a same przekroje, jako produkt końcowy są w pełni edytowalne.

Na przekroju oprócz litologii gruntów, ich stanu, poziomów wodonośnych i wilgotności mogą być pokazane wyniki różnych sondowań, orurowanie studni i zabudowa piezometrów. Linie przekrojowe mogą przebiegać wzdłuż wybranych otworów lub według azymutów, a otwory położone w pobliżu linii przekroju mogą być rzutowane. Wygenerowane przekroje geologiczno-inżynierskie spełniają wszelkie wymogi formalne.

Otwory wiertnicze i sondowania należy wprowadzać z wykorzystaniem kreatora w oparciu o wytyczne: „BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI). INSTRUKCJA PROWADZENIA OTWOROWEJ BAZY DANYCH” (Samel I., 2017).

Do gromadzenia danych otworowych p-BDGI konieczne jest wykorzystywanie struktury bazy danych GeoStar 7 BDGI o rozszerzonej specjalnie na potrzeby atlasów geologiczno-inżynierskich strukturze (Rysunek 2) o dodatkowe pola (Tabela 3). Zastosowano nową, innowacyjną składnię złożonych symboli skał i gruntów w postaci ciągu zesłownikowanych (kodowanych) pól symbolu głównego i symbolu domieszek, które są połączone symbolami (kodami) relacji. Umożliwiło to opracowanie stosunkowo zwartych i jednolitych słowników gruntów (jako składnika głównego i domieszek) oraz skał (Rysunek 3). Słowniki te wdrożono do interfejsu wprowadzania danych GeoStar 7 BDGI („BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI). INSTRUKCJA PROWADZENIA OTWOROWEJ BAZY DANYCH”, Rozdział 4 – słowniki) (Samel I., 2017).



Rysunek 2 Schemat struktury bazy danych p-BDGI opartej o schemat bazy danych GeoStar 7 BDGI

Bieżąca głębokość: 20,00 m																
▼	STROP	GRU...	KOD STRAT	SKŁ. GŁ	SYMBOL GRUNTU	SYMB GŁ	SYMB. GŁ SKŁAD	RE... 1	SYMB. DOM.1	R... 2	SYMB. DOM.2	R... 3	SYMB. DOM.3	OPIS	KOLOR	GENEZA
	0,00	1,50	112000	2	NN(Gp+A)	NN	Gp+A							Nasyt niebudowlany (głina piaszczysta+części antropogeniczne), brązowy	b	
	1,50	3,00	112000	31	Ps	Ps								Pasek średni, żółty	ż	fg
	4,50	5,00	112000	12	Gp+Z+K0//Pd	Gp		+	Z	+	K0	I	Pd	Głina piaszczysta, brązowa z domieszką żwiru i otoczków przewarstwiona piaskiem drobnym	b	g
	9,50	5,00	112000	31	Ps+Z+K0	Ps		+	Z	+	K0			Pasek średni, brązowy z domieszką żwiru i otoczków	b	
	14,50	5,50	121200	51	I//Pi	I		I	Pi					Ił, czerwono-szary przewarstwiony pyłem	cz-sz	
►	20,00	0,00														

Rysunek 3 Innowacyjny sposób zapisu symboli gruntów i skał w bazie p-BDGI

Tabela 3 Pola dodane do tabeli GS_LIT w bazie GeoStar 7 BDGI na potrzeby gromadzenia danych w BDGI

TYTUŁ	POLE	TYP	DŁUGOŚĆ	WYJAŚNIENIA
	SD1	VARCHAR2	6	kod lit. Składnika dom. 1
	SD2	VARCHAR2	3	kod lit. Składnika dom. 2
	SD3	VARCHAR2	3	kod lit. Składnika dom. 3
	SD4	VARCHAR2	3	kod lit. Składnika dom. 4
	SD5	VARCHAR2	3	kod lit. Składnika dom. 5
	SD6	VARCHAR2	3	kod lit. Składnika dom. 6
SKŁ. GŁ	SG1	VARCHAR2	3	kod głównego składnika gruntu – definiuje szrafurę
RELACJA 1	SP1	VARCHAR2	1	kod relacji skł. Dom 1 "+", "\", "/"
RELACJA 2	SP2	VARCHAR2	1	
RELACJA 3	SP3	VARCHAR2	1	
RELACJA 4	SP4	VARCHAR2	1	
REL 5	SP5	VARCHAR2	1	
REL 6	SP6	VARCHAR2	1	
SYMB.DOM.1	SYMBD1	VARCHAR2	8	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB.DOM.2	SYMBD2	VARCHAR2	8	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB.DOM.3	SYMBD3	VARCHAR2	8	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB.DOM.4	SYMBD4	VARCHAR2	8	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB.DOM.5	SYMBD5	VARCHAR2	8	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB.DOM.6	SYMBD6	VARCHAR2	8	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB GŁ	SYMBG1	VARCHAR2	8	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB.GŁ.SKŁAD	SYMBG1_SKŁAD	VARCHAR2	36	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMBOL GRUNTU	SYMBOL	VARCHAR2	36	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB. ISO	SYMBOL_ISO	VARCHAR2	36	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SYMB.ARCH.	SYMBOL_ARCH	VARCHAR2	36	Dane symbolu gruntu z rozdziałem na frakcje zgodnie z różnymi normami
SERIA	SERIA	NUMBER	22	Seria gruntu wg GeoStar 7 BDGI
	SERIA_ARCH	NUMBER	22	
SERIA BDGI	SERIA_BDGI	NUMBER	22	Seria gruntu wg BDGI

Tabela 4 Kody dostępności otworów

ID	NAZWA
P	Pełny dostęp do karty otworu
Z	Karta otworu niedostępna z przyczyn niezależnych od PIG-PIB

Tabela 5. Kody pochodzenia otworów

ID	NAZWA
1	Otwór archiwalny, wykorzystany na potrzeby atlasu.
2	Otwór wykonany na potrzeby atlasu.
3	Otwór niewpisany do bazy BDGI

2.1.2 PRZESTRZENNA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (m-BDGI)

Dane przestrzenne gromadzone są w geobazie danych przestrzennych m-BDGI umieszczonej na serwerze CBDG5 w PIG-PIB. Obejmuje ona wszystkie geologiczno-inżynierskie warstwy tematyczne powstałe w wyniku przeprowadzonych analiz geostatystycznych.

Szybki rozwój oprogramowania stwarza coraz więcej możliwości efektywnego opracowania danych zebranych w bazie oraz ich prezentacji graficznej. Obecnie istnieje wiele programów GIS do tworzenia i edytowania map.

Przy wyborze takiego programu należy się kierować elastycznością współpracy z wybraną do zbierania informacji bazą danych, bądź możliwościami korzystania z generowanych przez bazę danych tabel. Jest to istotne ze względu na łatwość selekcji danych z bazy do analiz geoprzestrzennych i geostatystycznych, których wyniki stanowią punkt wyjścia do tworzenia większości map tematycznych.

Podstawą do wyboru programu GIS powinny być także możliwości konwertowania danych z różnych formatów i to zarówno poprzez import jak i eksport warstw cyfrowych. Powodem jest właśnie dostępność danych w bardzo różnych formatach tworzonych w rozmaitych programach związanych bardziej lub mniej z GIS.

Tabela 6 Wykaz warstw przestrzennych generowanych na potrzeby m-BDGI

L.p.	Nazwa klasy obiektów	Opis	Nazwa kompozycji mapowej
1	AGI_GEOMRF_LIN	warstwa liniowa -dane geomorfologiczne	Mapa geomorfologiczna
2	AGI_GEOMRF_PKT	warstwa punktowa -dane geomorfologiczne	
3	AGI_GEOMRF_POW	warstwa poligonowa -dane geomorfologiczne	
4	AGI_GR_ATL_LIN	warstwa liniowa - granica atlasu (opracowania)	Mapa lokalizacyjna Mapa dokumentacyjna Mapa geomorfologiczna Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej Mapa gruntów antropogenicznych
5	AGI_GR_ATL_POW	warstwa poligonowa - obszar atlasu (opracowania)	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t. Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 4 m p.p.t. Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t. Mapa terenów zagrożonych i chronionych
6	AGI_SKOR10K_92_POW	warstwa poligonowa - siatka arkuszy map atlasów w skali 1:10 000	Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. Mapa zagospodarowania powierzchni Mapa zagrożeń geologicznych Mapa zakresu udokumentowania Mapa warunków górniczych
7	AGI_SERIE_BDGI_1_POW	warstwa poligonowa - serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 1, 2, 4, 5 m p.p.t., wyliczona metodą geostatystyczną	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t.
8	AGI_SERIE_BDGI_2_POW		Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t.
9	AGI_SERIE_BDGI_4_POW		Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 4 m p.p.t.
10	AGI_SERIE_BDGI_5_POW		Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t.
11	AGI_GLW_POW	warstwa poligonowa - głębokość do pierwszego wystąpienia wody gruntowej stwierdzonej w profilu otworu, wyliczona metodą geostatystyczną	Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej
12	AGI_SIATKA_ZU_POW	warstwa poligonowa - siatka o powierzchni „oczka” km ² (siatka kwadratów 1x1km)	Mapa zakresu udokumentowania
13	AGI_ZU_POW	warstwa poligonowa - stopień udokumentowania terenu, wygenerowana na podstawie liczby otworów na 1 km ²	
14	AGI_OTW_BDGI_PKT	warstwa punktowa – punkty dokumentacyjne (otwory geologiczno-inżynierskie), warstwa generowana na podstawie bazy p-BDGI	Mapa dokumentacyjna
15	AGI_WAR_BUD_POW	Warstwa poligonowa - warunki budowlane na głębokości 2 m p.p.t., wygenerowane z geoprzetwarzania warstw bazy m-BDGI	Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t.
16	AGI_PRZK_BDGI_LIN	warstwa liniowa – linie przekrojów	Mapa lokalizacyjna Mapa dokumentacyjna Mapa zakresu udokumentowania
17	AGI_ZPT_INTGR	warstwa poligonowa – zagospodarowanie przestrzenne terenu, integrowana z map i planów dotyczących zagospodarowania przestrzennego gmin	Mapa zagospodarowania powierzchni
18	AGI_WOD_PKT	Warstwa punktowa – otwory ze stwierdzonym zwierciadłem wód podziemnych, warstwa generowana na podstawie bazy p-BDGI	Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej
19	AGI_NAS_PKT	Warstwa punktowa – otwory ze stwierdzonymi nasypami, warstwa generowana na podstawie bazy p-BDGI	Mapa gruntów antropogenicznych
20	AGI_NAS_PAR_INT	Warstwa liniowa – izolinie miąższości nasypów, warstwa interpolowana geostatystycznie	Mapa zagrożeń geologicznych Mapa gruntów antropogenicznych
21	AGI_NAS_PAR_POW	Warstwa poligonowa – przypuszczalny obszar występowania gruntów antropogenicznych, warstwa generowana na podstawie bazy p-BDGI	
22	AGI_GRSL_PAR_POW	Warstwa poligonowa – przypuszczalny obszar występowania gruntów słabych, warstwa generowana na podstawie bazy p-BDGI	Mapa zagrożeń geologicznych
23	AGI_SPADKI_TRN_POW	warstwa poligonowa - spadki terenu, wyliczone z przetwarzania cyfrowego modelu terenu (DEM)	
24	AGI_GRSL_PAR_INT	Warstwa liniowa – izolinie miąższości gruntów słabych, warstwa integrowana z archiwalnych materiałów kopalni	
25	AGI_PUSTK_BUF_POW	Warstwa poligonowa – przypuszczalny obszar występowania pustek w górotworze, warstwa generowana na podstawie bazy p-BDGI	Mapa zagrożeń geologicznych Mapa warunków górniczych
26	MBDGI.AGI_SEJ_LIN	Warstwa liniowa – izolinie oddziaływań sejsmicznych w wyniku prowadzenia działalności kopalni, warstwa integrowana z archiwalnych materiałów kopalni	Mapa warunków górniczych
27	MBDGI.AGI_OSIAD_LIN	Warstwa liniowa – izolinie osiadania terenu w wyniku prowadzenia działalności kopalni, warstwa integrowana z archiwalnych materiałów kopalni	
28	MBDGI.AGI_PUST_PKT	Warstwa punktowa – otwory ze stwierdzonymi pustkami, warstwa generowana na podstawie bazy p-BDGI	
29	AGI_KAT_ZAGR_POW	Warstwa poligonowa – przypuszczalny obszar występowania pustek w górotworze, warstwa integrowana z archiwalnych materiałów kopalni	
30	AGI_PLY_POW	Warstwa poligonowa – przypuszczalny obszar występowania pustek w górotworze, warstwa integrowana z archiwalnych materiałów kopalni	

Także łatwość implementowania oraz rejestrowania danych rastrowych oraz korzystania z danych WMS powinna być wyznacznikiem wyboru oprogramowania GIS. Jest to ważne ze względu na przedstawianie i weryfikację pozyskanych, jak i generowanych danych na podkładach topograficznych, TBD oraz ortofotomapach.

Ponadto należy mieć na uwadze rodzaj oprogramowania używanego przez docelowych odbiorców opracowania (jednostki rządowe i samorządowe) oraz rodzaj docelowego oprogramowania sieciowego przeznaczonego do dystrybucji danych poprzez internet. Przy tworzeniu dotychczasowych atlasów geologiczno-inżynierskich korzystano z programu ArcGIS firmy ESRI w różnych wersjach. Jest to najczęściej posiadany przez jednostki administracji rządowej program GIS.

Dane przestrzenne należy gromadzić w geobazie danych przestrzennych m-BDGI w postaci geobazy osobistej (*.mdb) lub plikowej (*.gdb). Po zgromadzeniu całości danych należy dokonać importu tych danych i umieścić je na serwerze CBDG w PIG-PIB. Baza m-BDGI na serwerze obejmuje wszystkie geologiczno-inżynierskie warstwy tematyczne powstałe w wyniku przeprowadzonych analiz geostatystycznych. Analizy przestrzenne należy wykonywać w oparciu o technologię ArcGIS (Desktop, ArcGIS Server Basic (SDE)). Symbolizację warstw należy prowadzić w oparciu pliki symbolizacji zgodne z mapami prezentowanymi na stronie <http://atlasy.pgi.gov.pl>. Wykonane i umieszczone na serwerze warstwy są jednolite i quasi-ciągłe dla obszaru całego kraju. Baza m-BDGI powinna być oparta o środowisko ESRI ArcSDE w wersji nie starszej niż 10.3.1.

Za gromadzenie, przetwarzanie i udostępnianie danych przestrzennych z Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich oraz generowanie map geologiczno-inżynierskich odpowiada System Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPDGI).

W Tabeli 6 umieszczono zestawienie warstw przestrzennych, jakie należy wytworzyć w trakcie sporządzania atlasu geologiczno-inżynierskiego. Poniższe warstwy są niezbędne do przygotowania usług prezentacji map geologiczno-inżynierskich w internetowych portalach mapowych. Tworząc warstwy przestrzenne należy bezwzględnie zachowywać nazwy warstw oraz zachowywać formaty danych w poszczególnych polach tabel atrybutów. Definicje pól tabel atrybutów poszczególnych warstw znajdują się w Załączniku Nr 1. Załącznik Nr 1 zawiera także informację które z pól są „zesłownikowane” oraz nazwy tabel opowiadających im słowników. Słowniki niezbędne do poprawnego przygotowania danych zawarte są w Załączniku Nr 2 oraz w rozdziale 4 opracowania „BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI). INSTRUKCJA PROWADZENIA OTWOROWEJ BAZY DANYCH” (Sameł I., 2017).

2.1.3 WERYFIKACJA TOPOLOGII WARSTW PRZESTRZENNYCH

2.1.3.1 Lista warstw w kontrolach topologicznych

Poprawna topologia jest niezbędna do poprawnego, dalszego geoprzetwarzania warstw oraz późniejszej poprawnej wizualizacji w portalach mapowych.

Poniżej znajduje się zestaw warstw trasowanych, które powinny zostać poddane kontroli topologicznej:

- Podstawowe:
 - AGI_GR_ATL_LIN – granica opracowania liniowa,
 - AGI_GR_ATL_POW – granica opracowania powierzchniowa,
- Geomorfologiczne:
 - AGI_GEOMRF_LIN – geomorfologia liniowa,
 - AGI_GEOMRF_POW – geomorfologia powierzchniowa,
- Szkody górnicze:

- AGI_FDZ_POW - formy działalności górniczej powierzchniowe,
 - AGI_KAT_ZAGR_POW – kategorie zagrożeń powierzchniowych,
 - AGI_OSIAD_LIN – osiadania liniowe,
 - AGI_PLY_POW - płytka eksploatacja powierzchniowa,
- Zagospodarowanie przestrzenne:
- MBDGI.AGI_ZPT_INTGR – rodzaj zagospodarowania terenu,
- Szkody górnicze:
- AGI_FDZ_POW – formy działalności górniczej powierzchniowe,
 - AGI_KAT_ZAGR_POW – kategorie zagrożeń powierzchniowych,
 - AGI_OSIAD_LIN – osiadania liniowe,
 - AGI_PLY_POW – płytka eksploatacja powierzchniowa.

2.1.3.2 Przegląd wybranych reguł

W oprogramowaniu ArcGIS Desktop dostarczony jest zestaw reguł topologicznych. Pozwalają one na modelowanie zależnościami przestrzennymi obiektów w warstwach i całych warstwach (Feature Class) w zestawach (Feature Dataset). Błędy topologiczne, które ujawnia się poprzez zastosowanie reguł topologicznych można w łatwy sposób odnaleźć i zarządzać nimi, poprzez naprawienie błędów przy użyciu wbudowanych narzędzi dostępnych w ArcGIS Desktop.

Poniżej znajduje się lista reguł, która została wybrana do zastosowania w przy opracowywaniu warstw informacyjnych atlasu geologiczno-inżynierskiego (Opracowanie modułu produkcji kartograficznej danych geologiczno-inżynierskich i modelu danych przestrzennych bazy m-BDGI w ramach Systemu Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPDGI)).

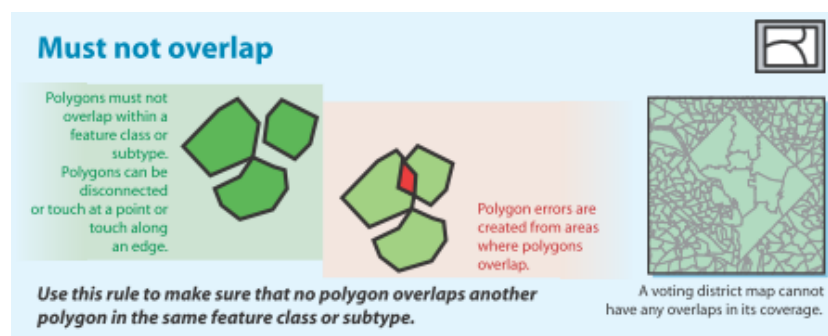
Reguły stosowane dla warstw powierzchniowych:

- Must not overlap
- Must do not have gaps

Reguły stosowane do warstw liniowych:

- Must not self overlap
- Must not self intersect
- Must be single part

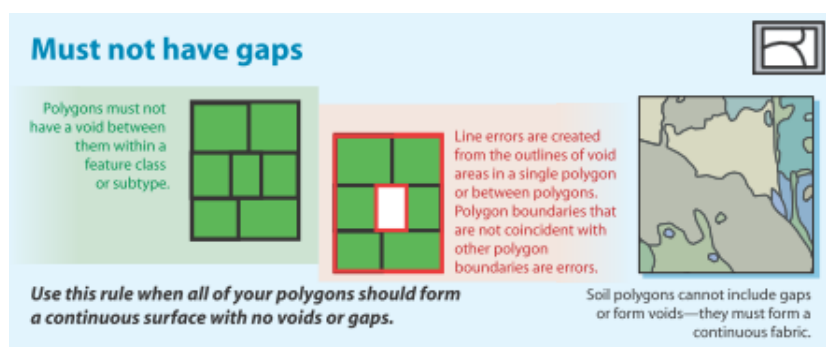
Warstwy poligonowe samodzielnie - Must not overlap



Rysunek 4 Reguła Must not overlap

Tę regułę stosuje się, aby upewnić się, że obiekty w jednej warstwie (Feature Class) nie nachodzą na inne obiekty w tej samej warstwie. Obiekty poligonowe mogą się stykać wierzchołkami lub krawędziami. Błąd zostaje zwrócony, gdy obiekty nachodzą na siebie tworząc powierzchnię.

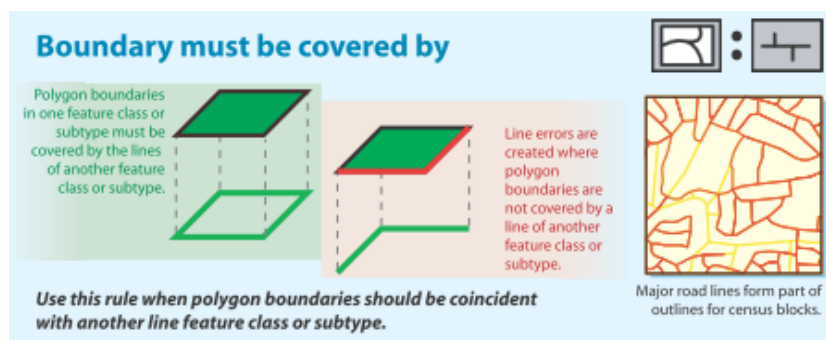
Warstwy poligonowe samodzielnie - Must not have gaps



Rysunek 5 Reguła Must not have gap

Reguła ta sprawdza, czy wszystkie poligony w warstwie tworzą ciągłą powierzchnię bez pustych przestrzeni lub szczelin. Poligony nie powinny mieć luk. Przykładem może być warstwa poligonowa z informacją o glebach lub siedliskach, które są warstwą „ciągłą” i nie mogą mieć luk.

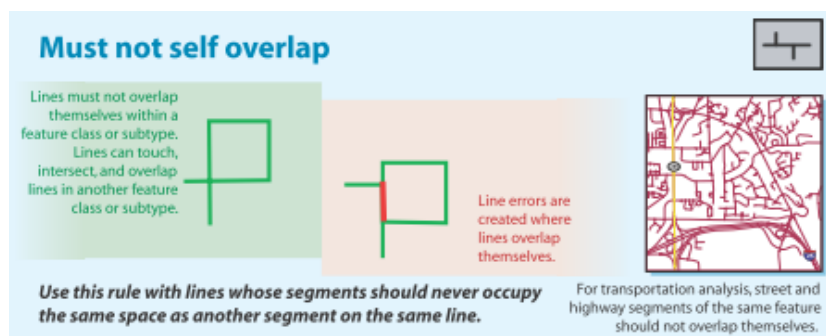
Warstwy poligonowe w odniesieniu do warstw liniowych



Rysunek 6 Reguła Boundary must be covered by

Z użyciem tej reguły można sprawdzić, czy granice poligonu są zbieżne z warstwą liniową.

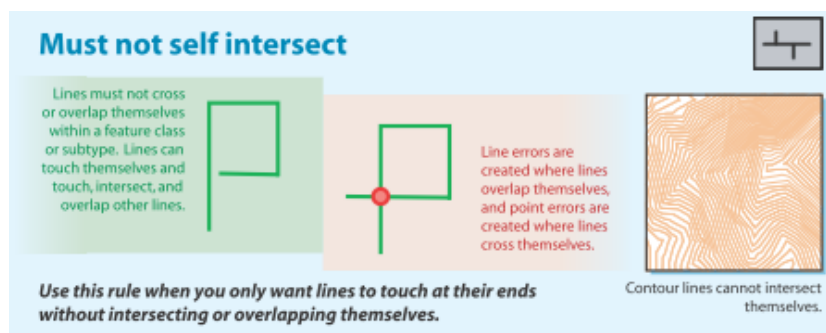
Warstwy liniowe samodzielnie - Must not self overlap



Rysunek 7 Reguła Must not self overlap

Zasada sprawdza, czy segmenty jednej linii nie zajmują tyle samo przestrzeni, co inne segmenty tej samej linii. Linie nie mogą się na siebie nakładać w ramach jednego obiektu. Linie mogą nakładać się, przecinać i dotykać do innych obiektów liniowych w warstwie.

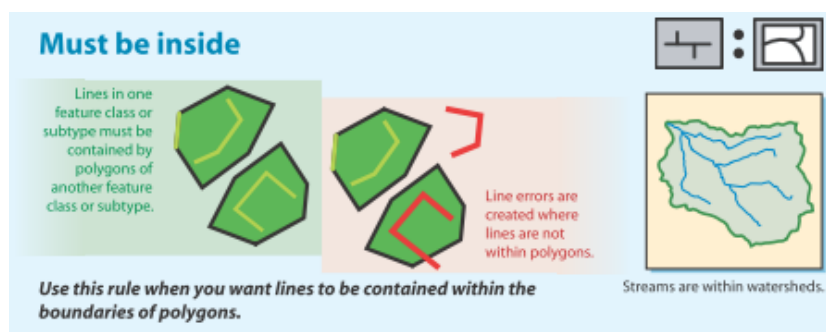
Warstwy liniowe samodzielnie - Must not self intersect



Rysunek 8 Reguła Must not self intersect

Reguła pozwala sprawdzić, czy obiekty liniowe w warstwie dotykają końcem linii bez przecinania jej. Obiekt liniowy nie może nachodzić na siebie lub krzyżować się ze sobą. Linie mogą nakładać się, przecinać i dotykać do innych obiektów liniowych w warstwie.

Warstwy liniowe w odniesieniu do warstw poligonowych - Must be inside



Rysunek 9 Reguła Must be inside

Należy użyć tej reguły, aby sprawdzić, czy obiekty liniowe zawierają się w innej warstwie (granicach) poligonowej. Błędy są zwracane wtedy, gdy obiekty liniowe nie znajdują się wewnątrz poligonów.

2.1.4 NAZEWNICTWO PLIKÓW ARKUSZY MAP, KART OTWORÓW ORAZ PRZEKROJÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH

Wszystkie pliki arkuszy map, przekrojów oraz kart otworów wiertniczych muszą posiadać nazwy wygenerowane w sposób opisany poniżej. Zestandaryzowane nazewnictwo plików jest warunkiem efektywnego importu wykonanego atlasu do zasobów Centralnej Bazy danych Geologicznych PIG-PIB oraz efektywnego udostępniania produktów końcowych w internetowych portalach mapowych (rozdział 0).

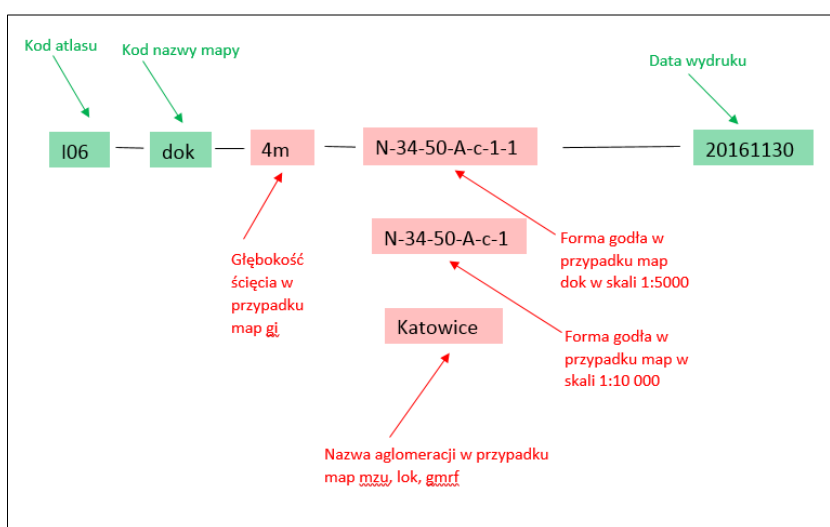
2.1.4.1 Arkusze map

Nazwy plików arkuszy map powinny składać się z następujących elementów (Rysunek 10 Schemat obrazujący elementy składowe nazw plików):

- Kodu atlasu np. I05 (Tabela 1)
- Kodu nazwy mapy np. lok (Tabela 2)
- Godła arkusza mapy
- Informacji o głębokości
- Nazwy obszaru/aglomeracji (w przypadku map o skalach 1:100 000 i większych)
- Daty wydruku

Przykłady:

- Nazwa pliku dla map w skali 1:10 000 (bud, zpt, tzch, hyd, gz, grn, dok, antr, gi_1m, gi_2m, gi_4m, gi_5m,):
 - I06 - hyd - N-34-50-A-c-1 – 20170214,
 - I06 - dok - N-34-50-A-c-1 – 20170213,
 - I06 - tzch - N-34-50-A-c-1 – 20170213,
 - I06 - bud - N-34-50-A-c-1 – 20170213,
 - I06 - gi_1m - N-34-50-A-c-1 – 20170321
 - I06 - gi_2m - N-34-50-A-c-1 – 20170321
 - ...
- Nazwa pliku dla map w skali 1:100 000 (lok, mzu, gmfr)
 - I06 - lok -Katowice – 20160114
 - I06 - mzu -Katowice – 20160114
 - I06 - gmfr -Katowice – 20160114



Rysunek 10 Schemat obrazujący elementy składowe nazw plików

Na zielono zaznaczone są elementy, które występują zawsze w nazwie każdej mapy, na czerwono elementy zmienne.

2.1.4.2 Przekroje geologiczno-inżynierskie:

Nazwy plików przekrojów geologiczno-inżynierskich ma postać:

[kod atlasu]_PGI_[numer przekroju] (w cyfrach arabskich)

Przykłady:

- Przekrój XXI z atlasu Bydgoszczy będzie miał nazwę: I15_PGI_21.pdf
- Przekrój XXI z atlasu Koszalina będzie miał nazwę: I14_PGI_3.pdf

2.1.4.3 Otwory geologiczno-inżynierskie:

Wytyczne dotyczące nazewnictwa punktów badawczych (otworów geologiczno-inżynierskich) znajdują się w dokumencie: BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI). INSTRUKCJA PROWADZENIA OTWOROWEJ BAZY DANYCH” (2017), który dotyczy zagadnień zbierania, gromadzenia i przetwarzania danych otworowych w Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich.

3 STUDIUM WYKONALNOŚCI

Przed przystąpieniem do prac ściśle związanych z realizacją atlasu powinno się sporządzić studium wykonalności atlasu geologiczno-inżynierskiego. Należy przy tym, w porozumieniu z zainteresowanymi jednostkami administracyjnymi, wyznaczyć granice atlasu geologiczno-inżynierskiego, co da wiedzę na temat powierzchni i zasięgu opracowania. Pozwoli to także na wyznaczenie rejonu, w jakim należy szukać wszelkiego rodzaju dokumentacji niosących informację przydatną dla geologii inżynierskiej.

Podczas sporządzania studium powinno się ustalić liczbę, o ile to możliwe miejsce składowania oraz możliwości dostępu do wglądu do archiwaliów z danymi otworowymi. Następnie należy oszacować liczbę otworów archiwalnych możliwych do uzyskania z tych dokumentacji.

Jeżeli jest to możliwe, należy również ustalić przestrzenne rozmieszczenie otworów wiertniczych w celu wyznaczenia obszarów słabo udokumentowanych danymi otworowymi. Pozwoli to na zaplanowanie badań uzupełniających, uszczegóławiających wiedzę na temat budowy geologicznej. Na etapie realizacji atlasu można wykonać szereg projektów robót geologicznych dla obszarów przewidzianych do bardziej szczegółowego udokumentowania.

Poza dokumentacjami i otworami badawczymi należy ustalić także dostępność do opracowań z danymi przestrzennymi wraz z określeniem ich rodzaju i przydatności do opracowania. Jest to ważne gdyż znaczna część archiwalnych, cyfrowych warstw informacyjnych może być istotna dla opracowania atlasu.

Wiedza na temat ilości, jakości i rodzaju istniejących danych GIS pozwoli uniknąć dublowania informacji cyfrowej, czyli produkowania cyfrowych warstw przestrzennych, które już wcześniej zostały stworzone.

Na podstawie zebranych informacji i danych z obszaru opracowania w studium wykonalności należy ustalić harmonogram prac dla atlasu oraz wytyczne do kartowania geologiczno-inżynierskiego. Harmonogram powinien zawierać rodzaj przewidywanych prac na potrzeby atlasu jak i plan czasowy ich wykonywania. Wytyczne do kartowania powinny uwzględniać uwarunkowania regionalne, problematykę specjalną, istotną dla danego terenu jak i stopień złożoności podłoża.

Studium powinno ponadto oszacować koszty wykonania atlasu geologiczno-inżynierskiego. Należy przy tym wziąć pod uwagę koszty pozyskania danych niezbędnych do wykonania atlasu (otwory badawcze, dane przestrzenne, podkłady topograficzne itp.), koszty opracowania projektów robót geologicznych jak i uzupełniających prac terenowych w nich określonych, a także koszty utworzenia i wpisania informacji do Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich. Należy również uwzględnić koszty analiz, syntez, obróbki danych i publikacji atlasu geologiczno-inżynierskiego danej.

4 GROMADZENIE I PRZETWARZANIE DANYCH

Po wykonaniu studium wykonalności atlasu geologiczno-inżynierskiego, w którym określono zakres dostępnych danych otworowych i przestrzennych, należy rozpocząć ich zbieranie i weryfikację.

Gromadzenie danych i informacji oraz wyników badań polega na ciągłym i systematycznym pozyskiwaniu danych na temat danych geologiczno-inżynierskich, przechowywaniu ich na serwerach oraz ich aktualizacji. Gromadzenie wyników badań oraz danych i informacji obejmuje:

- pozyskiwanie danych i informacji geologicznych ze źródeł zewnętrznych i wewnętrznych,
- przechowywanie zebranych danych i informacji na serwerach w formie cyfrowej bazy danych oraz w formie papierowej w archiwum i na nośnikach informatycznych,
- aktualizowanie danych i ich kompletowanie.

Bieżące gromadzenie danych zapewnia wszystkim wykonawcom atlasu geologiczno-inżynierskiego dostęp do cyfrowanych danych w czasie jego opracowywania.

Przetwarzanie zgromadzonych danych polega na przekształceniu materiałów archiwalnych do postaci umożliwiającej ich edycję w otworowej i przestrzennej bazie BDGI. Dzięki temu możliwe jest bieżące zarządzanie zbiorami danych, dostęp do nich, migracja do CBDG oraz udostępnianie i archiwizacja.

Przetwarzanie danych archiwalnych jest najbardziej czasochłonnym i pracochłonnym etapem podczas opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego. Przetwarzanie danych odbywa się manualnie, z zastosowaniem metod numerycznych lub automatycznie. Przetwarzanie obejmuje m.in. następujące czynności:

- skanowanie opracowań, otworów wiertniczych, map,
- przepisywanie danych z kart otworów wiertniczych do bazy p-BDGI,
- geokodowanie rastrów,
- wektoryzację obiektów na mapie,
- kodowanie atrybutów,
- weryfikację poprawności topologicznej,
- opracowanie symboliki obiektów,
- zmianę formatu zapisu danych,
- zmianę odniesień przestrzennych,
- weryfikację i uzupełnienie informacji opisowej (atrybuty),
- scalanie i rekasyfikację wydzieleni,
- przygotowanie metadanych w sposób zgodny z dyrektywą INSPIRE oraz dokumentacją zasobu.

Istotne jest sprawdzenie lokalizacji otworów wiertniczych i określenie ich rzędnej bezwzględnej w metrach nad poziomem morza oraz współrzędnych X i Y w układzie PL-1992. Może być konieczne przeliczenie zarówno rzędnych względnych jak i współrzędnych z innych układów (lokalnych, UWPP-1965 itp.). Jest to ważne ze względu na regulacje prawne dotyczące stosowania systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247).

W celu zweryfikowania poprawności danych nieodzowne jest porównanie każdego profilu sąsiadujących otworów wiertniczych. W niektórych przypadkach konieczne jest także wykonanie pomocniczego przekroju. Dopiero po sprawdzeniu danych otworowych można wprowadzić je do bazy, przy wykorzystaniu odpowiedniego programu.

Tereny wyznaczone, jako obszar opracowania atlasu charakteryzują się niejednokrotnie zróżnicowanym zagęszczeniem otworów wiertniczych. Na terenach silnie zurbanizowanych liczba otworów jest często znacznie większa od potrzeb wynikających z założeń dotyczących wykonania atlasu. Celowe w takim przypadku jest wybranie tylko części otworów zawierających istotne informacje do określenia warunków geologiczno-inżynierskich, gdzie profil otworu dokumentuje szczegółowo budowę podłoża gruntowego. Jednocześnie wyboru należy dokonywać oddzielając te otwory, które dają identyczne informacje, a są położone blisko siebie, to jest około 10-30m.

Poza terenami zurbanizowanymi niemal zawsze liczba otworów jest niewystarczająca. Należy wówczas zaplanować w siatce dodatkowe punkty dokumentacyjne uwzględniając przede wszystkim morfologię terenu oraz złożoność budowy geologicznej. Miarą stopnia złożoności podłoża może być liczba wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich na analizowanym terenie po wstępnej ocenie materiałów archiwalnych i wytypowaniu koniecznej liczby dodatkowych badań do opracowania atlasu. Zakłada się, że przy liczbie do 10 serii warunki można uznać za proste, do 30 serii – jako złożone, a powyżej 30 serii – skomplikowane.

Należy pamiętać, że oprócz informacji z otworów wiertniczych mogą być również wykorzystywane inne dane, które wzbogacają charakterystykę terenu. Mogą to być profile ścian wyrobisk i kamieniołomów, profile wykopów i szurfów badawczych, dane fizjograficzne i tym podobne.

Z doświadczeń autorów wynika, że około 20 wierceń na 1 km² (dla skali opracowania 1:10 000) stanowi wystarczającą liczbę danych do opracowania mapy w przyjętych dla atlasu skalach. Natomiast przy średniej liczbie mniejszej niż 20 otworów na 1 km² interpretacja i analizy

geoprzestrzenne są utrudnione. Mapy tematyczne powstałe na ich podstawie przedstawiają uśrednioną, szkicową informację.

5 PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH

Po etapie cyfrowania zgromadzonych danych archiwalnych należy zaprojektować prace i roboty geologiczne w miejscach o niewystarczającym stopniu udokumentowania. W tym celu należy opracować i zatwierdzić projekty robót geologicznych, wykonać badania, a ich wyniki wprowadzić do Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich, zarówno p-BDGI, jak i m-BDGI. Uzupełniona baza BDGI o wyniki wykonanych prac stanowi podstawę do opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego.

5.1 KARTOWANIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

Istotnym etapem przy opracowywaniu atlasów jest kartowanie geologiczno-inżynierskie. Pozwala ono na szybkie zidentyfikowanie problemów istotnych z punktu widzenia zagospodarowania terenu oraz ułatwia dobór właściwej polowej metody badawczej, z uwzględnieniem np. dostępności terenu. Wytyczne do kartowania geologiczno-inżynierskiego powinny być określone już na etapie studium wykonalności.

Kartowanie geologiczno-inżynierskie polega na wykonaniu zespołu 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. Kartowanie geologiczno-inżynierskie na potrzeby atlasu ma dostarczyć w dużym stopniu informacji głównie do wykorzystania w planowaniu przestrzennym. Dlatego też ocena stopnia złożoności podłoża różni się nieco od stosowanej w kartowaniu geologiczno-inżynierskim pod konkretne obiekty budowlane, co przedstawiono w tabeli Tabela 7.

Odpowiednie przeprowadzenie kartowania umożliwia wstępną charakterystykę podłoża budowlanego oraz zaplanowanie dalszych badań z uwzględnieniem doboru właściwej metody badawczej oraz dostępności terenu.

Celem kartowania geologiczno-inżynierskiego jest:

- weryfikacja materiałów archiwalnych oraz map topograficznych z warunkami stwierdzonymi w terenie,
- wstępna charakterystyka budowy geologicznej, umożliwiająca zaprojektowanie badań oraz dobór odpowiednich metod badawczych,
- identyfikacja i opis występujących zjawisk i procesów geodynamicznych,
- identyfikacja i opis naturalnych i antropogenicznych odsłoneń,
- weryfikacja możliwości wykonania planowanych robót geologicznych pod względem dostępności terenu, lokalizacja utrudnień naturalnych (strome zbocza, podmokłości, zalesienie) oraz antropogenicznych (gęsta zabudowa i infrastruktura, konieczność uzyskania pozwoleń wejścia w teren od właścicieli gruntów),
- uszczegółowienie wizji terenowej.

Przygotowując się do kartowania geologiczno-inżynierskiego należy przeanalizować materiały archiwalne oraz spostrzeżenia z wizji terenowej, co pomoże rozplanować prace w terenie i zoptymalizować czas na nie poświęcony. W szczególności należy przeanalizować dostępne produkty teledetekcyjne (ortofotomapę, numeryczny model terenu, dane ze skaningu laserowego – lidarowe itp.). Dane te powinny stanowić pierwszy etap przed rozpoczęciem prac w terenie. Analiza ta w szczególności wytypować miejsca wymagające weryfikacji w terenie (obniżenia, podmokłości, formy wypukłe itp.). Dokładność kartowania należy dopasować do złożoności budowy geologicznej.

Tabela 7 Stopień złożoności podłoża budowlanego

Stopień złożoności podłoża	Na potrzeby kartowania geologiczno-inżynierskiego	Na potrzeby projektowania badań podłoża obiektów budowlanych oraz ustalania kategorii geotechnicznych
Warunki proste	– tereny płaskie lub mało pofałdowane, – warstwy gruntu poziome lub nieznacznie pochylone, wyraźne, stałe i znane poziomy litostratygraficzne, – jeden poziom wody podziemnej o ustabilizowanym składzie, – brak objawów procesów geodynamicznych lub procesy o małej intensywności	– grunty jednorodne genetycznie i litologicznie, zalegające poziomo (nie obejmuje mineralnych gruntów słabonośnych, gruntów organicznych i nasypów niekontrolowanych), – zwierciadło wody poniżej projektowanego poziomu posadowienia – brak występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych
Warunki złożone	– tereny pagórkowate, formy erozyjne, – warstwy pochyłe, sfałdowane, – słabo poznana stratygrafia z niewyraźnymi poziomami przewodnimi, zmienna facja, – jeden do trzech poziomów wodonośnych o zróżnicowanym składzie chemicznym – wyraźne formy po ustabilizowanych procesach geodynamicznych	– grunty niejednorodne, nieciągłe, zmienne genetycznie oraz litologicznie, – mineralne grunty słabonośne, grunty organiczne oraz nasypy niekontrolowane, – zwierciadło wód gruntowych w poziomie projektowanego posadowienia i powyżej tego poziomu, – braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych
Warunki skomplikowane	– tereny podgórskie i górskie, doliny rzek, – złożona budowa geologiczna fałdowołuskowa, zdyslokowana – na pozostałych terenach: duża zmienność litologiczna, kilka poziomów wodonośnych o zróżnicowanym składzie chemicznym (wody krasowe, tereny kopalniane i pokopalniane) – intensywne procesy geodynamiczne w tym zaburzenia glacytektoniczne – silne procesy antropogeniczne (np.: szkody górnicze)	– grunty objęte występowaniem niekorzystnych zjawisk geologicznych (zwłaszcza zjawisk i form krasowych, osuwiskowych, sufozyjnych, kurzawkowych oraz glacytektonicznych), – grunty ekspansywne i zapadowe, – obszary szkód górniczych, przy możliwych nieciągłych deformacjach górotworu, – obszary dolin i delt rzek oraz na obszarach morskich

Kartowanie geologiczno-inżynierskie należy zaprojektować w taki sposób, aby objąć obserwacjami cały obszar badań w możliwie jak najkrótszym czasie. Mapy topograficzne, na których zaprojektowane zostaną marszruty, powinny być w odpowiednim układzie współrzędnych oraz w skali dobranej do celu geologiczno-inżynierskich prac dokumentacyjnych. Jeśli jest to możliwe na mapy należy nanieść lokalizację projektowanych punktów dokumentacyjnych w odniesieniu do przeprowadzonej wizji terenowej. Przy ustalaniu trasy w pierwszej kolejności należy wykorzystać elementy rzeźby terenu charakterystyczne dla danego obszaru, które jednocześnie mogą wskazywać na zmienność litologiczną i genetyczną gruntów. Szczególną uwagę należy zwrócić na miejsca, gdzie istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia gruntów słabych, tj. zagłębienia, obniżenia terenu, obszary zagrożone osuwiskami oraz na elementy wyróżniające się w morfologii terenu. Kartowanie powinno uwzględniać również istniejące punkty dokumentacyjne, w których można dokonać pomiarów i obserwacji budowy geologicznej (tj. odsłonięcia, wykopy, odkryvky).

Z kartowaniem geologiczno-inżynierskim na potrzeby atlasu wiąże się szereg czynności, które po ich odpowiednim wykonaniu mogą być istotne dla głównych prac związanych z atlasem. Podstawowy zakres czynności związany z kartowaniem:

- lokalizacja, opis i dokumentacja fotograficzna odsłonień naturalnych i antropogenicznych, wykopów, hałd i nasypów,
- lokalizacja, opis i dokumentacja fotograficzna miejsc występowania procesów geodynamicznych i niekorzystnych zjawisk geologicznych,
- lokalizacja, opis i dokumentacja fotograficzna zjawisk i form geodynamicznych (kras, osuwiska, osiadanie zapadowe w lessach, sufozja, erozja, abrazja, upłynnienie gruntu itp.),
- lokalizacja występowania wód powierzchniowych, przejawów wód gruntowych, ujęć wód podziemnych,
- wyznaczenie granic geologicznych w oparciu o dostępne mapy, dokonać pomiaru biegu i upadu warstw oraz kierunku spękań,

- opis terenu na trasie wyznaczonych marszrut,
- lokalizacja elementów środowiska, procesów i zjawisk, mogących utrudnić dalsze prace dokumentacyjne,
- lokalizacja, opis i dokumentacja fotograficzna form geomorfologicznych z uwzględnieniem obszarów o spadkach większych niż 12° – należy zwrócić uwagę na ich stateczność,
- obserwacja istniejących obiektów budowlanych i górniczych (odkształcenia obiektów i podłoża gruntowego – pęknięcia, rysy, wypieranie gruntu, osuwiska, podtopienia, odwodnienia),
- lokalizacja obszarów szkód budowlanych i górniczych,
- lokalizacja lokalnych podtopień i granic zasięgu powodziowych, w tym wody 100- i 500-letniej.
- objawy przemarzania gruntów.

Jeśli wyżej wymienione pomiary i spostrzeżenia zostały wykonane podczas wizji terenowej i nie potrzebują uszczegółowienia, można je pominąć podczas kartowania.

Informacje zebrane podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego należy przedstawić w sposób czytelny, najlepiej w formie tekstowej i graficznej. W celu umożliwienia ich dalszego wykorzystania i przetwarzania, wskazane jest opracowanie bieżące warstwy GIS z zasięgiem danej obserwacji (konturem, punktem, granicą itp.). Opisy napotkanych w trakcie kartowania obserwacji i procesów powinny obejmować rodzaj zjawiska, lokalizację i jego rozprzestrzenienie, genezę, opis warunków geologicznych i morfologicznych, intensywność rozwoju, parametry fizyczne, przyczyny powstania zjawiska, rodzaje gruntów, aktywność oraz prognozę zagrożenia jakie stanowi dane zjawisko.

W zależności od uwarunkowań regionalnych jak i wytycznych wskazanych w studium wykonalności mogą być niezbędne do wykonania:

- pomiary biegu i upady warstw wraz z opisem profilu wietrzeniowego skał,
- zaznaczenie granic zasięgu stanów powodziowych, obszarów odwadnianych itp.,
- inwentaryzacja źródeł skażeń i zanieczyszczeń środowiska (niekontrolowanych i kontrolowanych, czynnych i nieczynnych), takich jak: składowiska odpadów, surowców i paliw, wylewisk odpadów, emitorów gazów, pyłów, hałasu i wibracji, oczyszczalni ścieków itp.

Wymaga się, aby granice poszczególnych wydzieleń nanosić na podkładach topograficznych na bieżąco w terenie. W fazie projektowania badań uzupełniających może być przydatna interpretacja zdjęć lotniczych, satelitarnych, ortofotomap.

Na podstawie kartowania geologiczno-inżynierskiego jak i materiałów archiwalnych (mapy, dokumentacje itp.) należy określić warunki geomorfologiczne, hydrologiczne i hydrogeologiczne oraz zagrożenia geologiczne.

5.1.1 Warunki geomorfologiczne

Analiza warunków geomorfologicznych ma duże znaczenie, gdyż znajomość form geomorfologicznych na tle budowy geologicznej i sieci hydrograficznej ułatwia rozpoznanie czynników rzeźbotwórczych. Znajomość ta stanowi podstawę szczegółowej analizy właściwości gruntów oraz wskazuje na stopień trudności wykonywania robót ziemnych budowlanych i jest przydatna dla dalszych etapów dokumentowania.

Wydzielenia geomorfologiczne ułatwiają interpretację rozprzestrzenienia różnych rodzajów gruntów i powinny stanowić odrębną warstwę bądź warstwy informacyjne. Szczegółowe rozpoznanie geomorfologii lub zapoznanie się z warunkami geomorfologicznymi opisanymi w literaturze pozwoli na opracowanie warstw cyfrowych i mapy geomorfologicznej.

5.1.2 Warunki geologiczne

W geologiczno-inżynierskich pracach kartograficznych przy charakterystyce geologiczno-inżynierskiej podłoża budowlanego należy brać pod uwagę litologię, genezę i stratygrafię, z uwzględnieniem

rodzaju i stanu gruntów, profilu wietrzeniowego oraz właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał.

5.1.3 Warunki hydrogeologiczne

Należy przeanalizować warunki hydrogeologiczne, które powinny być określone pod kątem ich wpływu na właściwości gruntów oraz na ogólne warunki geologiczno-inżynierskie. Bardzo ważna jest charakterystyka pierwszego poziomu wód gruntowych: głębokość występowania i rozprzestrzenienie, wahania zwierciadła z uwzględnieniem stanu maksymalnego, właściwości chemicznych i ich zmienności.

Analiza warunków wodnych powinna być przeprowadzona dla pierwszego nawierconego poziomu wody podziemnej, natomiast ocena głębszych poziomów może być dokonana orientacyjnie.

W przypadku wpływu głębszych poziomów na warunki budowlane należy scharakteryzować ich oddziaływanie z dokładnością, na jaką pozwalają materiały archiwalne.

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych może ułatwić dobre rozpoznanie budowy geologicznej oraz związanego z nią rozprzestrzenienia warstw wodonośnych i słaboprzepuszczalnych. Warunki hydrogeologiczne pierwszego poziomu powinny być przeanalizowane dokładnie ze względu na duże znaczenie dla projektowania, zarówno z punktu widzenia technicznego, jak i ekonomicznego.

Stany zwierciadła wody gruntowej należy odnosić do stanów charakterystycznych w wodach powierzchniowych, a jeśli jest na to szansa do cykli z wielolecia. Istotna jest znajomość rzędnej zwierciadła nawierconego jak i ustalonego. Jeżeli dane archiwalne to umożliwiają należy określić i zinterpretować stan maksymalny a także minimalny zwierciadła wody oraz scharakteryzować wodę gruntową pod względem chemicznym i określić jej agresywność w stosunku do betonu.

Na terenach bez wierceń archiwalnych, powinno się zaplanować rozpoznanie uzupełniające.

5.1.4 Zagrożenia geologiczne

Podczas kartowania istotne jest zidentyfikowanie procesów geodynamicznych jak i antropogenicznych. Zidentyfikować i określić należy zjawiska osuwiskowe, krasowe, glacytektoniczne, sufozyjne i inne. Należy dążyć, aby oznaczyć możliwości występowania zaburzeń warunków naturalnych, powstałych w przeszłości a także podczas eksploatacji obiektów budowlanych.

Zjawiska i procesy geodynamiczne (geologiczno-dynamiczne) należy zarejestrować i w miarę możliwości rozpoznać w stopniu pozwalającym na określenie wielkości powierzchni oraz głębokości wpływu oraz oszacować ich rozwój. Wiedza o tych procesach oraz przedstawienie ich zasięgu i intensywności na mapach atlasu może stanowić podstawę do badań szczegółowych na etapie wykonywania dokumentacji geologiczno-inżynierskich oraz do wyeliminowania pewnych obszarów objętych procesami krasowymi i osuwiskowymi z projektowania lokalizacji inwestycji budowlanych w planach zagospodarowania przestrzennego.

W przypadku występowania na badanym terenie współczesnych pionowych ruchów tektonicznych, należy je również zasygnalizować. Wiążą się z nimi zmiany warunków geologiczno-inżynierskich, np. obszary wykazujące tendencję do obniżania się cechuje zaciskanie szczelin w podłożu skalnym oraz mały współczynnik filtracji, natomiast na obszarach, które podlegają wznoszeniu, obserwuje się rozszerzanie szczelin i większy współczynnik filtracji.

Należy również uwzględnić i prześledzić wszystkie zjawiska i formy powstałe w wyniku działalności człowieka (antropogeniczne) takie jak wyrobiska odkrywkowe i podziemne oraz związane z nimi szkody budowlane, górnicze itp.

Na terenach objętych działalnością górnictw należy przeprowadzić bardzo wnikliwe rozpoznanie warunków górnictw. Dotyczy to głównie podziemnej eksploatacji złóż surowców skalnych. Albowiem prowadzona jak i zakończona eksploatacja podziemna ma znaczny wpływ na warunki budowlane podłoża.

We wstępnym etapie analizy należy określić granice obszarów i terenów górnictw czynnych jak i zlikwidowanych zakładów wydobywczych. Analiza warunków górnictw powinna dotyczyć przede wszystkim stwierdzonych i prognozowanych osiadań terenu powstałych na skutek prowadzenia działalności wydobywczej, a także w miarę możliwości brać pod uwagę:

- zasięg powierzchniowo prowadzonej eksploatacji,
- rozpoznanie głębokości prowadzonej eksploatacji,
- miąższość eksploatowanych pokładów,
- ocenę możliwości reaktywacji starych płytkich wyrobisk górnictw,
- ocenę stopień zagrożenia powierzchni terenu przed powstaniem deformacji nieciągłych,
- ewidencję szybów, szybków, sztolni i głębokich otworów poszukiwawczo – rozpoznawczych,
- rozpoznanie nierejestrowanej (dzikiej) eksploatacji z powierzchni.

Ze względu na głębokość eksploatacji wyróżnia się eksploatację płytką i głęboką. Jest to ważna informacja, gdyż od głębokości eksploatacji zależy wielkość oddziaływania na powierzchnię terenu, a zwłaszcza na rodzaj przewidywanych deformacji. Miąższość wybranych pokładów ma wpływ na wielkość tych deformacji.

Dane o zakończonej lub prowadzonej eksploatacji informują o jej wpływie na powierzchnię terenu, rodzaju deformacji i czasokresie występowania tych odkształceń powierzchni terenu.

Prognozowane osiadania informują wskaźnikowo o wielkości powstającej niecki osiadań i jej zasięgu. Ważnym elementem jest ustalenie, w miarę możliwości, wielkości osiadań powierzchni terenu na przestrzeni lat. Umożliwi to korektę rzędnych wysokościowych otworów wykonanych w różnym przedziale czasowym.

W zależności od rodzaju systemów eksploatacji w górotworze mogą pozostawać puste przestrzenie, które z czasem ulegają zaciśnięciu lub zasypaniu przez nadległe skały, co powoduje rozluźnienie nadległego górotworu. Podbieranie wyeksploatowanej części złoża może ponadto spowodować reaktywację starych zrobów i wysklepianie się pustek ku powierzchni terenu. Zebranie tych informacji pozwoli wydzielić obszary o różnym stopniu zagrożenia.

Szyby, szybiki i głębokie otwory są źródłem cennych informacji dotyczących miąższości nadkładu, stropu starszego podłoża, miąższości zalegania złoża. Czasami posiadają bardzo szczegółowy profil czwartorzędu.

Nieznajomość faktu istnienia nierejestrowanej eksploatacji stanowi duże zagrożenie dla wszystkich rodzajów budownictwa, w skrajnych przypadkach może doprowadzić nawet do katastrofy budowlanej. Problem ten dotyczy różnych rejonów kraju.

Podczas eksploatacji, wzbogacania i wykorzystywania węgla kamiennego powstaje duża ilość odpadów, głównie skał płonnych oraz żużli i popiołów. Odpady te gromadzono przede wszystkim na powierzchni ziemi w formie zwalów i osadników oraz w podziemnych wyrobiskach górnictw.

Zarówno hałdy jak i osadniki powinny być dokładnie rozpoznane i traktowane jako tereny:

- perspektywiczne dla przyszłej eksploatacji złożonych tu surowców,
- do niezwłocznej rekultywacji ze względu na szczególnie uciążliwy i szkodliwy wpływ dla zdrowia ludzkiego i środowiska naturalnego, oraz udostępnia np. dla potrzeb turystyki i rekreacji.

Obszary zamkniętych kopalń wraz z nieczynnymi szybami i budynkami przemysłowymi należy udokumentować jako cenne dziedzictwo kulturowe i przemysłowe z przeznaczeniem do rewitalizacji.

Analiza terenów antropogenicznych powinna uwzględniać przede wszystkim:

- rozpoznanie i wydzielenie obszarów:
 - hałd przemysłowych (skała płonna, popioły, żużel),
 - osadników poflotacyjnych.
- określenie miąższości i powierzchni antropogenu oraz możliwości jego dalszego wykorzystania (np. w budownictwie, drogownictwie),
- ocenę możliwości i charakteru zagospodarowania.

Rozpoznanie obszarów antropogenicznych, ich poprawne scharakteryzowanie jest ważną informacją środowiskową. Niezrekultywowane formy nadal oddziałują negatywnie na środowisko przyrodnicze. Są one przede wszystkim źródłem zapylenia powietrza, a ponadto wokół nich występują strefy o ograniczonej przydatności rolniczej. Formy te także w znacznym stopniu szpecą krajobraz. Odpowiednio ujęte i opisane w planach zagospodarowania przestrzennego gmin stanowią mogą cenne źródło informacji dla przyszłego projektowania rozwoju regionu. Niezainwentaryzowane osadniki poflotacyjne stanowią mogą zagrożenie dla wszelkiego typu budownictwa (osiadania), a pominięcie wpływu bezpośredniej lokalizacji prowadzonych prac budowlanych w sąsiedztwie hałd przemysłowych może prowadzić do niekontrolowanych osunięć na skarpach wykonywanych wykopów.

Istotne są również informacje o zmianach w środowisku, w tym także wód podziemnych w wyniku eksploatacji złóż. Podziemna eksploatacja górnicza wpływa również na przeobrażenie warunków wodnych, gdyż powoduje ona drenaż górotworu a po likwidacji zakładu wydobywczego podtopienie terenu. Naruszenie reżimu wodnego górotworu wywołuje zmiany własności fizycznych i mechanicznych skał i gruntów.

5.2 POMIARY GEODEZYJNE

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. z 2016, poz. 2033) każdy otwór wiertniczy oraz wyrobisko powinno mieć określoną rzędną. Ponadto w karcie informacyjnej należy podać współrzędne płaskie (x,y) oraz rzędną (H) dla każdego otworu badawczego oraz sondowania.

Dlatego też w trakcie wykonywania robót geologicznych niezbędne są terenowe pomiary geodezyjne dokumentowanych punktów dokumentacyjnych. Pomiary te pozwalają na pozyskanie współrzędnych geodezyjnych w obowiązującym państwowym układzie, zgodnie z rozporządzeniem w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. z 2012, poz. 1247).

Wszystkie pomiary terenowe należy wykonywać w oparciu o punkty poziomej i wysokościowej osnowy geodezyjnej 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 (Dz. U. 2011 nr 263 poz. 1572). W przypadku niewystarczającej gęstości osnowy w terenie dopuszcza się wykorzystywanie trwałych elementów terenowych o określonych współrzędnych na mapie jako podstawy do pomiarów współrzędnych punktów badawczych.

Terenowe pomiary sytuacyjne (pomiar współrzędnych płaskich) wykonywane mogą być za pomocą:

- metody biegunowej (pomiary tachimetryczne polegające na jednoczesnym pomiarze kąta poziomego oraz odległości do punktu),
- metody ortogonalnej (pomiary polegające na odczytaniu z taśmy „miary bieżącej” oraz prostopadłego do niej „domiaru”),
- metodą wcięć kątowych, liniowych oraz kątowo-liniowych (pomiary oparte na geometrii trójkąta w którym wyznaczany punkt jest jednym z wierzchołków),
- metodą precyzyjnego pozycjonowania przy pomocy GNSS (pomiary satelitarne punktów z zastosowaniem konstelacji satelitów GPS, Glonass i in. przy pomocy precyzyjnych geodezyjnych anten odbiorczych),

Terenowe pomiary wysokościowe (pomiar rzędnych) wykonywane mogą być za pomocą:

- metody geometrycznej (pomiaru za pomocą niwelatora),
- metody trygonometrycznej (pomiaru tachimetryczne polegające na jednoczesnym pomiarze kąta pionowego oraz odległości do punktu),
- metody satelitarnej (pomiaru satelitarne punktów z zastosowaniem konstelacji satelitów GPS, Glonass i in. przy pomocy precyzyjnych geodezyjnych anten odbiorczych),
- metody skaningu laserowego (pomiar przestrzenny za pomocą skanera emitującego oraz odbierającego impulsy laserowe odbite od obiektu).

Dokładność wyznaczenia współrzędnych płaskich oraz rzędnej powinna być dostosowana do potrzeb rozwiązywanego zagadnienia (ewentualnie wymagań zamawiającego). Sugeruje się dokładność wyznaczenia współrzędnych płaskich na poziomie $\pm 0,3$ m, natomiast rzędnej wysokościowej na poziomie $\pm 0,1$ m (jeśli brak jest dodatkowych wytycznych dotyczących dokładności pomiarów geodezyjnych).

Na potrzeby dokumentacji geologiczno-inżynierskiej oprócz otworów wiertniczych, odkrywek oraz sondowań wykonywane są inne badania, m.in. badania geofizyczne (badania elektrooporowe, sejsmiczne, grawimetryczne i in.). Dokładność pomiarów geodezyjnych zależy jest od metody badań (np. w grawimetrii wysokości punktów badawczych mierzone są z centymetrową dokładnością, natomiast w badaniach sejsmicznych lub elektrooporowych dokładność pomiaru współrzędnych można przyjąć na tym samym poziomie co otworów i sondowań).

Aby móc przedstawić wszystkie badania na mapach oraz modelach geologiczno-inżynierskich zaleca się wykonanie pomiarów współrzędnych geodezyjnych wszystkich rodzajów badań (punktów oraz profilów).

Prace geodezyjne polegają także na pozyskaniu aktualnych podkładów mapowych, gdyż zgodnie z rozporządzeniem zmieniającym rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. z 2015, poz. 964) lokalizację obszaru lub miejsc zamierzonych robót geologicznych należy przedstawić 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 także z rozporządzenia w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. z 2016, poz. 2033) gdzie wszystkie mapy wykonane w ramach dokumentacji geologiczno-inżynierskiej sporządza się: dla obszarów lądowych – na podkładzie map topograficznych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, dla obszarów 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 materiałów archiwalnych posiadających współrzędne geodezyjne w nieobowiązujących układach współrzędnych zaleca się transformację tych układów do układów obowiązujących obecnie. Transformację taką można wykonać za pomocą oprogramowania komputerowego lub on-line na stronach www. Jednolita baza danych pod względem przestrzennym umożliwia łatwiejszą analizę danych oraz budowę modelu geologicznego.

Szczegółowa lokalizacja badań wykonanych na potrzeby dokumentacji geologiczno-inżynierskiej pozwala na precyzyjną analizę danych, umieszczenie modelu geologicznego w przestrzeni oraz ewentualną weryfikację danych źródłowych (jest ona konieczna w dobie wykonywania opracowań przy pomocy komputerowego oprogramowania geologicznego).

5.3 POMIARY TELEDETEKCYJNE

Metody teledetekcyjne znajdują coraz większe zastosowanie w badaniu środowiska naturalnego, w tym procesów geologicznych. W większości przypadków pozwalają one na uzyskanie ogólnej informacji z dużego terenu i mogą być poddawane zunifikowanym procesom przetwarzania. Zastosowanie takich metod pozwala przede wszystkim, po wstępnej interpretacji, na wyselekcjonowanie obszarów do bardziej szczegółowego rozpoznania. Skutkuje to znacznym ograniczeniem kosztów i koncentrację badań terenowych do obszarów, na których występuje konkretne zjawisko.

Teledetekcja zajmuje się wykrywaniem i analizowaniem obiektów lub zjawisk na podstawie zdalnego (bezkontaktowego) pomiaru energii promieniowania elektromagnetycznego, które jest przez obiekt odbijane lub emitowane. Dzięki temu pozyskanie informacji następuje bez fizycznego kontaktu z obiektem, unikając oddziaływania na środowisko. Obecnie większość informacji pozyskiwanych metodami teledetekcyjnymi dostarczana jest w postaci cyfrowej. Dane są następnie przetwarzane w specjalistycznym oprogramowaniu i wykorzystywane w procesie interpretacji i analizy szczegółowej. Teledetekcja koncentruje się głównie na określaniu cech jakościowych badanych obiektów czy zjawisk (Prost, 2013). Nauką bezpośrednio powiązaną z teledetekcją jest fotogrametria, zajmująca się pomiarami kształtów, rozmiarów i wzajemnego położenia obiektów. Zestawienie przydatności i stosowalności poszczególnych metod przedstawia Tabela 8.

Tabela 8 Zestawienie przydatności i typowych zastosowań poszczególnych metod teledetekcyjnych

TYPOWE ZASTOSOWANIE		Satelitarne zdjęcia multispektralne	Satelitarne zdjęcia w paśmie radarowym	Zdjęcia termalne	Zdjęcia hiperspektralne	Zdjęcia lotnicze	Lotniczy Skanowanie laserowy	Fotogrametria niskiego pułapu - Bezzałogowe Statki Powietrzne	Naziemny skanowanie laserowy	Naziemne zdjęcia cyfrowe	Naziemny radar interferometryczny
OBRAZOWANIE OGÓLNE	Obraz poglądowy	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-
	Analiza form morfologicznych	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-
	Wyznaczenie fotolineamentów	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
	Możliwość penetracji przez niewielką pokrywę roślinną	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+
PRODUKTY	Ortofotomapa	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-
	Obraz pokrycia terenu	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-
	Numeryczny model terenu	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-
	Różnicowy model terenu	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-
	Model 3D wybranego obiektu na powierzchni	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-
POMIARY WSPÓŁRZĘDNYCH	Pomiary sytuacyjno-wysokościowy	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
	Pomiary (monitoring) przemieszczeń	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+
ANALIZY ŚRODOWISKOWE	Analiza zmian pokrycia terenu	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-
	Analiza roślinności	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	Analiza gleby	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
	Analiza zanieczyszczeń	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
	Analiza wilgotności	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
	Pomiar temperatury podłoża	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
+ stosuje się, - nie stosuje się, +/- w zależności od potrzeby											

Teledetekcja satelitarna

Zasadniczym wyróżnikiem tej grupy metod teledetekcyjnych jest umieszczenie urządzenia rejestrującego poza atmosferą ziemską (Frankowski i in., 2012). Satelity wyposażone w skanery rejestrujące energię elektromagnetyczną odbitą lub emitowaną z powierzchni terenu krążą po orbitach okołoziemskich. Odbicie sygnału od fragmentu terenu (wyznaczającego rozdzielczość obrazowania) jest zapisywane cyfrowo i odpowiada wartości jednego piksela wynikowego obrazu. Skanery pozyskują informacje w różnych zakresach pasma fal elektromagnetycznych. Najczęściej są to urządzenia wielospektralne pozwalające zapisywać jednocześnie informacje w kilku zakresach (np. LANDSAT TM – 7 zakresów spektralnych). Pozyskane obrazy mogą mieć bardzo różną rozdzielczość przestrzenną, w zależności od założonego wykorzystania pozyskiwanych zobrazowań.

Najbardziej popularne satelity pozyskujące obrazy dla celów środowiskowych w pasmach światła widzialnego i podczerwieni (LANDSAT, SPOT, IRS, ASTER, SENTINEL-2) posiadają rozdzielczość w przedziale 30-5 m. Rozwój technologiczny i rosnące zapotrzebowanie na obrazy satelitarne spowodowało wysłanie w przestrzeń kosmiczną na początku XXI w. satelitów o wysokiej rozdzielczości ok. 1 m (IKONOS, QuickBird, WorldView, GeoEye).

Systemy teledetekcyjne, szczególnie satelitarne, zapewniają powtarzalne i spójne obrazowanie powierzchni ziemi, co jest nieocenione w prowadzeniu monitoringu zmian, krótko i długo okresowych. Standardowe czasy rewizyty nad tym samym obszarem wynoszą od kilku do kilkunastu dni.

Oddzielną grupą w teledetekcji są satelity radarowe (TerraSAR-X, CosmoSky-Med, ALOS-2, Radarsat-2, Sentinel-1). Rejestrują one odbicie emitowanej przez sensor umieszczony na pokładzie fali radarowej o długości 0,75-100 cm. Podstawową zaletą pozyskiwanych tym sposobem obrazów jest możliwość rejestracji powierzchni Ziemi niezależnie od pory dnia i nocy oraz co bardzo istotne niezależnie od warunków atmosferycznych, które stanowią barierę dla innych rodzajów obserwacji teledetekcyjnych. Sceny radarowe są wykorzystywane w geologii do analiz geomorfologicznych, oraz wyznaczania zmian pokrycia terenu i poziomu wilgotności gleby. Przetworzone w technice interferometrii satelitarnej umożliwiają pozyskanie numerycznego modelu terenu oraz wartości ruchów na powierzchni ziemi (osiadania i podnoszenia terenu). Metoda ta znajduje zastosowanie m. in. na obszarach występowania ruchów masowych, osiadania gruntów oraz innych procesów przyrodniczych, podczas których następuje przemieszczenie powierzchni terenu (Ferretti i in., 2007).

Teledetekcja lotnicza

Od początku rozwoju lotnictwa, rozwijała się również fotogrametria lotnicza (pierwsze zdjęcie z samolotu zostało wykonane w 1909 roku) (Kurczyński, 2014). Obecnie samoloty wyposaża się w kamery cyfrowe, zapisujące obrazy w zakresie spektrum widzialnego, podczerwieni lub paśmie termalnym. Do szczegółowych analiz środowiskowych (np. identyfikacji minerałów, analizy zanieczyszczenia gleb) wykorzystuje się również kamery hiperspektralne, rejestrujące odbicia w kilkudziesięciu lub kilkuset kanałach spektralnych jednocześnie (np. AISA), Hejmanowska i in., 2006. Zdjęcia cyfrowe umożliwiają wykonanie ortofotomap (obrazu w rzucie ortogonalnym, po rektyfikacji, tj. usunięciu zniekształceń spowodowanych różnicami wysokości terenu i nachyleniem zdjęć) o rozdzielczości dochodzącej kilkunastu centymetrów. Ortofotomapy generowane są także ze zdjęć satelitarnych, jednakże z punktu widzenia możliwości interpretacji wizualnej, ortofotomapy lotnicze stanowią materiał o wyższej dokładności odwzorowania obserwowanych obiektów (Kurczyński, 2014).

Dla niektórych obszarów dostępne są archiwalne zdjęcia lotnicze pochodzące z różnych okresów, na których zarejestrowane zostały informacje dotyczące powierzchni, obiektów oraz sytuacji z danego roku. Serie historycznych zdjęć lotniczych są niezwykle cennym materiałem do monitorowania i analizy zmian w środowisku ze względu na możliwość odtworzenia stanów pośrednich obserwowanych obiektów, powierzchni lub identyfikacji obecnie nieistniejących już obiektów.

Obrazy lotnicze służą także do tworzenia trójwymiarowych numerycznych modeli terenu (NMT, ang. Digital Terrain Model, DTM). W tym celu wykorzystywane są zdjęcia stereoskopowe

wykonywane dla tego samego obszaru (o pokryciu nie mniejszym niż 60%), pod różnym kątem. Numeryczny model terenu umożliwia między innymi wyznaczenie współrzędnych X, Y, H punktu, uzyskanie informacji o powierzchni terenu w postaci warstwic, przekrojów i kierunków spadków, określenie objętości mas ziemnych, przedstawienie powierzchni geograficznej w postaci modeli 3D, co znajduje zastosowanie w różnych dziedzinach. Obserwacje stereoskopowe (3D) zdjęć ułatwiają interpretację treści zdjęć, identyfikację szukanych obiektów, co przyczynia się do zwiększenia poprawności prowadzonych analiz.

Wysokorozdzielcze trójwymiarowe modele terenu uzyskuje się również z lotniczego skaningu laserowego (ang. airborne laser scanning, ALS), Kurczyński, 2014. W metodzie tej na pokładzie samolotu umieszczony jest lidar (ang. Light Detection and Ranging). Urządzenie wysyła impulsy światła o konkretnej długości fali i w określonym kierunku, a następnie rejestruje ich powrót po odbiciu od powierzchni Ziemi. Pomiar czasu powrotu fali umożliwia wyznaczenie trzech współrzędnych punktu powierzchni terenu. W ten sposób powstaje gęsta chmura punktów, będąca quasi-ciągłą reprezentacją pokrycia terenu. Filtracja roślinności w specjalistycznym oprogramowaniu umożliwia otrzymanie bardzo dokładnego modelu terenu, który może służyć do interpretacji cech morfologicznych oraz do wszelakich analiz przestrzennych, w tym zmian jakie nastąpiły na powierzchni terenu. Skanowanie laserowe to przede wszystkim nieporównywalna z innymi metodami ilość informacji przestrzennych pozyskana w krótkim czasie przy zachowaniu wysokiej dokładności opracowania.

Wśród technik fotogrametrii lotniczej wykorzystuje się bezzałogowe statki powietrzne (ang. unmanned aerial vehicle, UAV), Everaerts, 2008. Dzięki dużo mniejszej odległości od powierzchni ziemi, umieszczenie kamery lub skanera laserowego na powierzchni UAV umożliwia pozyskanie danych z rozdzielczością centymetrową. Obecnie na szeroką skalę wykorzystywane są zdjęcia cyfrowe i ich produkty (ortofotomapa, modele stereoskopowe, modele pokrycia terenu).

Teledetekcja naziemna

Metody teledetekcyjne można też stosować bezpośrednio na powierzchni Ziemi, w przypadku obserwacji lokalnych obiektów (Frankowski i in., 2012). Naziemny skaningu laserowy (ang. terrestrial laser scanning, TLS) działa na podobnej zasadzie jak ALS, wysyłając wiązkę światła i mierząc czas jej powrotu po odbiciu od obiektu na powierzchni (Petrie i Toth, 2009). Wynikiem pomiaru jest chmura punktów w trójwymiarowym układzie współrzędnych. W zależności od odległości skanera od obiektu (od kilku do kilkuset metrów) rozdzielczość chmury punktów może wynosić do kilku punktów na centymetr kwadratowy. Metoda pozwala na stworzenie bardzo szczegółowego trójwymiarowego modelu terenu oraz na przeprowadzenie analiz wystąpienia zmian na powierzchni obiektów (poprzez porównanie modeli uzyskanych w różnym czasie). W geologii jest przydatna głównie do monitoringu osuwisk oraz erozji klifów.

Do metod teledetekcji naziemnej zalicza się również fotogrametrię bliskiego zasięgu, w której wykonuje się zdjęcia cyfrowe, przy zachowaniu odpowiedniej geometrii ich wzajemnego położenia (Kolecka, 2011). Metoda, podobnie jak fotogrametria lotnicza, umożliwia wykonanie fotomapy badanego obiektu, jego trójwymiarowego modelu oraz może służyć jako narzędzie archiwizacji stanu na dzień wykonania zdjęcia.

Metodą monitoringu zmian powierzchni terenu jest również naziemna interferometria radarowa (Casagli i in., 2010). Radar naziemny umieszczany jest zwykle w pobliżu monitorowanego obiektu (np. osuwiska) i poprzez cykliczne wykonywanie pomiarów w pasmie radarowym umożliwia detekcję przemieszczeń z dokładnością milimetrową.

5.4 BADANIA GEOFIZYCZNE

Metody geofizyczne, stosowane do rozwiązywania problemów geologiczno-inżynierskich, pozwalają na wyznaczenie parametrów fizycznych ośrodka, takich jak parametry rozchodzenia się fal sejsmicznych i elektromagnetycznych, oporność elektryczną czy gęstość objętościową. Oczywiście

niedogodnością takiego obrazowania jest to, że skład litologiczny, zawodnienie, parametry sprężyste, czy zagęszczenie ośrodka są wyznaczone na drodze interpretacji. Jednak w odróżnieniu od metod, w których dochodzi do pobrania prób lub bezpośredniego kontaktu z ośrodkiem, metody geofizyczne pozwalają na ciągłe obrazowanie dwuwymiarowe lub trójwymiarowe ośrodka geologicznego, a parametry mierzone są przeważnie wartościami fizycznymi, a nie normatywnymi.

W przypadku zastosowań związanych z rozpoznaniem podłoża budowlanego, metody geofizyczne mają zasadnicze zalety:

- zagęszczenie pomiarów jest na tyle wysokie, że można przyjąć, że pomiar jest ciągły; krok pomiarowy standardowo stosowany (5 metrów lub mniej) jest o rząd wielkości mniejszy niż przeciętne rozmiary obiektów geologicznych, i jest zwykle mniejszy niż przeciętne niejednorodności w podłożu gruntowym/ośrodku skalnym.
- nie prowadzą do naruszenia struktury podłoża.
- czas wykonania badań i rozdzielczość rozpoznania jest wysoka, co podnosi efektywność kosztową badań.

Tabela 9 Zestawienie przydatności i typowych zastosowań badań geofizycznych

Technika badawcza	Podstawowe zastosowanie	Dodatkowe zastosowanie	Uwagi, istotne ograniczenia
Badania elektrooporowe			
Tomografia elektrooporowa	Określenie litologii gruntów i skał	Określenie położenia granic geologicznych	
Prześwietlania międzyotworowe	Określenie przestrzennego rozkładu ciał o zróżnicowanej litologii		Stosowane w lokalnej, ograniczonej skali, wyłącznie w skałach
Badania sejsmiczne			
Sejsmiczne profilowania refrakcyjne	Określenie położenia granic o znacznym kontraście mechanicznym (położenie stropu skał, powierzchni poślizgu osuwisk)	Określenie położenia swobodnego lustra wód gruntowych	Technika mało precyzyjna
Sejsmiczna tomografia refrakcyjna	Określenie przestrzennego rozkładu parametrów mechanicznych w podłożu	Określenie położenia granic geologicznych	
Techniki fal powierzchniowych (MASW, SASW)	Określenie przestrzennego rozkładu parametrów mechanicznych w podłożu		Stosowane dla warstw przypowierzchniowych (rzędu 10–15 m)
Sejsmika refleksyjna	Określenie położenia granic geologicznych		Precyzja zbyt mała do zastosowań związanych z płytkim podłożem
Sejsmika międzyotworowa (crosshole)	Określenie rozkładu parametrów mechanicznych w profilu pionowym		
Prześwietlania sejsmiczne (tomograficzne)	Określenie przestrzennego rozkładu parametrów mechanicznych w podłożu	Określenie położenia granic geologicznych	Stosowane w lokalnej, ograniczonej skali, w zadaniach, gdzie wymagana jest wysoka dokładność
Pionowe sondowania sejsmiczne	Określenie rozkładu parametrów mechanicznych w profilu pionowym		Technika nie sprawdza się w przypowierzchniowych warstwach gruntu, niska dokładność
Badania georadarowe			
Profilowanie georadarowe	Wykrywanie i określenie położenia (zasięgu) instalacji, starych fundamentów itp.	Określenie położenia granic geologicznych, pustek	Mały zasięg głębokościowy
Badania radarowe otworowe	Określanie położenia stref spękań		Badania ograniczone do otworów w skałach litych
Badania grawimetryczne			
Mikrogravimetria	Wyznaczanie zasięgu pustek naturalnych i sztucznych		
Badania elektromagnetyczne			
Konduktometr	Określenie litologii gruntów i skał	Określenie położenia granic geologicznych	Mały zasięg głębokościowy, rzędu kilku metrów

W wyniku prowadzenia badań geofizycznych uzyskuje się przestrzenny obraz zmian jednej z zmierzonych cech fizycznych podłoża budowlanego. W przypadku badań elektrooporowych jest to

oporność elektryczna, w przypadku badań sejsmicznych prędkość rozchodzenia fali sejsmicznej, a badań mikrograwimetrycznych - zmiana siły ciężkości. Powiązanie prawidłowo pomierzonych cech fizycznych podłoża budowlanego za pomocą badań geofizycznych z budową geologiczną i określonymi warunkami geologiczno-inżynierskimi za pomocą wierceń i sondowań umożliwia interpretowanie cech fizycznych pomiędzy punktami dokumentacyjnymi z większym prawdopodobieństwem i opracowanie bardziej wiarygodnego modelu geologicznego (Kowalski, 1988).

Metody geofizyczne skorelowane z wynikami z wierceń umożliwiają:

- wyznaczenie granic warstw gruntów i skał między punktami dokumentacyjnymi,
- lokalizowanie zjawisk geologicznych i form antropogenicznych, niewidocznych na powierzchni terenu np.: formy erozyjne, zaburzenia glacytektoniczne i tektoniczne, formy pochodzenia krasowego, strefy wietrzenia, prawdopodobne powierzchnie poślizgu form osuwiskowych, pustki po eksploatacji górniczej, zasięg zanieczyszczeń i inne,
- zaprojektowanie dodatkowych badań podłoża budowlanego w miejscach stwierdzonych anomalii.

Projektując badania geofizyczne należy uwzględnić ich ograniczenia podane w tabeli (Tabela 9) oraz stosować następujące zasady:

- metodę geofizyczną lub metody geofizyczne dobierać do warunków geologiczno-inżynierskich w zależności od jej czułości,
- przy interpretacji wyników badań geofizycznych uwzględniać błędy pomiarowe, które mogą przekraczać dopuszczalne odchylenia od wyników uzyskanych z wierceń i sondowań,
- dokładność wyznaczania granic między warstwami w modelu geologicznym za pomocą interpretacji wyników badań geofizycznych maleje z głębokością i może wynosić +/- 10 m.

Zestawienie przydatności i stosowności poszczególnych metod przedstawia Tabela 9.

5.5 WIERCENIA I POBÓR PRÓBEK GRUNTÓW I SKAŁ

Zadania do rozwiązania powinny być sformułowane na etapie przygotowania studium wykonalności atlasu geologiczno-inżynierskiego. Na obszarach niedostatecznie rozpoznanych, należy zaprojektować uzupełniające otwory wiertnicze lub inne prace ziemne oraz ewentualnie inne specjalne obserwacje i badania.

Orientacyjną liczbę otworów w zależności od złożoności warunków geologiczno-inżynierskich i skali mapy podano w tabeli (Tabela 10) (Majer E., Sokołowska M, Frankowski Z., 2018).

Tabela 10 Gęstość punktów dokumentacyjnych w zależności od skali mapy i stopnia złożoności budowy geologicznej terenu

Skala mapy	Stopień złożoności podłoża	Liczba punktów na 1 km ²	Liczba ha przypadająca na 1 punkt dokumentacyjny	Odległość między punktami w terenie w m
1:25 000	proste	6 ÷ 10	17 – 10	400 dla 6 pkt/km ² 200 dla 20 pkt/km ²
	złożone	10 ÷ 15	10 – 6.6	
	skomplikowane	15 ÷ 20	6.6 – 5	
1:10 000	proste	20 ÷ 40	5 – 2.5	200 dla 20 pkt/km ² 100 dla 80 pkt/km ²
	złożone	40 ÷ 60	2.5 – 1.6	
	skomplikowane	60 ÷ 80	1.6 – 1.25	
1:5 000	proste	50 ÷ 100	2 – 1	150 dla 50 pkt/km ² 50 dla 200 pkt/km ²
	złożone	100 ÷ 150	1 – 0.66	
	skomplikowane	150 ÷ 200	0.66 – 0.5	

W zależności od zagadnień, które należy wyjaśnić i uzupełnić mogą to być otwory wiertnicze, sondy, piezometry, pomiary zwierciadła w studniach kopanych, wkopy badawcze (szurfy) oraz polowe badania fizycznych i mechanicznych właściwości gruntów.

Otworki wiertnicze powinny być projektowane i wykonywane zgodnie z zasadami prawa geologicznego i górniczego oraz odpowiednimi normami. W każdym przypadku konstrukcja otworów wiertniczych i sposób wiercenia powinien być tak dobrany, aby umożliwić prawidłowe wykonanie badań oraz nie spowodował zagrożeń środowiska w związku z wykonaniem zaprojektowanych prac. Podczas wykonywania punktów badawczych należy przeprowadzić badania makroskopowe gruntów, obserwacje stanu wody gruntowej (zwierciadło nawiercone i ustabilizowane) oraz pobór próbek gruntów i wody. W razie konieczności i specyfiki badanego obszaru mogą być konieczne dodatkowe badania.

Piezometry należy zakładać w przypadku braku danych dotyczących wód gruntowych oraz wtedy gdy liczba i rodzaj innych punktów dokumentacyjnych nie pozwalają na ocenę warunków wodnych. Zalecane w tym celu jest wykorzystanie otworów geologiczno-inżynierskich w specjalnie do tego celu wyznaczonych miejscach, gdzie brak jest informacji o warunkach hydrogeologicznych.

Wkopy badawcze lub szybiki wykonywać należy w przypadku konieczności rozpoznania leżących płytko nasypów gruzowych, zwietrzelinowych, skalistych, kamienistych. Umożliwiają one na scharakteryzowanie litologii, stopnia spękania skał i ich zwietrzenia. Pozwalają także na określenie upadu skał, zmienności układu warstw, ustalenie stref brekcji, powierzchni zlustrowań glacytektonicznych, powierzchni poślizgów osuwiskowych. Podczas wykonywania tego typu punktów badawczych możliwe jest pobranie próbek w celu określenia fizycznych i mechanicznych cech gruntów.

Należy tutaj zwrócić uwagę na badania dla obszarów górskich i podgórskich. Stopień skomplikowania i trudności poboru próbek do badań i ich niereprezentatywność w profilu pionowym i poziomym w znacznym stopniu ograniczają możliwości ich wykonywania. Na znacznych obszarach występują serie zwietrzelin lub skały. W ich składzie występują bardzo często okruchy skalne, głazy i żwiry w ilości powyżej 30% całej objętości, co w praktyce uniemożliwia pobór reprezentatywnych próbek do badań. Dla zwietrzelin i skał najbardziej właściwy jest szczegółowy opis makroskopowy wraz z określeniem genezy, litologii i formy występowania.

5.6 SONDOWANIA

W razie konieczności studium wykonalności może przewidywać wykonanie sondowań. Rodzaj sondowań należy dobierać w zależności od rodzaju gruntów i potrzeb uzyskania charakterystyk właściwości fizyczno-mechanicznych. Uzyskane wyniki z sondowań umożliwiają sparametryzowanie poszczególnych warstw geologiczno-inżynierskich. W tabeli (Tabela 11) podano zasady dobierania sondowań do warunków gruntowych występujących w podłożu budowlanym.

5.7 POMIARY I BADANIA HYDROGEOLOGICZNE

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych jest jednym z elementów, który należy uwzględnić w dokumentowaniu geologiczno-inżynierskim.

Badania hydrogeologiczne obejmują przede wszystkim pomiary zwierciadła wód podziemnych lub kartowanie hydrogeologiczne.

5.7.1 Pomiary zwierciadła wód podziemnych

Podstawowym pomiarem hydrogeologicznym, który powinien być wykonywany we wszystkich otworach wiertniczych jest pomiar głębokości występowania zwierciadła wód podziemnych. Położenie zwierciadła wody poprzez m.in. wpływ na wielkość parcia słupa wody na konstrukcje oporowe lub na wartość ciśnienia spływowego stosowanego w obliczeniach stateczności skarp i zboczy determinuje kategorię geotechniczną obiektu i jest elementem waloryzacji geologiczno-inżynierskiej terenu (Sokołowska i in., 2015). Szczegółowa informacja na temat położenia zwierciadła

wody jest też niezbędna do niektórych obliczeń wytrzymałościowych i odkształceniowych oraz do oceny nośności podłoża.

Do pomiarów zaleca się używanie świstawki hydrogeologicznej zapuszczanej do otworu na taśmie mierniczej. W zależności od stwierdzonych warunków geologicznych należy dokonać pomiaru swobodnego lub napiętego zwierciadła wody. W drugim przypadku prawidłowo przeprowadzony pomiar powinien polegać na pełnej stabilizacji zwierciadła, tj. uzyskaniu 2-3 kolejnych odczytów nieróżniących się między sobą więcej niż 1-2 cm.

Tabela 11 Rodzaje sondowań zalecanych do stosowania przy opracowywaniu atlasów geologiczno-inżynierskich

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 wpędu 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.	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: 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. Jakościowa ocena parametrów filtracyjnych.	Należy stosować w szczególności w gruntach spoistych miękkoplastycznych, plastycznych i twardoplastycznych. Możliwość penetracji w gruntach zagęszczonych i zwartych oraz zawierających kamienie i otoczaki są ograniczone.
badania sondą krzyżkową FVT	Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu (c_u).	PN-B-04452:2002	Wyznaczanie wytrzymałości gruntu na ścinanie bez odpływu 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 $<150\text{kPa}$. 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 odpływu. 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 (E_{DMT}) 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.	Należy stosować w szczególności w gruntach spoistych. Możliwości penetracji w gruntach zagęszczonych i zwartych oraz zawierających kamienie i otaczaki 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.

Właściwe określenie wysokości naporu hydraulicznego jest niezwykle istotne, m.in. w celu uniknięcia awarii budowlanych związanych ze zjawiskiem przebiccia hydraulicznego lub kompaktacji osadów wodonośnych wskutek zmniejszenia ciśnienia. Niezwykle istotnym jest aby uzyskane wyniki odnieść do aktualnej sytuacji pogodowej, a przede wszystkim porównać do wielkości opadów w okresie poprzedzającym wykonywanie prac. Zaleca się również aby notować inne przejawy wód podziemnych, takie jak sączenia w obrębie utworów słaboprzepuszczalnych lub znaczne zawilgocenia osadów porowych. Na terenach osuwiskowych postępowanie takie powinno być obligatoryjne. Przeprowadzenie powyższych pomiarów w otworach niezarurowanych może niejednokrotnie być niemożliwe bądź obarczone dużym błędem, dlatego zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1997-2 w celu wyznaczenia głębokości zalegania zwierciadła wody należy zainstalować piezometr lub dla większych obiektów budowlanych ich sieć. Podejście takie umożliwi m.in. precyzyjne określenie kierunku przepływu wody oraz, co niezwykle istotne, umożliwi prognozę zmian położenia zwierciadła wody w czasie poprzez cykliczne wykonywanie pomiarów z zachowaniem porównywalnych warunków pomiarowych.

Wykonywanie pomiarów przy okazji wiercenia otworów niezarurowanych powinno stanowić jedynie uzupełnienie badań prowadzonych w piezometrach. Stosowanie piezometrów zaleca również norma PN-EN 1997-1, a także pośrednio (np. poprzez wymóg określenia amplitudy wahań poziomu zwierciadła wód podziemnych) rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 poz. 2033). W przypadku badań na większym obszarze w skład sieci piezometrów mogą wchodzić gospodarcze studnie kopane ujmujące pierwszy poziom wodonośny (Dojcz, Troć, 2008; Bażyński i in., 1999). Studnie takie mogą jednak pełnić wyłącznie rolę wspomagającą sieć właściwych piezometrów z uwagi na przeważnie nieznany profil litologiczny utrudniający interpretację pomiarów i zły stan techniczny. Kolmatacja strefy dopływu sprawia, iż często studnie te są praktycznie odcięte od strefy przepływu wód, a stagnująca w nich woda nie wykazuje łączności z otaczającą warstwą wodonośną. Zdarza się, iż studnie te są zupełnie odcięte od warstwy wodonośnej i po sčerpaniu wody pozostają suche.

Wyniki badań hydrogeologicznych powinny dostarczyć informacji o głębokości występowania zwierciadła wód podziemnych.

5.7.2 Kartowanie hydrogeologiczne

Kartowanie hydrogeologiczne można wykonać dodatkowo, w celu uzupełnienia podstawowych pomiarów hydrogeologicznych wykonanych w otworach wiertniczych. Najważniejsze cele kartowania to:

- możliwie szczegółowe rozpoznanie głębokości występowania zwierciadła wody podziemnej,
- inwentaryzacja ujęć wód podziemnych,
- ocena stanu jakościowego wód podziemnych,
- inwentaryzacja ognisk zanieczyszczeń i ogólna ocena stanu ekologicznego obszaru w celu określenia tzw. „stanu zerowego” z okresu przed rozpoczęciem budowy i późniejszej eksploatacji obiektu.

Prawidłowo wykonane kartowanie powinno także obejmować szczegółową analizę materiałów archiwalnych. Dotychczasowa praktyka pokazuje, iż nawet w przypadku niewielkich inwestycji analiza materiałów archiwalnych w skali regionalnej, np. dotycząca reakcji badanego obszaru na stany powodziowe lub wypełniania się lejów depresyjnych związanych z zaprzestaniem odwodnienia lub ograniczeniem poboru z ujęć wodociągowych, może ustrzec przed ryzykiem wystąpienia awarii budowlanych (Sokołowska i in., 2015).

5.8 BADANIA LABORATORYJNE

Celem badań jest uzupełnienie danych dotyczących fizycznych i mechanicznych cech podłoża gruntowego, określonych na podstawie materiałów archiwalnych lub analogii do innych obszarów o podobnych genetycznie gruntach i skałach. Badania laboratoryjne należy wykonywać na próbkach pobranych z otworów wiertniczych lub wkopów badawczych. Skala badań laboratoryjnych gruntów i skał powinna być dostosowana do potrzeb atlasu.

Zakres i rodzaj badań laboratoryjnych należy zsynchronizować z badaniami polowymi i istniejącymi danymi archiwalnymi. Przy programowaniu badań laboratoryjnych, w zależności od zróżnicowania litologiczno-genetycznego, dla reprezentatywnych typów gruntów i skał należy uwzględnić opis makroskopowy gruntów i skał oznaczenia uziarnienia wraz z określeniem wilgotności naturalnej (dla gruntów) oraz opis rdzenia wiertniczego (RQD i inne wskaźniki).

Dla próbek gruntów spoistych należy wyznaczyć stopień plastyczności, wskaźnik plastyczności i pęcznienia natomiast tam gdzie to ma uzasadnienie należy oznaczyć zawartość części organicznych. O ile to możliwe, w gruntach o strukturze nietrwałej należy wyznaczyć wskaźnik osiadania zapadowego, a dla próbek skał wytrzymałość na ściskanie i nasiąkliwość. Ponadto w gruntach spoistych należy wyznaczyć kąt tarcia wewnętrznego i spójność, a także, jeżeli zajdzie taka potrzeba należy wyznaczyć moduły ściśliwości.

Wyniki badań laboratoryjnych gruntów i skał należy zestawzić tabelarycznie oraz dokonać ich statystycznego opracowania.

6 ATLAS GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI

Nadrzędnym celem opracowania atlasu jest synteza informacji o różnych elementach środowiska, a przede wszystkim przedstawienie budowy podłoża budowlanego poprzez określenie przydatności terenu dla celów budowlanych w nawiązaniu do istniejącej infrastruktury i uwarunkowań środowiskowych. Atlas powinien także zobrazować możliwości zaopatrzenia inwestycji w lokalne materiały budowlane, położenie zwierciadła wód podziemnych oraz wykazać najważniejsze zagadnienia związane z ochroną środowiska.

Z map tematycznych atlasu geologiczno-inżynierskiego powinni korzystać pracownicy urzędów realizujących zadania związane z planowaniem przestrzennym i ochroną środowiska nie tylko w gminach, ale także w urzędach miejskich, powiatach oraz województwach. Zasób informacji przedstawianych na mapach z całą pewnością może zainteresować przyszłych inwestorów i projektantów lokalnych inwestycji, geologów praktyków, biegłych w zakresie ochrony środowiska.

Atlas geologiczno-inżynierski stanowi zbiór cyfrowych map syntetycznych opracowanych w systemie GIS niezwykle korzystny dla potrzeb wykonywania ogólnych jak i miejscowych planów

zagospodarowania przestrzennego. Powinien stanowić podstawę dla każdego studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, ponieważ jest kompletnym kartograficznym odwzorowaniem możliwie pełnych informacji o budowie terenu.

Atlas geologiczno-inżynierski będący zestawem map tematycznych i przekrojów geologicznych wykonuje się na podstawie odpowiednio wykonanej bazy danych. Podstawową cechą bazy musi być umożliwienie zsyntetyzowania wydzielonych warstw w profilu w serie geologiczno-inżynierskie (Zał. 3). Uzupełnieniem omawiającym poszczególne elementy i problematykę związaną z atlasem jest opracowanie tekstowe.

6.1 REGIONALNY MODEL GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI. SERIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

Zasadniczym wymogiem przy wykonywaniu atlasów jest stworzenie regionalnego (dla danej aglomeracji, obszaru) modelu geologiczno-inżynierskiego uwzględniającego litologię, genezę jak i stratygrafię. Model ten, jako dostosowany do potrzeb geologiczno-inżynierskich powinien wydzielać warstwy litologiczne. Bardzo ważnym elementem jest również zmienność położenia wód gruntowych oraz wielkość ich wahań.

Pod pojęciem modelu geologiczno-inżynierskiego należy rozumieć przybliżony obraz warunków geologicznych stworzony na potrzeby rozwiązania konkretnego problemu. W zależności od dokładności prezentowanego obrazu wyróżnia się 3 typy modeli geologiczno-inżynierskich: model konceptualny, model obserwacyjny i model analityczny. Modele różnią się ilością danych wejściowych, dokładnością interpretacji i stopniem niepewności.

Do opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego wykorzystuje się model konceptualny, który przedstawia ogólny zarys warunków geologiczno-inżynierskich. Opracowuje się go na podstawie danych archiwalnych. Model może być uzupełniony wynikami badań terenowych i laboratoryjnych w miejscach, gdzie nie występuje wystarczająca liczba danych archiwalnych. Cechuje go stosunkowo wysoki stopień niepewności. Model taki dostarcza podstawowych informacji na temat serii geologiczno-inżynierskich (ich stratygrafii, genezy i litologii), ich wzajemnego położenia oraz możliwości wystąpienia zagrożeń naturalnych i antropogenicznych w podłożu (Zał. 3).

Opracowanie modelu powinno ustalić następstwo wiekowe warstw (stratygrafię), proces, w wyniku którego dany grunt powstał (genezę) oraz rodzaj gruntów w obrębie wydzielonej warstwy (litologię). W modelu można uwzględnić stan gruntów (stopień plastyczności, stopień zagęszczenia), warunki hydrogeologiczne (poziom nawiercony i ustalony) oraz inne przydatne informacje takie jak badania laboratoryjne, sondowania itp.

W wyniku skompilowania informacji należy dokonać syntezy i wydzielić serie geologiczno-inżynierskie zgodnie z załącznikiem 3. Trzeba przy tym uwzględnić częstotliwości występowania warstw, miąższości i ich wpływ na generowanie i udział w problemach na danym obszarze.

Każda z wydzielonych w załączniku 3 serii geologiczno-inżynierskich została dodatkowo zakwalifikowana do jednej z kategorii przydatności do budownictwa (jako podłoże budowlane) w zależności od właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów w niej występujących:

- małokorzystne – zaliczono do nich serie grupujące grunty bardzo zmienne i/lub bardzo ściśliwe, w tym: wszystkie grunty antropogeniczne, wszystkie grunty organiczne młodsze niż miocen (neogen), grunty deluwialne i koluwalne spoiste oraz nierozdzielone litologicznie, pustki w górotworze;
- średniokorzystne – zaliczono do nich serie obejmujące grunty zmienne, średnio ściśliwe, w tym: wszystkie grunty spoiste (pyły, gliny, iły) młodsze niż miocen (neogen), wszystkie nierozdzielone litologicznie grunty holoceni, grunty rzeczne nierozdzielone litologicznie holocen-plejstocen, grunty koluwalne niespoiste, zwietrzeliny i rumosze gliniaste oraz rezydualne, porwaki starszego podłoża, grunty nierozdzielone litologicznie i spoiste pliocenu i mio-pliocenu;

- korzystne – zaliczono do nich serie łączące grunty i skały mało zmienne, mało ściśliwe i starsze niż pliocen (neogen), w tym: wszystkie grunty niespoiste niezależnie od genezy i stratygrafii z wyjątkiem gruntów koluwalnych, wszystkie grunty morskie w tym lokalnie pyły i ły (muły ilaste) o niewielkiej miąższości, wszystkie skały miękkie i twarde, wszystkie grunty starsze niż pliocen (neogen), brak możliwości wiercenia (głazowiska, bruki, podłoże skalne).

Serie geologiczno-inżynierskie są bardzo istotne, gdyż stanowią one główny element w budowie bazy danych. Podział gruntów na serie jest fundamentem prowadzonych potem analiz geoprzestrzennych i geostatystycznych, które są podstawą do tworzenia map tematycznych atlasu.

Należy zwrócić uwagę, że podziału dokonuje się na podstawie stratygrafii, lecz nie powinna ona być czynnikiem rozstrzygającym. Przy wydzielaniu serii bardzo ważne jest odtworzenie procesów, które są istotne dla danego terenu, co ułatwia ustalenie modelu budowy geologicznej. Najistotniejszym czynnikiem jest więc geneza w parze z litologią. Ważne są też procesy geodynamiczne, np. glacitektonika, z którą często mamy do czynienia na terenie Polski. Bardzo przydatne do właściwego wydzielenia serii geologiczno-inżynierskich są różnoskalowe mapy geologiczne oraz literatura.

Wydzielanie serii geologiczno-inżynierskich w profilach otworów często nie jest proste i jest możliwe dopiero wtedy, gdy dane wiercenie rozpatrzy się na tle innych, sąsiednich, o bardziej jednoznacznej możliwości interpretacji. Może też być konieczne wykonanie kilku lub kilkunastu przekrojów geologicznych, które mogą ułatwić wydzielenie serii geologiczno-inżynierskich i zbudowanie modelu geologicznego. Po określeniu serii i przeanalizowaniu powstałych na ich podstawie pierwszych map może dojść do przekonstruowania struktury podziału na serie. Należy wziąć jednak pod uwagę, że poprawianie lub zmiany serii w profilach wierceń w późniejszym etapie opracowania będzie wymagać dużego nakładu prac.

6.2 MAPY TEMATYCZNE

Idea tworzenia cyfrowych atlasów geologiczno-inżynierskich obejmuje stworzenie zespołu map tematycznych oddających możliwie najpełniejszą informację o podłożu gruntowym i środowisku danego obszaru. W związku z tym trzeba ustalić treść poszczególnych map wraz z liczbą i rodzajem warstw informacyjnych wchodzących w skład danej mapy. Należy przy tym wziąć pod uwagę charakter budowy geologicznej oraz problemów z nią związanych.

Opracowując koncepcję map tematycznych należy uwzględnić specyfikę i odmienną regionalną zagadnień geologiczno-inżynierskich dla danego obszaru. Przy wykonywaniu atlasu geologiczno-inżynierskiego odpowiednie warstwy informacyjne muszą być tak dobrane, aby uwypuklić główne problemy, będące później elementem treści jednej lub kilku map. Po sprecyzowaniu głównych problemów dotyczących warunków geologiczno-inżynierskich należy określić optymalny sposób ich kartograficznego przedstawienia uwzględniając przy tym liczebność, rozkład i wiarygodność punktów dokumentacyjnych zawartych w bazie danych.

Rodzaj i liczba map tematycznych atlasu zależy od przyjętej idei, wynikającej przede wszystkim z charakteru budowy geologicznej, obecnej i przewidywanej infrastruktury oraz problematyki regionalnej obszaru. Część map tematycznych jest obligatoryjna dla atlasów jako zestaw map podstawowych. Natomiast jeżeli istnieją elementy związane z problematyką danego regionu to muszą się one znaleźć na mapach dedykowanych dla wybranego obszaru będących dla niego mapami uzupełniającymi.

Przy tworzeniu map należy korzystać z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT 10k) dedykowanej dla skali 1:10 000. Możliwe też jest wykorzystanie podkładów topograficznych w układzie PUWG 1992 w skali 1:10 000 - dla arkuszy w skali 1:10 000, oraz 1:100 000 - dla arkuszy w skali 1:100 000. Topograficzne podkłady rastrowe jak i BDOT 10k powinny zostać pozyskane z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK) i muszą być

wykorzystane za jego pozwoleniem. Wszystkie podkłady topograficzne trzeba przystosować (skalibrować) do państwowego układu współrzędnych geodezyjnych PL-1992.

6.2.1 Podstawowe mapy tematyczne

Do podstawowych map traktowanych jako obligatoryjne w każdym atlasie geologiczno-inżynierskim należą:

- mapa lokalizacyjna w skali 1:100 000,
- mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 4m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej - skala 1:10 000,
- mapa warunków budowlanych na głębokości 2m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa zagospodarowania powierzchni w skali 1:10 000,
- mapa zagrożeń geologicznych w skali 1:10 000,
- mapa terenów zagrożonych i chronionych - skala 1:10 000,
- mapa geomorfologiczna w skali 1:10 000,
- mapa zakresu udokumentowania w skali 1:100 000.

6.2.1.1 Mapa lokalizacyjna – skala 1:100 000

Na mapie, na tle podziału administracyjnego, należy przedstawić zasięg (granice) opracowania oraz jego podział na arkusze zgodny z międzynarodowym podziałem map topograficznych (w skali 1:10 000 w układzie PL1992) wraz z przebiegiem linii przekrojów geologiczno-inżynierskich.

Na schemacie podziału arkuszowego należy umieścić międzynarodowe godła podkładów topograficznych i ich nazwy stosowane w bazie danych. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy zobrazować na rastrowym podkładzie topograficznym w skali 1:100 000.

Atlasy o dużej powierzchni, których granice w skali 1:100 000 wykraczają poza obszar arkusza wydruku należy przedstawić w skali mniejszej (np.: 1:150 000).

6.2.1.2 Mapa dokumentacyjna - skala 1:10 000

Na mapie należy zaznaczyć zasięg (granice) opracowania, podział administracyjny, przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz położenie punktów dokumentacyjnych uwzględnionych w Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich. Należy zróżnicować graficznie punkty dokumentacyjne na archiwalne i wykonane na potrzeby opracowania. Sondowania polowe należy zróżnicować graficznie także ze względu na ich rodzaj. Każdy z punktów dokumentacyjnych na mapie musi posiadać etykietę z nazwą punktu.

Obszary, na których występuje znaczne zagęszczenie punktów dokumentacyjnych rzutujące na czytelność mapy można przedstawić dodatkowo w powiększeniu do skali 1:5000. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy zobrazować na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.1.3 Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1, 2, 4, 5m p.p.t. – skala 1:10 000

Mapy serii przedstawione jako „ciącie” na zadanej głębokości mają zilustrować stopień złożoności budowy geologicznej oraz odzwierciedlić występowanie wydzielonych serii w poszczególnych punktach badawczych na danej głębokości. Obszary wydzielonych serii na mapach muszą być zaetykietowane numerem lub symbolem serii (Zał. 3) oraz posiadać kolorystykę, zgodnie z wydzieleniami na przekrojach geologiczno-inżynierskich.

Mapa przedstawia (na podstawie informacji z bazy danych p-BDGI) wyznaczony geostatystycznie (za pomocą nieważonej alokacji euklidesowej) zasięg występowania serii, czyli wydzieleni o jednakowych cechach stratygraficzno-genetyczno-litologicznych na zadanej głębokości, w tym przypadku na 4 głębokościach: 1, 2, 4 i 5 m p.p.t.

Dodatkowo, mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. jest elementem składowym wykorzystanym w do utworzenia mapy warunków budowlanych.

Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.1.4 Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej – skala 1:10 000

Na mapie przedstawia się głębokość pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych w otworze badawczym. Do poligonowego zobrazowania położenia zwierciadła wody wykorzystuje się geoprzestrzenną analizę - nieważoną alokację euklidesową. Poligony przedstawiające głębokość wody należy zróżnicować graficznie przedziałami głębokości nawierconego zwierciadła: powyżej 1 m p.p.t., 1 – 2 m p.p.t., 2 – 5 m p.p.t., 5 - 10 m p.p.t., 10 – 15 m p.p.t., 15 - 20 m p.p.t. i poniżej 20 m p.p.t. Przedziały te można zagęścić, jeżeli autor mapy uzna to za zasadne.

Na mapie należy przedstawić lokalizację otworów, w których stwierdzono występowanie zwierciadła wód podziemnych. Informację o charakterze zwierciadła można przedstawić różnicując graficznie na swobodne i napięte. Każdy umieszczony na mapie otwór należy oznaczyć etykietą wartości głębokości zwierciadła nawierconego oraz ustabilizowanego w przypadku zwierciadła napiętego (w sytuacji graficznego podziału na zwierciadło swobodne i napięte). Ponadto na mapie należy zaznaczyć zasięg (granice) opracowania. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę tę należy uznawać za syntetyczną, gdyż wykorzystuje ona informacje o położeniu pierwszego zwierciadła wód podziemnych pochodzących z długiego przedziału czasu. Powstaje ona na podstawie danych o głębokości pierwszego zwierciadła uzyskanych podczas wierceń, wykorzystując do tego zarówno informacje zawarte w archiwalnych dokumentacjach geologiczno-inżynierskich jak i z otworów wiertniczych wykonanych na potrzeby opracowania.

W związku z powyższym, podkreślenia wymaga fakt, że analizie poddawany jest zakres danych z kilkudziesięciu lat, a przez ten czas położenie zwierciadła wód podziemnych podlega zmianom, zarówno z przyczyn naturalnych jak i antropogenicznych. W związku z tym przedstawiony na mapie obraz położenia zwierciadła wód podziemnych może się różnić od stanu obecnego i należy go traktować jako orientacyjny.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.1.5 Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t – skala 1:10 000

Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. jest mapą syntetyczną uwzględniającą istotne czynniki kształtujące warunki budowlane w podłożu, na które składają się: warunki gruntowe, hydrogeologiczne oraz szereg procesów i zjawisk geologicznych i geodynamicznych występujących w podłożu budowlanym.

Przy kwalifikowaniu terenów pod względem ich przydatności dla celów budowlanych należy wykorzystać informacje zebrane podczas wydzielania serii geologiczno-inżynierskich. Serie geologiczno-inżynierskie występujące na 2m p.p.t. grupuje się w oparciu o zbliżone właściwości fizyczno-mechaniczne. Określając ich kategorię pod względem przydatności gruntów dla posadawiania obiektów budowlanych, bierze się pod uwagę stopień skonsolidowania gruntów i dopuszczalne obciążenia.

Tabela 12 Macierz dla mapy warunków budowlanych

Warunki budowlane	Głębokości nawierconego zwierciadła wód podziemnych	Kategorie przydatności gruntów dla budownictwa	Spadki terenu	Tereny górnicze	Osuwiska i obszary zagrożone ruchami masowymi	Podtopienia (PIG-PIB) i powodzie (ISOK)
ograniczone	do 2 m p.p.t.	małokorzystne	12% <	jest	jest	jest
przeciętne	2-5 m p.p.t.	średniokorzystne	5%-12%	brak	brak	brak
dobrze	od 5 m p.p.t.	korzystne	< 5%			

Warstwę warunków budowlanych uzyskuje się zestawiając kategorie przydatności ze spadkami terenu i głębokością do pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych oraz elementami z możliwym negatywnym wpływem na obiekty budowlane, jak: tereny górnicze, tereny osuwiskowe wraz z obszarami zagrożonymi ruchami masowymi oraz obszary możliwych podtopień i powodzi o 0,2% prawdopodobieństwie wystąpienia (woda 500 letnia), co przedstawiono w Tabeli 12

Zgodnie z powyższym na mapie oznaczono następujące wydzielenia warunków budowlanych:

- **ograniczone** – niezalecane posadowienie bezpośrednie obiektów;
- **przeciętne** – możliwe posadowienie bezpośrednie obiektów budownictwa lekkiego przy konieczności szczegółowego rozpoznania geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego;
- **dobrze** – możliwe bezpośrednie posadowienie obiektów budowlanych wszelkiego typu bez względu na obciążenia jednostkowe.

Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.1.6 Mapa zagospodarowania powierzchni – skala 1:10 000

Mapę należy opracować na podstawie informacji uzyskanych z urzędów administracji publicznej to jest: urzędów miejskich i gmin. Mapa ta jest mapą zbiorczą i jest głównie oparta o studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP) oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP).

Na arkuszach mapy poza zasięgiem opracowania obrazuje się szczegółowy obraz rodzaju zabudowy, wykorzystania i przeznaczenia obszaru atlasu, dzięki czemu możliwe jest planowanie różnego rodzaju inwestycji. Na mapie należy przedstawić, poprzez odpowiednie zróżnicowanie graficzne, zagospodarowanie powierzchni w podziale na tereny zabudowy społeczno-technicznej, tereny zabudowy mieszkaniowej oraz tereny zieleni i upraw stosując następujące oznaczenia:

Zabudowa mieszkaniowa:

- M – tereny zabudowy mieszkaniowej,
- MU – tereny zabudowy mieszkaniowo-usługowej;

Zabudowa społeczno-techniczna:

- CM – tereny cmentarzy,
- IT – tereny infrastruktury technicznej,
- TDK – tereny transportu drogowego, kolejowego,
- TTL – tereny transportu lotniczego,
- HU – tereny handlowo-usługowe,
- P – tereny przemysłowe, produkcyjne, eksploatacyjne, magazyny, składy, wyrobiska,
- PU – tereny przemysłowo-usługowe,
- TI – tereny inwestycyjne,
- SR – tereny sportowe i rekreacyjne,
- TK – tereny sakralne, szkolnictwa, kultury, opieki,
- OZ – tereny uzdrowiskowe i ochrony zdrowia;

Tereny zielone i uprawne:

- L – tereny leśne,
- NL – tereny zieleni nieleśnej,
- R – tereny rolne (pola, łąki, sady, pastwiska),
- UW – tereny ujęć wód;

Składowiska i oczyszczalnie:

- SK – składowiska odpadów komunalnych,
- SP – składowiska odpadów przemysłowych, niebezpiecznych, pogórnich (w tym hałdy),
- TO – tereny oczyszczalni, osadniki;

Inne:

- OCh – obszary chronione (parki narodowe, parki krajobrazowe, rezerваты),
- TN – tereny narefulowane,
- TW – tereny wojskowe i zamknięte,
- NZG – tereny niezagospodarowane,
- BD – brak informacji.

Oznaczenia mogą być zmienione w zależności od specyfiki obszaru. Etykiety wydzieleni muszą być umieszczone na poligonach.

Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.1.7 Mapa zagrożeń geologicznych – skala 1:10 000

Mapa zagrożeń geologicznych jest tworzona w oparciu o bazę BDGI, materiały archiwalne oraz dane zawarte w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (CBDG) i jest podstawowym źródłem informacji o zagrożeniach naturalnych (geozagrożeniach). Punktem wyjścia do sporządzenia tej mapy są dane pochodzące z zasobów Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG), w szczególności:

- bazy danych Rejestr Obszarów Górniczych – ROG (tereny górnicze),
- mapy obszarów zagrożonych podtopieniami (tereny zagrożone podtopieniami),
- bazy Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej – SOPO (tereny zagrożone ruchami masowymi i osuwiska: aktywne ciągle, aktywne okresowo i nieaktywne).

Na potrzeby mapy należy także dokonać analizy spadków terenu (wykorzystując cyfrowy model terenu) w przedziałach:

- spadki mniejsze niż 5 %,
- spadki od 5: do 12 %,
- spadki większe niż 12 %.

Ponadto na mapie powinny się znaleźć dane będące wynikiem przeanalizowania informacji zawartych w otworowej Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich.

- tereny występowania lessów,
- przyjęty obszar występowania pustek w górotworze stwierdzonych w otworach wiertniczych (stały bufor wokół otworów – 50m),
- przyjęty obszar występowania gruntów słabych stwierdzonych w otworach wiertniczych, (zmienny bufor wokół otworów zależny od miąższości nasypów zgodnie z Tabelą 13),
- Przyjęty obszar występowania nasypów stwierdzonych w otworach wiertniczych (zmienny bufor wokół otworów zależny od miąższości nasypów zgodnie z Tabelą 13).

Dodatkowo, w zależności od potrzeb, na mapie mogą się znaleźć izoliny miąższości gruntów słabych i nasypów (co 2 m) przyciętych do przyjętych obszarów ich występowania.

Tabela 13 Przyjęta wartość bufora obszaru występowania gruntów słabych i nasypów zależna od ich miąższości

Miąższość (m)	Bufor, r=... (m)
do 1 m	50
1-2 m	75
2-5 m	100
5-10 m	125
10-15 m	150
15-20 m	175
od 20 m	200

Mapa przedstawia obszary zagrożone występowaniem elementów niekorzystnych z punktu widzenia kształtowania struktur funkcjonalno-przestrzennych dla potrzeb budownictwa. Wskazuje tereny, na których ze względu na zagrożenia geologiczne istnieją znaczne ograniczenia dotyczące projektowania obiektów budowlanych. Mapę tę powinno się analizować wspólnie z Mapą warunków budowlanych na 2 m p.p.t., szczególnie na etapie projektowania inwestycji budowlanej.

Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.1.8 Mapa terenów zagrożonych i wymagających ochrony - skala 1:10 000

Mapa ta wprowadza cenne informacje, które są istotne podczas planowania przestrzennego. Wskazuje tereny, na których ze względu na zagrożenia lub ochronę środowiska istnieją ograniczenia dotyczące projektowania obiektów budowlanych. Dlatego powinna opierać się o podstawowe źródła informacji o zagrożeniach antropogenicznych oraz obszarach chronionych i zweryfikowana kartowaniem terenowym. Punktem wyjścia do sporządzenia tej mapy są dane zgromadzone w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (CBDG) pochodzące z:

- bazy danych Antropopresji,
- danych zawartych na Mapie geośrodowiskowej Polski,
- danych zawartych na arkuszach Mapy hydrogeologicznej Polski,
- i inne.

Do wykonania mapy należy także wykorzystać dane uzyskane z urzędów administracji publicznej (PZP, SUIKZP itp.).

Na mapie należy przedstawić obszary zagrożone występowaniem elementów niekorzystnych z punktu widzenia kształtowania struktur funkcjonalno-przestrzennych dla potrzeb budownictwa. Są to obiekty stanowiące zagrożenie dla środowiska naturalnego: zakłady przemysłowe, składowiska odpadów (komunalnych, przemysłowych, pogórnich i innych), miejsca zrzutu ścieków komunalnych i przemysłowych, emitory pyłów i gazów, oczyszczalnie, magazyny paliw, magazyny substancji niebezpiecznych, tereny transportu drogowego i kolejowego, lotniska oraz obszary związane z eksploatacją górnictw (tereny górnicze). Ponadto znaczące linie transportowe (autostrady, drogi ekspresowe) należy zobrazować zależnie od szerokości nawierzchni – do 5m, 5-10 m i powyżej 10 m.

Na mapie należy zamieścić także elementy środowiska naturalnego i obszary chronione z uwagi na ich charakter środowiskowy i przyrodniczy:

- formy ochrony środowiska naturalnego: pomniki przyrody, użytki ekologiczne, rezerваты, parki narodowe, parki krajobrazowe, obszary Natura 2000,
- elementy środowiska przyrodniczego: tereny zieleni urządzonej i naturalnej, tereny leśne, źródła, zabytkowe aleje drzewostanu, obszary chronionego krajobrazu.

W zależności od dostępności do informacji na mapie można umieścić dodatkowo:

- obiekty dziedzictwa kulturowego: pomniki, parki podworskie, stanowiska archeologiczne, zabytki architektoniczne i sakralne, zabytkowe obiekty techniczne, cmentarze,
- obszary gleb chronionych,
- strefy ochrony uzdrowiskowej.

Elementy na mapie oraz sposób ich przedstawienia mogą być zmienne w zależności od specyfiki obszaru. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym BDOT w skali 1:10 000.

6.2.1.9 Mapa geomorfologiczna - skala 1:100 000

Charakterystykę morfologiczną obszaru opracowuje się przede wszystkim na podstawie kartowania geologiczno-inżynierskiego, cyfrowego modelu terenu (NMT), opierając się na literaturze, archiwalnych mapach i szkicach geomorfologicznych (głównie wykonanych na potrzeby Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000). Na mapie należy przedstawić informacje dotyczące ukształtowania powierzchni terenu i form geomorfologicznych w rejonie opracowania.

Każde geomorfologiczne wydzielenie na mapie należy odpowiednio zobrazować graficznie oraz wypełnić tabelę atrybutów klas obiektów (odpowiednio powierzchniowych, liniowych i punktowych) zgodnie ze słownikami według Załącznika nr 2. Ponadto mapa musi posiadać unikatowe: tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Do wykonania mapy należy wykorzystywać numeryczny model terenu (NMT) pochodzący z zasobów ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju) bądź równoważny.

Mapa ta jest wykorzystywana przy wydzielaniu serii geologiczno-inżynierskich w profilach otworów wiertniczych wprowadzonych do bazy p-BDGI.

Mapę należy zobrazować na rastrowym podkładzie topograficznym w skali 1:100 000. Atlasy o dużej powierzchni, których granice w skali 1:100 000 wykraczają poza obszar arkusza wydruku należy przedstawić w skali mniejszej (np.: 1:150 000).

6.2.1.10 Mapa zakresu udokumentowania terenu - skala 1:100 000

Mapę tworzy się na podstawie prostego kryterium jakim jest liczba punktów badawczych na kilometr kwadratowy w granicach opracowania. Należy stworzyć kilometrażową siatkę, dla której za pomocą metod statystycznych należy przypisać liczbę punktów dokumentacyjnych z Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich. Przy tworzeniu mapy należy przyjąć odpowiedni stopień złożoności budowy geologicznej.

Przy prostej budowie należy przyjąć następujące przedziały zakresu udokumentowania:

- teren bardzo dobrze udokumentowany – powyżej 40 otworów na km²,
- teren dobrze udokumentowany – od 20 do 40 otworów na km²,
- teren wystarczająco udokumentowany – od 15 do 20 otworów na km²,
- teren przeznaczony do dalszego udokumentowania – poniżej 10 otworów na km².

Przy złożonej budowie należy przyjąć następujące przedziały zakresu udokumentowania:

- teren bardzo dobrze udokumentowany – powyżej 60 otworów na km²,
- teren dobrze udokumentowany – od 40 do 60 otworów na km²,
- teren wystarczająco udokumentowany – od 20 do 40 otworów na km²,
- teren przeznaczony do dalszego udokumentowania – poniżej 20 otworów na km².

Przy skomplikowanej budowie należy przyjąć następujące przedziały:

- teren bardzo dobrze udokumentowany – powyżej 80 otworów na km²,
- teren dobrze udokumentowany – od 60 do 80 otworów na km²,
- teren wystarczająco udokumentowany – od 40 do 60 otworów na km²,
- teren przeznaczony do dalszego udokumentowania – poniżej 40 otworów na km².

Ponadto mapa musi posiadać unikatowe: tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy zobrazować na rastrowym podkładzie topograficznym w skali 1:100 000.

Atlasy o dużej powierzchni, których granice w skali 1:100 000 wykraczają poza obszar arkusza wydruku należy przedstawić w skali mniejszej (np.: 1:150 000).

6.2.2 Uzupełniające mapy tematyczne

Uzupełniające mapy tematyczne prezentują problematykę regionalną. Są to mapy opcjonalnie wykonywane w celu uzupełnienia obrazu warunków geologiczno-inżynierskich. Do przykładowych map przedstawiających elementy związane z problematyką danego regionu i dedykowanych dla danego atlasu należą między innymi:

- mapa gruntów antropogenicznych w skali 1:10 000,
- mapa gruntów słabych w skali 1:10 000,
- mapa stropu podłoża podczwartorzędowego w skali 1:10 000,
- mapa hydroizohips w skali 1:10 000,
- mapa hydroizobat w skali 1:10 000,
- mapa warunków górniczych w skali 1:10 000,

Należy tutaj zaznaczyć, że w zależności od problematyki związanej z podłożem budowlanym danego obszaru (lessy, stateczność skarp, kras, grunty organiczne itp.) mogą powstać inne mapy tematyczne nieopisane w niniejszej instrukcji.

6.2.2.1 Mapa gruntów antropogenicznych – skala 1:10 000

Mapa powinna być wykonywana przede wszystkim dla obszaru gdzie grunty antropogeniczne stanowią duży udział w podłożu (aglomeracja warszawska, aglomeracja krakowska itp.). Grunty antropogeniczne traktowane jako grunty słabe, nienadające się do bezpośredniego posadowienia zwykle kwalifikowane są do wymiany lub wzmocnienia w przypadku ich występowania w podłożu budowlanym. Informacja o tych gruntach zatem jest istotna w planowaniu przestrzennym. Gdy grunty antropogeniczne stanowią nikły procent powierzchni opracowania to informacja o gruntach antropogenicznych może być elementem innej mapy tematycznej, na przykład na mapie warunków górniczych lub budowlanych.

Na mapie należy przedstawić miejsca/otwory, gdzie stwierdzono grunty antropogeniczne różnicując symboliką z podziałem na miąższość nawierconych gruntów antropogenicznych w zakresach: poniżej 0,5 m, od 0,5 do 1 m, od 2 do 3m, od 3 do 5m, od 5 do 10m oraz powyżej 10,0 m. Dodatkowo punkty na mapie można opatrzyć etykietą wartości miąższości antropogenu.

Przy znacznym zagęszczeniu otworów ze stwierdzonymi gruntami antropogenicznymi gdzie istnieje duże prawdopodobieństwo ciągłości warstwy można pokusić się o wykonanie interpolowanej mapy miąższości gruntów antropogenicznych. Wartości izolinii miąższości na mapie powinny wynosić 0,5m, 1m, 2m, 3m, 5m, 10m i muszą być opatrzone etykietą. Pola między izoliniami powinny być zróżnicowane symboliką poprzez stopniową gradację kolorów (na przykład od jasnoszarego do ciemnoszarego).

Na mapie należy również zamieścić również zasięg (granice) opracowania oraz rozmieszczenie składowisk odpadów komunalnych i przemysłowych z rozróżnieniem na składowane na mokro (osadniki) i na sucho (zwałowiska), przebieg znaczniejszych nasypów obiektów liniowych (drogowych, kolejowych, wałów) i powierzchniowych (lotniska, parkingi wielkopowierzchniowe). Dodatkowo można na mapie wyróżnić obszary zabudowy mieszkaniowej i przemysłowo-technicznej.

Gdy nie zaburzy to czytelności opracowania kartograficznego to informacje dotyczące gruntów antropogenicznych i gruntów słabych można przedstawić zbiorczo na jednej „Mapie gruntów antropogenicznych i słabych”.

Elementy na mapie oraz sposób ich przedstawienia mogą być zmienne w zależności od specyfiki obszaru. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.2.2 Mapa gruntów słabych – skala 1:10 000

Mapa powinna być wykonywana dla rejonów gdzie grunty słabe (torfy, namuły, gytie grunty spoiste w stanie plastycznym i miękkoplastycznym itp.) stanowią duży udział w podłożu (rejon Żuław, duże doliny rzeczne itp.). Grunty te nie nadają się do bezpośredniego posadowienia i zwykle kwalifikowane są do wymiany lub wzmocnienia, więc informacja o tych gruntach jest istotna w planowaniu przestrzennym.

Na mapie należy przedstawić miejsca/otwory, gdzie stwierdzono grunty słabe różnicując symboliką z podziałem rodzaju stwierdzonego gruntu słabego oraz na miąższość nawierconych gruntów antropogenicznych w zakresach: poniżej 0,5 m, od 0,5 do 1 m, od 2 do 3 m, od 3 do 5 m, od 5 do 10 m oraz powyżej 10 m. Dodatkowo punkty na mapie można opatrzyć etykietą wartości miąższości gruntów słabych. Przy znacznym zagęszczeniu otworów ze stwierdzonymi gruntami słabymi gdzie istnieje duże prawdopodobieństwo ciągłości warstwy należy na mapie przedstawić izoliniową, interpolowaną warstwę miąższości gruntów słabych. Wartości izolinii miąższości na mapie powinny wynosić 0,5 m, 1 m, 2 m, 3 m, 5 m, 10 m i muszą być opatrzone etykietą. Pola między izoliniami powinny być zróżnicowane symboliką poprzez stopniową gradację kolorów (na przykład od

jasnozielonego do ciemnozielonego). Na mapie należy również zamieścić również zasięg (granice) opracowania.

Gdy nie zaburzy to czytelności opracowania kartograficznego to informacje dotyczące gruntów antropogenicznych i gruntów słabych można przedstawić zbiorczo na jednej „Mapie gruntów antropogenicznych i słabych”.

Elementy na mapie oraz sposób ich przedstawienia mogą być zmienne w zależności od specyfiki obszaru. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.2.3 Mapa hydroizohips pierwszego poziomu wodonośnego w m n.p.m. – skala 1:10 000

Mapa powinna być wykonywana dla rejonów gdzie jest pewność ciągłości warstwy wodonośnej lub w przypadku kilku warstw wodonośnych pewność kontaktu hydraulicznego między nimi a więc dla zwierciadła swobodnego lub ustalonego. Mapa ta powstaje na podstawie danych o stanie pierwszego zwierciadła uzyskanych podczas wierceń geologiczno-inżynierskich na potrzeby atlasu jak i na podstawie informacji zawartych w archiwalnych dokumentacjach geologiczno-inżynierskich na kartach otworów. Informacje o położeniu pierwszego zwierciadła wód podziemnych pochodzą więc z długiego okresu czasu, w którym położenie zwierciadła wód podziemnych podlega zmianom, zarówno z przyczyn naturalnych jak i antropogenicznych. W związku z tym przedstawiony na mapie hydroizobat obraz położenia zwierciadła wód podziemnych jest uśredniony i może się różnić od obecnego stanu. Należy go zatem traktować jako orientacyjny.

Na mapie położenie pierwszego zwierciadła wód podziemnych należy przedstawić (uwzględniając morfologię terenu) za pomocą wyinterpolowanych izolinii w cieciu co 1m. W razie potrzeby (zbyt dużych zagęszczeń izolinii lub zbyt dużych odległości między nimi) hydroizohipsy można przedstawić w cieciu co 0,5m lub co 2m, a nawet co 5m, a każda izolinia musi być opatrzona etykietą. Pola między izoliniami powinny być dodatkowo zróżnicowane symboliką poprzez stopniową gradację kolorów (na przykład od jasnoniebieskiego do ciemnoniebieskiego). Jeżeli to nie zaburzy obrazu mapy to należy na niej umieścić lokalizację wszystkich punktów dokumentacyjnych, w których stwierdzono występowanie zwierciadła wód podziemnych. Każdy umieszczony na mapie otwór należy oznaczyć etykietą wartości poziomu nawierconego zwierciadła oraz ustabilizowanego w przypadku zwierciadła napiętego w m n.p.m.. Na mapie należy również zamieścić zasięg (granice) opracowania.

Elementy na mapie oraz sposób ich przedstawienia mogą być zmienne w zależności od specyfiki obszaru. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.2.4 Mapa hydroizobat pierwszego poziomu wodonośnego w m p.p.t. – skala 1:10 000

Podobnie jak w przypadku hydroizohips mapa powinna być wykonywana dla rejonów gdzie jest pewność ciągłości warstwy wodonośnej lub w przypadku kilku warstw wodonośnych pewność kontaktu hydraulicznego między nimi. Mapa ta także powstaje na podstawie danych uzyskiwanych z długiego okresu czasu i z takich samych przyczyn należy ją traktować jako orientacyjną.

Na mapie głębokość położenia pierwszego zwierciadła wód podziemnych należy przedstawić przy pomocy wyinterpolowanych izolinii o wartościach w m p.p.t.: 0,5 m, 1 m, 2 m, 3 m, 5 m i 10 m.

Hydroizobaty muszą być opatrzone etykietą. Pola między izoliniami mogą być zróżnicowane symboliką poprzez stopniową gradację kolorów (na przykład od jasnoniebieskiego do ciemnoniebieskiego). Jeżeli to nie zaburzy obrazu mapy to należy na niej umieścić lokalizację wszystkich punktów dokumentacyjnych, w których stwierdzono występowanie zwierciadła wód podziemnych oznaczając etykietą wartości głębokości nawierconego zwierciadła oraz ustabilizowanego w przypadku zwierciadła napiętego w m p.p.t.. Na mapie należy również zamieścić zasięg (granice) opracowania.

Elementy na mapie oraz sposób ich przedstawienia mogą być zmienne w zależności od specyfiki obszaru. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.2.5 Mapa stropu podłoża podczwartorzędowego – skala 1:10 000

Mapa powinna być wykonywana dla rejonów, w których miąższość gruntów czwartorzędowych jest nieznaczną, a podłoże podczwartorzędowe może mieć znaczenie jako podłoże budowlane (na przykład pliocen w Warszawie czy trias w okręgu katowickim).

Mapa może być wykonywana zarówno w postaci izoliniowych głębokości do stropu (stratoizobaty) podłoża podczwartorzędowego jak i w postaci rzędnych (stratoizohipsy). Należy przy tym dobrać rozdzielczość cięcia izoliniowego aby mapa była czytelna. Wydzielone izoliny powinny być opisane etykietami wartości. Pola między izoliniami mogą być dodatkowo zróżnicowane symboliką poprzez stopniową gradację kolorów (na przykład od jasnofioletowego do ciemnofioletowego). Należy także umieścić na mapie lokalizację wszystkich punktów dokumentacyjnych, które sięgnęły stropu gruntów podczwartorzędowych oznaczając je etykietą wartości głębokości od powierzchni w m p.p.t.. Na mapie należy również zamieścić zasięg (granice) opracowania.

Elementy na mapie oraz sposób ich przedstawienia mogą być zmienne w zależności od specyfiki obszaru. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.2.2.6 Mapa działalności górniczej – skala 1:10 000

Mapę należy wykonać dla rejonów objętych działalnością górniczą. Jest to mapa złożona, gdzie warstwy informacyjne powinny obejmować zasięgi obszarów lub terenów górniczych kopalń czynnych, zlikwidowanych, podczas likwidacji i obszary złóż niezagospodarowanych.

Na mapie powinny być ponadto zobrazowane tereny, gdzie była prowadzona płytką eksploatacja górnicza oraz w postaci zetykietowanej warstwy izoliniowej przewidywane osiadania powierzchni terenu do końca koncesji poszczególnych kopalń lub zbiorczo dla wszystkich terenów górniczych. Dodatkowo na mapie jeżeli są do tego dane powinny się znaleźć odpowiedni zasymbolizowane archiwalne otwory z bazy danych, w których stwierdzono wyrobiska po eksploatacji (pustki i wyrobiska zaciśnięte), oraz takie, w których występują pustki krasowe oraz wypełnione materiałem gruntowym leje krasowe. Na mapie należy również zamieścić zasięg (granice) opracowania.

Elementy na mapie oraz sposób ich przedstawienia mogą być zmienne w zależności od specyfiki obszaru. Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę należy opracowywać na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT w skali 1:10 000.

6.3 PRZEKROJE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

Oprócz opracowania map konieczne jest przedstawienie budowy podłoża gruntowego poprzez wykreślenie przekrojów geologiczno-inżynierskich. Liczba, długość oraz przebiegi przekrojów powinny być dobrane tak, aby mogły oddać złożoność budowy podłoża gruntowego. Należy opracować nie mniej niż 4 przekroje lub przyjąć jeden przekrój na 50-100 km² w zależności od stopnia udokumentowania terenu. Przebieg przekrojów należy umieścić na mapie lokalizacyjnej i mapie dokumentacyjnej oraz w razie potrzeb na innych mapach tematycznych atlasu.

Zgodnie z przyjętymi zasadami na przekrojach powinny znaleźć się opisy ważniejszych elementów topograficznych, kierunki przebiegu jak i objaśnienia. Na przekroju powinny też znaleźć się symbole lub numery serii warstw (Zał. 3), poziomy stwierdzonych zwierciadeł wód podziemnych (nawiercone i ustalone) i przyjęte nazwy gruntów przy profilach otworów.

Skala pozioma przekroju powinna być nie mniejsza niż 1:10 000 a pionowa 1:500. Możliwe jest przyjęcie innej skali pionowej w zależności od skomplikowania budowy geologicznej. Profil morfologiczny użyty do przekroju powinien zostać przeniesiony na przekrój z map topograficznych o skali nie mniejszej niż 1:10 000 lub odpowiedniego dla tej skali Numerycznego modelu terenu. Kolory serii na przekrojach powinny być zgodne z użytymi na mapach gruntów.

Program użyty do kreślenia przekrojów powinien bezpośrednio wybierać otwory z bazy danych oraz umożliwiać swobodny dobór lub rezygnację z otworów podczas pracy nad przekrojem. Program powinien także umieszczać na przekrojach profile geologiczne z kart otworów w odległościach według przyjętej skali. W końcowym etapie aplikacja powinna umożliwiać wyeksportowanie obrazu przekroju do dokumentu PDF lub innego formatu rastrowego.

6.4 OPRACOWANIE TEKSTOWE

Opracowanie tekstowe jest integralną częścią atlasu geologiczno-inżynierskiego. Opisuje budowę podłoża i problematykę związaną z rejonem opracowania. Stanowi objaśnienia do części graficznej opracowania.

Opracowanie tekstowe pod względem treści zawiera następujące rozdziały:

1. WSTĘP

1.1 WPROWADZENIE

Przedstawia przedmiot opracowania, dokumenty i umowy na podstawie których jest wykonywany atlas geologiczno-inżynierski. Wymienienia instytucje i firmy, które wykonują zadanie itp.

1.2 CEL OPRACOWANIA

Opisuje cel wykonania atlasu i środki jakie przedsięwzięto do osiągnięcia celu.

1.3 METODYKA PRAC

Wskazuje dokumenty na podstawie których wykonany został atlas geologiczno-inżynierski.

2. BAZA DANYCH GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKICH (BDGI)

Określa składowe Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich, źródła danych oraz kierunki ich wykorzystywania.

2.1 OTWOROWA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKICH (p-BDGI)

Rozdział podaje szczegółowe źródła otworów archiwalnych w tym nazwy instytucji i adres, z których pochodzą. Opisuje otworową Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich.

2.2 PRZESTRZENNA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKICH (m-BDGI)

Rozdział ten opisuje Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich warstw przestrzennych

2.3 UDOSTĘPNIANIE I ARCHIWIZACJA DANYCH

Wskazuje sposób udostępnienia (archiwa, portale internetowe, aplikacje) oraz archiwizacji danych oraz przedstawia aktualne i historyczne regulacje prawne dotyczące możliwości udostępniania informacji geologicznej. Rozdział wskazuje również potencjalnych odbiorców danych geologiczno-inżynierskich.

3. GROMADZENIE I PRZETWARZANIE DANYCH

Przedstawia kolejno kroki gromadzenia i przetwarzania danych archiwalnych. Wskazuje liczbę zebranych oraz wykorzystanych dokumentacji archiwalnych, a także liczbę zebranych danych otworowych w podziale na obszary. Rozdział określa również średnią gęstość rozpoznania.

4. WYKONANE PRACE I ROBOTY GEOLOGICZNE. UZUPEŁNIENIE DANYCH ARCHIWALNYCH

Określa obszary o słabszym rozpoznaniu oraz inne cele wykonania dodatkowych robót geologicznych dla potrzeb atlasu geologiczno-inżynierskiego. Dodatkowo wskazuje podstawę prawną ich wykonania (tytuły projektów robót geologiczno-inżynierskich wraz z numerami decyzji i organem administracji geologicznej wydającej decyzję). Przedstawia zakres prac terenowych poprzez podanie liczby otworów wykonanych na potrzeby opracowania (wraz z numerem decyzji zatwierdzającej projekty robót geologicznych) oraz ich lokalizację na tle podziału administracyjnego.

4.1 KARTOWANIE GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE

Wskazuje zakres wykonanego kartowania-geologiczno-inżynierskiego.

4.2 POMIARY GEODEZYJNE

Przedstawia wykonane pomiary geodezyjne.

4.3 BADANIA GEOFIZYCZNE

Przedstawia krótki opis wykonanych badania geofizycznych, będących wprowadzeniem do załączanego Raportu z badań geofizycznych.

4.4 WIERCENIA I POBÓR PRÓBEK GRUNTÓW

Rozdział określa ilość, głębokość oraz sposób wykonania otworów wiertniczych, a także regulacje prawne, zgodnie z którymi wykonywano roboty geologiczne. Określa zadania, które wykonywał nadzorujący geolog. Ponadto, określa rodzaj oraz sposób pobierania próbek gruntów oraz sposób likwidacji otworów wiertniczych.

4.5 SONDOWANIA

Rozdział określa ilość, głębokość oraz rodzaj wykonanych sondowań. Wskazuje również cel wykonania sondowań.

4.6 BADANIA LABORATORYJNE

Rozdział opisuje badania laboratoryjne, rodzaj wykonanych badań i liczbę oznaczeń oraz wymieniając normy i instrukcje, zgodnie z którymi wykonano badania.

5. ATLAS GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKI

Rozdział opisuje ogólną charakterystykę obszaru opracowania poprzez określenie fizjografii, geomorfologii i hydrografii oraz opis budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych obszaru badań.

5.1 LOKALIZACJA

Określa lokalizację i granice obszaru atlasu zgodnie z podziałem administracyjnym

5.2 ZAGOSPODAROWANIE PRZESTRZENNE

Opisuje zagospodarowanie przestrzenne obszaru atlasu na podstawie dokumentów Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego i/ lub Miejsowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego.

5.3 FORMY OCHRONY PRZYRODY

Określa formy ochrony przyrody występujące na obszarze atlasu oraz wskazuje regulacje prawne dotyczące ochrony środowiska.

5.4 REGIONALNY MODEL GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKI

Opisuje typ modelu geologiczno-inżynierskiego, który został wykorzystany do opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego.

5.4.1 WARUNKI GEOMORFOLOGICZNE I HYDROGRAFICZNE

Rozdział wskazuje położenie obszaru na tle podziału regionalnego Polski wg Kondrackiego, opisuje ukształtowanie powierzchni terenu oraz formy morfologiczne występujące w opracowywanym obszarze, a także opisuje hydroografię danego terenu, wraz ze wskazaniem obszarów zagrożonych podtopieniami.

5.4.2 WARUNKI GEOLOGICZNE. SERIE GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE

Rozdział opisuje warunki i budowę geologiczną z obszaru Atlasu.

5.4.2.1. SERIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

Rozdział zawiera opis wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich (wydzielenia o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych, zgodnie z załącznikiem 3), przedstawia rozmieszczenia serii w rejonie opracowania, litologii i miąższości. Zestawia tabelaryczne wydzielone serie przedstawiając numer serii, stratygrafię, genezę, ocenę właściwości fizyczno-mechanicznych serii oraz podstawowe typy litologiczne. Zestawia także parametry fizyczno-mechaniczne uwzględniając:

- dla gruntów: stopień zagęszczenia/ stopień plastyczności, gęstość objętościową, wilgotność naturalna, kąt tarcia wewnętrznego, spójność całkowitą,
- dla skał: gęstość objętościową, wytrzymałość na jednoosiowe ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie, Moduł Younga itp.

5.4.3 WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Rozdział opisuje warunki hydrogeologiczne oraz wskazuje stopień korzystności tych warunków w odniesieniu do głębokości występowania pierwszego zwierciadła wód podziemnych. Określa piętra wodonośne oraz wskazuje wśród nich poziomy użytkowe. Ponadto, jeśli występują, wskazuje Główne Zbiorniki Wód Podziemnych

5.4.4 NATURALNE ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE

Rozdział opisuje naturalne zagrożenia geologiczne występujące w obszarze Atlasu takie jak: tereny zagrożone ruchami masowymi, osuwiska, tereny zagrożone podtopieniami oraz obszary występowania gruntów słabych.

5.4.5 ANTROPOGENICZNE ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE

Rozdział opisuje antropogeniczne zagrożenia geologiczne występujące w obszarze Atlasu takie jak: tereny górnicze, elementy antropopresji oraz występowanie niekontrolowanych gruntów antropogenicznych. W rozdziale tym określono również występowanie gruntów budowlanych oraz średnie miąższości gruntów antropogenicznych.

5.4.6 WARUNKI BUDOWLANE

Rozdział jest niejako podsumowaniem wszystkich warunków opisywanych we wcześniejszych rozdziałach. Wskazuje i dzieli obszar Atlasu na warunki budowlane: dobre, przeciętne i ograniczone. W Rozdziale tym określono również stopień skomplikowania warunków gruntowych zgodnie z RMTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r.

5.5 MAPY TEMATYCZNE

Rozdział zawiera opis map tematycznych atlasu geologiczno-inżynierskiego. Dla każdego opracowanego zestawu map opisuje źródło i charakterystykę zawartych informacji jak i metodykę wykonania mapy.

Opisuje prace kameralne podając liczbę i rodzaj zestawu map tematycznych i skali w jakich zostały opracowane.

5.6 PRZEKROJE GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE

Opisuje prace kameralne podając liczbę i rodzaj liczbę przekrojów geologiczno-inżynierskich i ich skał w jakich zostały opracowane.

5.7 OBSZARY DO DALESZEGO UDOKUMENTOWANIA

Rozdział podaje charakterystykę terenu w rejonie dokumentowanego obszaru wytypowanego do lepszego rozpoznania otworami badawczymi. Podstawą do opracowania tego rozdziału jest mapa zakresu udokumentowania w skali 1:100 000.

6. LITERATURA I AKTY PRAWNE

Wymienia literaturę, na której opiera się całe opracowanie.

7 UDOSTĘPNIANIE DANYCH

Jednym z celów wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich powinien być szeroki i prosty dostęp do bazy danych i map tematycznych atlasów i to zarówno dla jednostek administracyjnych, jak i służb i firm geologicznych. Najprostszym sposobem jest udostępnienie danych w sieci internetowej. Dlatego całe opracowanie należy przystosować w końcowym etapie do zwizualizowania w sieci całych map tematycznych i kart otworów w formacie PDF, poszczególnych cyfrowych warstw informacyjnych za pomocą usług WMS lub WFS. Oprogramowanie używane do wykonywania atlasów powinno być w stanie przygotować poszczególne elementy atlasu do umieszczenia w odpowiednich serwisach.

Należy przy tym pamiętać o ochronie prawnej informacji geologicznej i udostępniać tylko te dane i warstwy, które nie są objęte taką ochroną.

Udostępnianie danych geologiczno-inżynierskich, zgromadzonych na potrzeby opracowania atlasów geologiczno-inżynierskich, polega na umożliwieniu dostępu do danych zgromadzonych w zasobach BDGI, m.in. do danych z otworów wiertniczych (p-BDGI, CBDG), map z atlasu geologiczno-inżynierskiego (m-BDGI, CBDG).

Dostęp do danych zgromadzonych w BDGI i atlasie geologiczno-inżynierskim jest realizowany przez wgląd lub udostępnianie poprzez:

- Narodowe Archiwum Geologiczne [pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne],
- portal internetowy Atlasów Geologiczno-Inżynierskich [atlasy.pgi.gov.pl],
- portal internetowy Centralnej Bazy Danych Geologicznych [baza.pgi.gov.pl],
- portal internetowy GeoLOG [geolog.pgi.gov.pl],
- aplikację GeoLOG, która jest dostępna nieodpłatnie na urządzenia mobilne z Google Play i App Store [geolog.pgi.gov.pl],
- geoportal CBDG PIG-PIB [cbdportal.pgi.gov.pl/geoinz],
- usługi WMS [geoportal.pgi.gov.pl/uslugi_gis].

W archiwum, aplikacjach i portalach internetowych można przeglądać:

- profile otworów wiertniczych w formacie danych rastrowych [cbdportal.pgi.gov.pl/geoinz], [geolog.pgi.gov.pl],
- karty właściwości fizyczno-mechanicznych próbek gruntów i skał w formacie danych rastrowych [cbdportal.pgi.gov.pl/geoinz], [geolog.pgi.gov.pl],
- Atlasy geologiczno-inżynierskie w formacie danych rastrowych i wektorowych [cbdportal.pgi.gov.pl/geoinz], [geolog.pgi.gov.pl], [atlasy.pgi.gov.pl],
- warstwy informacyjne GIS BDGI w formacie WMS [geoportal.pgi.gov.pl/uslugi_gis].

Wymienione adresy internetowe pozwalają szybko i bezpłatnie uzyskać dostęp do otworów wiertniczych oraz map.

Z uwagi na regulacje prawne dotyczące udostępniania informacji geologicznej, także regulacje historyczne, część danych otworowych nie może zostać udostępniona do informacji publicznej. Poniżej przedstawiono podział czasowy wraz z komentarzem o prawie do informacji geologicznej oraz możliwościach jej udostępniania:

- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **przed 31.01.1989**: brak regulacji prawnych w ustawie z dnia 16 listopada 1960 r. Prawo geologiczne. Przyjmuje się, że

prawo do informacji geologicznej przysługuje podmiotowi, który doprowadził do jej powstania, chyba że rozporządził swoim prawem. Najczęściej prawo przysługuje Skarbowi Państwa – możliwość udostępnienia;

- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **w okresie 1.02.1989-01.09.1994**: prawo przysługuje podmiotom finansującym prace geologiczne, w tym przedsiębiorstwom państwowym lub ich następcą prawnym. Podmiot, który sfinansował prowadzone prace geologiczne, ma prawo do informacji geologicznej, jeżeli nie doszło do przejścia tego prawa na Skarb Państwa zgodnie z art. 26c ust. 6 ustawy o zmianie ustawy o prawie geologicznym z dnia 9 marca 1991 r. - brak możliwości udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych w okresie **02.09.1994 - 31.12.2001**: zgodnie z prawem geologicznym i górniczym z 4 lutego 1994 r. art. 47 ust. 1 prawo do informacji geologicznej przysługuje podmiotowi, który sfinansował prace geologiczne, bez względu na to, czy jest to podmiot publiczny czy prywatny – brak możliwości udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **w okresie 01.01.2002-31.12.2011**: zgodnie z ustawą z dnia 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy - Prawo geologiczne i górnicze art. 1 pkt. 32 prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiot, który sfinansował prace geologiczne ma prawo do nieodpłatnego i wyłącznego wykorzystywania uzyskanych w ich wyniku informacji geologicznych w celach badawczych, naukowych, w celu wykonywania działalności regulowanej ustawą. Prawo to wygasa z upływem 5 lat od utraty mocy odpowiedniej decyzji – możliwość udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **w okresie 01.01.2012-31.12.2014**: zgodnie z prawem geologicznym i górniczym z 9 czerwca 2011 r. art. 99 ust. 1-4 prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiot, który sfinansował prace geologiczne ma wyłączne prawo do informacji geologicznej przez okres 5 lat od dnia utraty mocy decyzji, na podstawie której wykonano prace będące źródłem informacji, w celu ubiegania się o wykonywanie działalności, o której mowa w art. 100 ust. 2 PGiG, a w przypadku uzyskania odpowiedniej koncesji w okresie wyłączności, prawo to ulega przedłużeniu o czas trwania koncesji oraz dodatkowo przez 2 lata – możliwość udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **w okresie 01.01.2015-obecnie**: zgodnie z ustawą o zmianie ustawy prawo geologiczne i górnicze z 11 lipca 2014 r. art. 1 pkt. 39 litera a) prawo do informacji geologicznej nadal przysługuje Skarbu Państwa, natomiast podmiotowi finansującemu przysługuje wyłączne prawo do korzystania z informacji geologicznej przez 3 lata od dnia doręczenia decyzji zatwierdzającej dokumentację geologiczną lub od dnia przekazania dokumentacji sporządzonej w przypadkach, o których mowa w art. 92 pkt. 3 i 5, w celu ubiegania się o wykonywanie działalności, o której mowa w art. 100 ust. 2 PGiG, a w przypadku uzyskania odpowiedniej koncesji w okresie wyłączności, prawo to ulega przedłużeniu o czas trwania koncesji oraz dodatkowo przez 2 lata – możliwość udostępnienia.

Od roku 2012 korzystanie z informacji geologicznej przysługującej Skarbu Państwa jest nieodpłatne z wyjątkiem informacji zawartych w art. 100 ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2017, poz. 2126).

W przypadku danych geologiczno-inżynierskich udostępniając warstwy informacyjne w przeglądarkach internetowych należy umieścić zapisy informujące o zasadach korzystania. Należy wyraźnie wskazać, że większość warstw informacyjnych z wyjątkiem mapy lokalizacyjnej, geomorfologicznej oraz zakresu udokumentowania) sporządzanych w ramach atlasów geologiczno-inżynierskich zostało wykonane dla skali 1:10 000 i prezentują one określone warunki geologiczne według stanu bazy danych na dzień wygenerowania warstw. Należy zaznaczyć, że korzystanie z warstw informacyjnych i map zgromadzonych w atlasie geologiczno-inżynierskim wymaga uwzględnienia wiedzy geologicznej, hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej właściwej dla opracowań kartograficznych w skali 1:10 000.

Dodatkowo należy umieścić wyraźną informację, że warstwy informacyjne:

- AGI_SERIE_BDGI_1_POW - serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 1 m p.p.t.

- AGI_SERIE_BDGI_2_POW - serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 2 m p.p.t.
- AGI_SERIE_BDGI_4_POW - serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 4 m p.p.t.
- AGI_SERIE_BDGI_5_POW - serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 5 m p.p.t.
- AGI_GLW_POW - głębokość do pierwszego wystąpienia wody gruntowej w profilu

zostały wygenerowane na podstawie geoprzetwarzania bazy otworowej p-BDGI metodą analizy geostatystycznej: algorytm nieważonej alokacji euklidesowej. Zastosowanie algorytmu geostatystycznego eliminuje subiektywność interpretacji bazy otworowej p-BDGI i w efekcie uzyskiwana jest wizualizacja informacji geologicznej w postaci 2D, tj. mapy. Należy zaznaczyć, że tak przedstawione dane umożliwiają specjalistom (geolog/hydrogeolog) szybkie przeprowadzenie wstępnych analiz dla analizowanego obszaru oraz dokonanie wstępnej oceny warunków gruntowo-wodnych.

Warstwy oraz wygenerowane na ich podstawie usługi przeglądania danych (WMS, WFS, REST, inne) należy opatrzyć metadanymi zgodnie z wymogami dyrektywy INSPIRE.

Z danych BDGI korzysta przede wszystkim administracja państwowa i samorządowa, inwestorzy, mieszkańcy aglomeracji, geolodzy, projektanci, urbaniści, architekci, sektory gospodarki związane z przemysłem i budownictwem posiadają bezpłatny dostęp do danych, które stanowią podstawę planowania przestrzennego i podejmowania decyzji inwestycyjnych.

8 ARCHIWIZACJA DANYCH

Archiwizowanie danych geologiczno-inżynierskich zgromadzonych w BDGI i atlasie geologiczno-inżynierskim polega na ich zabezpieczeniu w celu długotrwałego przechowywania.

Zgodnie z ogólnymi zasadami i zaleceniami archiwizowania wyników badań oraz danych i informacji atlasy geologiczno-inżynierskie oraz Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) należy zarchiwizować w następujących formach:

- w formie elektronicznej w Narodowym Archiwum Geologicznym,
- w formie elektronicznej jako cyfrowe bazy danych umieszczone na serwerach PIG-PIB.

Archiwizacja w formie papierowej z uwagi na objętość danych powstających podczas wykonywania atlasu geologiczno-inżynierskiego nie jest wymagana.

9 AKTUALIZACJA DANYCH

Dane planistyczno-urbanistyczne (plany zagospodarowania przestrzennego, w stosunku, do których pozostałe dane pełni rolę pomocniczą) ulegają często zasadniczym zmianom. Przyczyną tego jest rozwój gospodarczy, wzrost zaludnienia, obrót ziemią, nowe inwestycje itp. Aktualizacja cyfrowych map planistyczno-urbanistycznych gmin powinna być, zatem dokonywana u źródła tych zmian, czyli w gminnych lub powiatowych służbach zajmujących się planowaniem przestrzennym.

Dane geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne rzadziej ulegają zmianom. Często jednak pojawiają się nowe dokumentacje i opracowania, w których znajdują się dodatkowe otwory badawcze i inne punkty dokumentacyjne będące uzupełnieniem dla istniejącej już bazy danych. Ponadto w przypadku zmian w miejscowych planach zagospodarowania pojawiają się nowe obszary wymagające bardziej dokładnego rozpoznania.

Aktualizacja atlasów geologiczno-inżynierskich powinna być obowiązkowa i prowadzona co 5 lat w ramach zadań państwowej służby geologicznej.

10 LITERATURA

Akty Prawne:

- [1] 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)
- [2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. 2014, poz. 812)
- [3] 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
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 20 grudnia 2011 r. w sprawie korzystania z informacji geologicznej za wynagrodzeniem, Dz. U. 2011, Nr 292, poz. 1724
- [5] 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)
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi Dz.U. 2016, poz. 1395
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033)
- [8] 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)
- [9] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017, poz. 2075)
- [10] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, Nr 0, poz. 463)
- [11] Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247)
- [12] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. 2018 poz. 142,10)
- [13] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2017 poz. 519)
- [14] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2017, poz. 2126)
- [15] Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2017 poz. 1073 ze zm.)

Normy:

- [16] PKN-CEN ISO /TS 17892-5:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 5: Badanie edometryczne gruntów.
- [17] PKN-CEN ISO/TS 17892-8:2009P Badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 8: Badanie gruntów nieskonsolidowanych w aparacie trójosiowego ściskania bez odpływu wody
- [18] PN-B-02480:1986 (wycofana) Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów,
- [19] PN-B-02481:1998 (wycofana) Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar,
- [20] PN-B-04452:2002 (wycofana) Geotechnika. Badania polowe,
- [21] PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [22] PN-EN 1997-1:2008 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 1: Zasady ogólne;
- [23] PN-EN 1997-2:2009 Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne. Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

- [24] PN-EN ISO 22475-1:2006E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych. Część 1: Techniczne zasady wykonywania
- [25] PN-G-02305-5:2002P Wiercenia małosrednicowe i hydrogeologiczne. Wiertnice. Wymagania bezpieczeństwa

Strony internetowe:

- [26] atlasy.pgi.gov.pl
- [27] baza.pgi.gov.pl
- [28] cbdportal.pgi.gov.pl/geoinz
- [29] geolog.pgi.gov.pl
- [30] geoportal.pgi.gov.pl/uslugi_gis
- [31] miir.gov.pl
- [32] mos.gov.pl/srodowisko/geologia/nadzor-nad-panstwowa-sluzba-geologiczna/plany-pracy-panstwowej-sluzby-geologicznej
- [33] pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne
- [34] pgi.gov.pl/psh/sluzba-hydrogeologiczna.html

Literatura:

- [35] Casagli N. I IN., 2010 - Monitoring, prediction, and early warning using ground-based radar interferometry. Landslides, 7, str. 291-301
- [36] Dąbrowski S., Przybyłek J., 2005. Metodyka próbnych pompowań w dokumentowaniu zasobów wód podziemnych. Poradnik metodyczny. Wyd. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- [37] Dojcz P., Troć M., 2008 - Rola stanu wód gruntowych w badaniach geotechnicznych. Inżynieria i Budownictwo, nr 11.
- [38] Everaerts, J., 2008 - The Use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVS) for Remote Sensing and Mapping, In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, ISPRS Congress, Beijing, China, XXXVII. Part B1, 1187-1192.
- [39] Feretti A., Monti-Guarnieri A., Prati C., Rocca F., Massonet D., 2007, InSAR Principles-Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation, TM-19, ESA Publications, Holandia, p.A-3-38.
- [40] Frankowski Z. i in. 2012. Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- [41] Frankowski Z. i in. 2012. Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- [42] Hejmanowska i in., 2006. Próba integracji satelitarnych obrazów hiperspektralnych z nie obrazowymi naziemnymi danymi spektrometrycznymi na przykładzie zbiornika Dobczyckiego. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 16, 2006
- [43] Instrukcja, 1999 - Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach, Wyd. PIG-PIB Warszawa
- [44] Kolečka, N., 2011. Photo-based 3D scanning vs. laser scanning-Competitive data acquisition methods for digital terrain modelling of steep mountain slopes. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 38, 203-208.
- [45] Kowalski, 1988. Geologia Inżynierska. Wyd. PWN.
- [46] Krogulec, 2011. Podatność naturalna i specyficzna wód podziemnych na zanieczyszczenia w dolinie rzecznej. Biuletyn PIG 445.
- [47] Kurczyński Z., Fotogrametria", PWN, 2014
- [48] Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. (red) 2018. Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego, Warszawa, Wyd. PIG-PIB
- [49] Malinowski J., 1960 - Geologia inżynierska, cz. II, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

- [50] Mikołajków J., 2011. Dopływ wody do studni. [w:] Podstawy hydrogeologii stosowanej (Macioszczyk A. red.). Wyd. PWN, Warszawa.
- [51] Petrie, G., Toth, C., 2009. Introduction to Laser Ranging, Profiling, and Scanning. [W:], Topographic Laser Ranging and Scanning, (Red.) Shan, J. & Toth, C., Boca Raton.
- [52] Prost G.L., 2013 - Remote Sensing for Geoscientists, 3rd edition, CRC Press
- [53] Rodzoch i in., 2006 - Zasady sporządzania dokumentacji określających warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem dróg krajowych i autostrad. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- [54] Rogoż M., 2012 Metody obliczeniowe w hydrogeologii
- [55] Samel I. i inni, Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych. PIG-PIB 2017
- [56] Sokołowska M., Majer E., Skrzeczkowska M., 2015. Rola obserwacji i pomiarów hydrogeologicznych w ocenie warunków geologiczno-inżynierskich podłoża w świetle wymagań Eurokodu 7. Przegląd Geologiczny, vol. 63, nr 10/2.
- [57] Stobiecki, Marciniak, 2011; Zastosowanie metody Paramex do oceny stanu technicznego piezometrów w Kopalni Węgla Brunatnego "Bełchatów". Górnictwo i Geoinżynieria 2011 R. 35, z. 3/1.
- [58] Ustawa Prawo geodezyjne i kartograficzne Dz. U z 2015 r. poz. 520 z późn. zm.

11 ZAŁĄCZNIK NR 1 Struktura tabel warstw przestrzennych atlasów geologiczno-inżynierskich

MBDGI.AGI_WAR_BUD_POW								
Warstwa poligonowa z danymi o warunkach budowlanych								
COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
WODA_WB	Text	False		10				
KOD_WLS_GR	Long Integer	False	10					
SPADEK_WB	Text	False		10				
WARUNKI_GW	Text	False		20				
KOD_WAR_GW	Short Integer	False	5					
T_GRN_WB	Text	False		3				
OSUW_WB	Text	False		3				
R_MAS_WB	Text	False		3				
PODTOP_WB	Text	False		3				
POWODZ_WB	Text	False		3				
WARUNKI_BUD	Text	False		20				
KOD_WAR_BUD	Short Integer	False	5					
KOD	Text	False		10				agi_sl_atlas_kod
ORIG_FID	Long Integer	False	10					
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_GEOMRF_LIN								
Warstwa liniowa z danymi geomorfologicznymi								
COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
KOD	Text	False		5				agi_sl_atlas_kod
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
GENEZA_FORMY	Text	False		50				agi_nazwa_gen
NAZWA_FORMY	Text	False		50				agi_nazwa_form
KOD_NZW_FORMY	Long Integer	False	10					
NAZWA_FORMY_ARCH	Text	False		100				
SHAPE	Geometry	False					Line	
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_GEOMRF_PKT								
Warstwa punktowa z danymi geomorfologicznymi								
COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
KOD	Text	False		5				agi_sl_atlas_kod
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
GENEZA_FORMY	Text	False		50				agi_nazwa_gen
NAZWA_FORMY	Text	False		50				agi_nazwa_form
NAZWA_FORMY_ARCH	Text	False		100				
KOD_NZW_FORMY	Long Integer	False	10					
SHAPE	Geometry	False					Point	

MBDGI.AGI_GEOMRF_POW								
Warstwa poligonowa z danymi geomorfologicznymi								
COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
KOD	Text	False		5				agi_sl_atlas_kod
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
GENEZA_FORMY	Text	False		50				agi_nazwa_gen
NAZWA_FORMY	Text	False		50				agi_nazwa_form
KOD_NZW_FORMY	Long Integer	False	10					
NAZWA_FORMY_ARCH	Text	False		100				
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SERIE_BDGI_1_POW

Warstwa poligonowa z danymi o seriach geologiczno-inżynierskich na głębokości 1m

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
SERIA	Double	False	38		8	Nr Serii		
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
KOD	Text	False		5		Kod Atlasu		agi_sl_atlas_kod
SERIA_KOD	Text	False		15				
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
NAZWA SERII	Text	False		12		Symbol Serii		
NAZWA	Text	False		128		Opis Serii		
KOD_WLS_GR	Short Integer	False	5			Kod Kategorii		
OPIS_WLS_GR	Text	False		20		Kategoria		
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SERIE_BDGI_2_POW

Warstwa poligonowa z danymi o seriach geologiczno-inżynierskich na głębokości 2m

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
SERIA	Double	False	38		8	Nr Serii		
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
KOD	Text	False		5		Kod Atlasu		agi_sl_atlas_kod
SERIA_KOD	Text	False		15				
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
NAZWA SERII	Text	False		12		Symbol Serii		
NAZWA	Text	False		128		Opis Serii		
KOD_WLS_GR	Short Integer	False	5			Kod Kategorii		
OPIS_WLS_GR	Text	False		20		Kategoria		
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SERIE_BDGI_4_POW

Warstwa poligonowa z danymi o seriach geologiczno-inżynierskich na głębokości 4m

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
SERIA	Double	False	38		8	Nr Serii		
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
KOD	Text	False		5		Kod Atlasu		agi_sl_atlas_kod
SERIA_KOD	Text	False		15				
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
NAZWA SERII	Text	False		12		Symbol Serii		
NAZWA	Text	False		128		Opis Serii		
KOD_WLS_GR	Short Integer	False	5			Kod Kategorii		
OPIS_WLS_GR	Text	False		20		Kategoria		
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SERIE_BDGI_5_POW

Warstwa poligonowa z danymi o seriach geologiczno-inżynierskich na głębokości 5m

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
SERIA	Double	False	38		8	Nr Serii		
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
KOD	Text	False		5		Kod Atlasu		agi_sl_atlas_kod
SERIA_KOD	Text	False		15				
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
NAZWA SERII	Text	False		12		Symbol Serii		
NAZWA	Text	False		128		Opis Serii		
KOD_WLS_GR	Short Integer	False	5			Kod Kategorii		
OPIS_WLS_GR	Text	False		20		Kategoria		
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SERIE_BDGI_6_POW

Warstwa poligonowa z danymi o seriach geologiczno-inżynierskich na głębokości 6m

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
SERIA	Double	False	38		8	Nr Serii		
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
KOD	Text	False		5		Kod Atlasu		agi_sl_atlas_kod
SERIA_KOD	Text	False		15				
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
NAZWA SERII	Text	False		12		Symbol Serii		
NAZWA	Text	False		128		Opis Serii		
KOD_WLS_GR	Short Integer	False	5			Kod Kategorii		
OPIS_WLS_GR	Text	False		20		Kategoria		
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SERIE_BDGI_8_POW

Warstwa poligonowa z danymi o seriach geologiczno-inżynierskich na głębokości 8m

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
SERIA	Double	False	38		8	Nr Serii		
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
KOD	Text	False		5		Kod Atlasu		agi_sl_atlas_kod
SERIA_KOD	Text	False		15				
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
NAZWA SERII	Text	False		12		Symbol Serii		
NAZWA	Text	False		128		Opis Serii		
KOD_WLS_GR	Short Integer	False	5			Kod Kategorii		
OPIS_WLS_GR	Text	False		20		Kategoria		
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SERIE_BDGI_10_POW

Warstwa poligonowa z danymi o seriach geologiczno-inżynierskich na głębokości 10m

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
SERIA	Double	False	38		8	Nr Serii		
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
KOD	Text	False		5		Kod Atlasu		agi_sl_atlas_kod
SERIA_KOD	Text	False		15				
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
NAZWA SERII	Text	False		12		Symbol Serii		
NAZWA	Text	False		128		Opis Serii		
KOD_WLS_GR	Short Integer	False	5			Kod Kategorii		
OPIS_WLS_GR	Text	False		20		Kategoria		
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_GLW_POW

Warstwa poligonowa z danymi o głębokości występowania pierwszego zwierciadła wód podziemnych

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
GRIDCODE	Long Integer	False	10					
KOD	Text	False		3				agi_sl_atlas_kod
VALUE_MIN	Short Integer	False	5					
VALUE_MAX	Short Integer	False	5					
VALUE_OPIS	Text	False		10				
ORIG_FID	Long Integer	False	10					
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_GR_ATL_LIN

Warstwa liniowa z danymi o granicy opracowania

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
FULL_NAME	Text	True		100		Full_name		
SHAPE	Geometry	False					Line	
NAZWA_ATLASU	Text	False		255		Nazwa_atlasu		
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_GR_ATL_POW_copy

Warstwa poligonowa z danymi o powierzchni opracowania

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
KOD	Text	False		5		Kod		agi_sl_atlas_kod
ATLAS	Text	False		50		Atlas		agi_sl_atlas_nazwa
FULL_NAME	Text	True		100		Full_name		
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
NAZWA_ATLASU	Text	False		255		Nazwa_atlasu		
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SKOR10K_92_POW

Warstwa poligonowa zawierająca skorowidz arkuszy w skali 1:10 000 w układzie PUWG 1992

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
KOD_NAZWY	Double	False	38		8			
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_SKOR5K_92_POW

Warstwa poligonowa zawierająca skorowidz arkuszy w skali 1:5 000 w układzie PUWG 1992

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
GODLO	Text	False		50				
KOD	Text	False		5		Kod		agi_sl_atlas_kod
ATLAS	Text	False		50		Atlas		agi_sl_atlas_nazwa
NAZWA_ATLASU	Text	False		255		Nazwa_atlasu		
KAT	Double	False	38		8			
NAZWA	Text	False		255				
KOD_NAZWY	Double	False	38		8			
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_OTW_BDGI_PKT

Warstwa punktowa z lokalizacją punktów dokumentacyjnych

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
BAZA_ZRODLO_ID	Text	False		10				
BDGI_ID	Text	False		3				
CBDG_ID	Long Integer	False	10					
GLEBOKOSC	Double	False	10		3			
H	Double	False	10		3			
ID_CELWRC	Long Integer	False	10					
IDNAZW	Text	True		15				
ID_PODSTAWY_LOKALIZACJI	Long Integer	False	10					
NAZW	Text	False		24				
NR	Double	False		24				
NAZWARCH	Text	False		50				
NAZWEXT	Text	False		16				
NOWY_ARCHIWALNY	Text	False		2				
POCH_PKT	Text	False		3				
ROK	Double	False	10		3			
TEMAT	Text	True		12				
TEMAT_BDGI	Text	False		3				
WODA	Double	False	10		3			
X_1992	Double	False	10		3			
Y_1992	Double	False	10		3			
DOSTEP	Text	False		10				
LINK	Text	False		50				
SHAPE	Geometry	False					Point	

MBDGI.AGI_SIATKA_ZU_POW

Warstwa poligonowa zawierająca siatkę 1x1 km wykorzystaną do obliczeń zakresu udokumentowania

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
KOD	Text	False		5				agi_sl_atlas_kod
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

MBDGI.AGI_ZU_POW

Warstwa poligonowa zakresu udokumentowania

COLUMN NAME	DATATYPE	NOT NULL	PRECISION	LENGTH	SCALE	ALIAS	GEOMETRY TYPE	DOMAIN
OBJECTID	Object ID	True						
DENS_MAX	Double	False	38		8	dens_max		
DENS_MIN	Double	False	38		8	dens_min		
DENS_OPIS	Text	False		255				
KOD	Text	False		5				agi_sl_atlas_kod
ATLAS	Text	False		50				agi_sl_atlas_nazwa
SHAPE	Geometry	False					Polygon	
SHAPE.AREA	Double	True	0		0			
SHAPE.LEN	Double	True	0		0			

12 ZAŁĄCZNIK NR 2 Wykaz tabel słownikowych m-BDGI

MBDGI.AGI_GS_SL_CELE_WIERCENIA

Słownik zawiera cele wykonywania wierceń występujących w BDGI.

Field Name	Data Type	Lenght	Precision	Allow NULL values
ID	Long Integer		10	No
NAZWA	Text	64		Yes
NAZWA_EN	Text	64		Yes

Zawartość:

ID	NAZWA	NAZWA_EN
0		
1	badawczy	research
2	złożowy	exploration/exploitation
3	badawczo-poszukiwawczy	research/exploration
4	kartograficzny	survey
5	hydrogeologiczny	hydrogeological
6	geologiczno-inżynierski	engineering geological
52	ciepło Ziemi	Earth's heat
62	inny	
72	geotechniczny	geotechnic

MBDGI.AGI_GS_SL_METODY_WIERCEN

Słownik zawiera metody wykonywania wierceń występujących w BDGI.

Field Name	Data Type	Lenght	Precision	Allow NULL values
ID	Text	20		No
NAZWA	Text	64		Yes
NAZWA_EN	Text	64		Yes

Zawartość:

ID	NAZWA	NAZWA_EN
-		
BD	brak danych	
WM	mechaniczny	
WM-O	mechaniczny obrotowy	
WM-RD	mechaniczny rdzeniowany	
WM-RDO	mechaniczny rdzeniowany obrotowy	
WM-RDU	mechaniczny rdzeniowany udarowy	
WM-U	mechaniczny udarowy	
WM-UO	mechaniczny udarowo-obrotowy	
WM-W	mechaniczny wciskany	
WR	ręczny	

MBDGI.AGI_GS_SL_PODST_LOKALIZACJI

Słownik zawiera metody wykonywania wierceń występujących w BDGI.

Field Name	Data Type	Lenght	Precision	Allow NULL values
ID	Long Integer		10	No
NAZWA	Text	64		Yes
NAZWA_EN	Text	64		Yes

Zawartość:

ID	NAZWA	NAZWA_EN
0		
1	GPS	GPS
2	nie ustalona	unknown
3	karta otworu	well log
4	szkic lokalizacyjny, mapa	location sketch, map
5	współrzędne najbliższej miejscowości	coordinates of the nearest locality
6	współrzędne pobliskiego otworu	coordinates of the nearest borehole
8	dokumentacja wynikowa	documentation on results of analysis
12	współrzędne poufne	secret coordinates
13	brak współrzędnych	lack of coordinates
14	dokumentacja likwidacji otworu	documentation on borehole's liquidation
15	dokumentacja inna	other documentation
16	operat geodezyjny	geodesic statement
17	dokumentacja geofizyczna	geophysical documentation
18	dokumentacja złożowa	documentation of mineral deposits
19	dokumentacja hydrogeologiczna	hydrogeological documentation
25	georeferencja mapy dokumentacyjnej	georeferencing of documentation map
26	dokumentacja geologiczno-inżynierska	engineering- geological report

MBDGI.AGI_GS_SL_RODZAJE_OPRAC

Słownik zawiera rodzaje dokumentacji występujących w BDGI.

Field Name	Data Type	Lenght	Precision	Allow NULL values
ID	Text	20		No
NAZWA	Text	64		Yes
NAZWA_EN	Text	64		Yes

Zawartość:

ID	NAZWA	NAZWA_EN
0		
17	dodatek do dokumentacji	
1	dok. badań podłoża	
18	dok. geofizyczna	
2	dok. geologiczna inna	
3	dok. geologiczno-inżynierska	
4	dok. geologiczno-techniczna	
5	dok. geotechniczna	
6	dok. hydrogeologiczna	
16	dok. likwidacji otworu	
14	dok. określ. war. hydrogeol. i geol.-inż.	
7	dok. otworowa	
19	dok. war. gruntowo-wodnych	
8	dok. złożowa	
9	ekspertyza geotechniczna	
10	geotechniczne warunki posadowienia	
21	karta geotechniczna wyrobiska	
11	opinia geotechniczna	
12	opis geotechniczny	
15	SmgP	
20	sprawozdanie	
13	techniczne badania podłoża	

MBDGI.AGI_GS_SL_RODZAJE_OTWORU

Słownik zawiera rodzaje otworów występujących w BDGI.

Field Name	Data Type	Lenght	Precision	Allow NULL values
ID	Text	20		No
NAZWA	Text	64		Yes
NAZWA_EN	Text	64		Yes

Zawartość:

ID	NAZWA	NAZWA_EN
-	Spoza listy	
OB	Otwór badawczy	
OD	Odstąpienie	
OK	Odkrywka	
P	Piezometr	
S	Studnia	
SD	Sonda dynamiczna	
SF	Szurf	
SK	Szybik	
SO	Sonda obrotowa	
SP	Sonda SPT	
SS	Sonda statyczna	
VB	Otwór wirtualny	
WB	Wykop	

MBDGI.agi_sl_kod_nazwy_formy_lin

Słownik zawiera geomorfologiczne formy liniowe występujące w BDGI.

Field Name	Data Type	Lenght	Precision	Allow NULL values
OBJECTID	Object ID			
GENEZA_F	Text	255		Yes
KOD_GENEZY	Long Integer		10	Yes
FORMA_BDGI	Text	255		Yes
KOD	Long Integer		10	Yes
KOD_NAZWY	Long Integer		10	Yes
KOD_NAZWY2	Text	50		Yes

Zawartość:

OBJECTID	GENEZA_F	KOD_GENEZY	FORMA_BDGI	KOD	KOD_NAZWY	KOD_NAZWY2
1	FORMY NATURALNE	31	Krawędzie jednostek morfologicznych	1	3101	A01
2			Falezy i klify	2	3102	A02
3			Formy tektoniczne	3	3103	A03
4			Formy glaciektoniczne	4	3104	A04
5			Grzbiety górskie	5	3105	A05
6	FORMY ANTROPOGENICZNE	32	Kanały	1	3201	B01
7			Groble, tamy i wały przeciwpowodziowe	2	3202	B02
8			Wykopy	3	3203	B03
9			Nasypy drogowe i kolejowe	4	3204	B04

MBDGI.agi_sl_kod_nazwy_formy_pow

Słownik zawiera geomorfologiczne wydzielenia i formy poligonowe występujące w BDGI.

Field Name	Data Type	Lenght	Precision	Allow NULL values
OBJECTID	Object ID			
GENEZA_F	Text	255		Yes
KOD_GENEZY	Long Integer		10	Yes
FORMA_BDGI	Text	255		Yes
KOD	Long Integer		10	Yes
KOD_NAZWY	Long Integer		10	Yes
KOD_NAZWY2	Text	50		Yes

Zawartość:

OBJECTID	GENEZA_F	KOD_GENEZY	FORMA_BDGI	KOD	KOD_NAZWY	KOD_NAZWY2
1	FORMY POCHODZENIA LODOWCOWGO	11	Wysoczyzny polodowcowe	1	1101	A01
2			Moreny czołowe	2	1102	A02
3			Zagłębienia polodowcowe	3	1103	A03
4	FORMY POCHODZENIA WODNO-LODOWCOWGO (akumulacyjne i erozyjne)	12	Tarasy i równiny wodnolodowcowe	1	1201	B01
5			Ozy i formy szczelinowe	2	1202	B02
6			Kemy	3	1203	B03
7			Drumliny	4	1204	B04
8			Rynny polodowcowe	5	1205	B05
9			Obszary zastoiskowe	6	1206	B06
10	FORMY POCHODZENIA JEZIORNEGO	13	Formy pochodzenia jeziornego	1	1301	C01
11	FORMY POCHODZENIA MORSKIEGO	14	Mierzeje i plaże	1	1401	D01
12	FORMY POCHODZENIA EOLICZNEGO	15	Wydmyny	1	1501	E01
13			Równiny piasków przewianych	2	1502	E02
14			Zagłębienia deflacyjne	3	1503	E03
15			Równina lessowa	4	1504	E04
16	FORMY UTWORZONE PRZEZ ROŚLINNOŚĆ	16	Równiny torfowe	1	1601	F01
17	FORMY POCHODZENIA RZECZNEGO (akumulacyjne i erozyjne)	17	Taras zalewowy	1	1701	G01
18			Równiny deltowe	2	1702	G02
19			Taras nadzalewowy i równiny akumulacyjne	3	1703	G03
20			Starorzeczka	4	1704	G04
21	FORMY POCHODZENIA DENUDACYJNEGO	18	Ostańce	1	1801	H01
22			Stożki napływowe	2	1802	H02
23			Suche doliny	3	1803	H03
24			Deluwia	4	1804	H04
25			Powierzchnie erozyjno- denudacyjne	5	1805	H05
26			Niecki i doliny erozyjno- denudacyjne	6	1806	H06
27			Osuwiska	7	1807	H07
28			Stoki denudacyjno erozyjne	8	1808	H08
29	FORMY POCHODZENIA ANTROPOGENICZNEGO	19	Wyrobiska	1	1901	I01
30			Składowiska i hałdy	2	1902	I02
31			Nasypy	3	1903	I03
32			Tereny zabudowane i przemysłowe	4	1904	I04
33			Archeologiczne	5	1905	I05
34			Osadniki	6	1906	I06
35			Wkopy drogowe i kolejowe	7	1907	I07
36	INNE	20	Zagłębienia o różnej genezie	1	2001	J01
37			Długie stoki	2	2002	J02

MBDGI.agi_sl_kod_nazwy_formy_pkt

Słownik zawiera geomorfologiczne formy punktowe występujące w BDGI.

Field Name	Data Type	Lenght	Precision	Allow NULL values
OBJECTID	Object ID			
GENEZA_F	Text	255		Yes
KOD_GENEZY	Long Integer		10	Yes
FORMA_BDGI	Text	255		Yes
KOD	Long Integer		10	Yes
KOD_NAZWY	Long Integer		10	Yes
KOD_NAZWY2	Text	50		Yes

Zawartość:

OBJECTID	GENEZA_F	KOD_GENEZY	FORMA_BDGI	KOD	KOD_NAZWY	KOD_NAZWY2
1	FORMY NATURALNE	51	Jaskinie	1	5101	A01
2			Głazy	2	5102	A02
3	FORMY ANTROPOGENICZNE	52	Wyrobiska	1	5201	B01
4			Archeologiczne	2	5202	B02

13 ZAŁĄCZNIK NR 3 Tabela serii geologiczno-inżynierskich

Lp.	Symbol serii	Kod serii	Opis serii	Właściwości fizyczno-mechaniczne
1	QhA	1110001000000	grunty antropogeniczne, nierozdzielone	małokorzystne
2	QhANb	11100010001100	grunty antropogeniczne, nasypy budowlane	małokorzystne
3	QhANn	11100010001200	grunty antropogeniczne, nasypy niebudowlane	małokorzystne
4	QhAHs	11100010001300	grunty antropogeniczne, składowiska, hałdy	małokorzystne
5	QhLHO	11100033000103	holoceńskie gleby ogólnie	małokorzystne
6	QhLHSpO	11100033000213	holoceńskie gleby z przewagą gruntów spoistych	małokorzystne
7	QhLHNspO	11100033000223	holoceńskie gleby z przewagą gruntów niespoistych	małokorzystne
8	QhO	11100000000003	holoceńskie grunty organiczne, nierozdzielone genetycznie	małokorzystne
9	QhJ	11100025000000	holoceńskie jeziorne grunty nieorganiczne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
10	QhJO	11100025000003	holoceńskie jeziorne grunty organiczne, nierozdzielone litologicznie	małokorzystne
11	QhJKJO	11100025005403	holoceńskie jeziorne grunty mineralno-organiczne, kreda jeziorna	małokorzystne
12	QhJGYO	11100025005103	holoceńskie jeziorne grunty organiczne, gytie	małokorzystne
13	QhJNmSpO	11100025005213	holoceńskie jeziorne grunty organiczne, namuły spoiste	małokorzystne
14	QhJNmNspO	11100025005223	holoceńskie jeziorne grunty organiczne, namuły niespoiste	małokorzystne
15	QhJTfO	11100024005303	holoceńskie jeziorne grunty organiczne, torfy	małokorzystne
16	QhRO	11100021000003	holoceńskie rzeczne grunty organiczne, nierozdzielone litologicznie	małokorzystne
17	QhRNMSpO	11100021005213	holoceńskie rzeczne grunty organiczne, namuły spoiste	małokorzystne
18	QhRNMNspO	11100021005223	holoceńskie rzeczne grunty organiczne, namuły niespoiste	małokorzystne
19	QhR	11100021000000	holoceńskie rzeczne grunty nieorganiczne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
20	QhRSp	11100021000010	holoceńskie rzeczne grunty spoiste	średniokorzystne
21	QhRNsp	11100021000020	holoceńskie rzeczne grunty niespoiste	korzystne
22	QhM	11100032000000	holoceńskie morskie grunty nieorganiczne, nierozdzielone litologicznie	korzystne
23	QhMSp	11100032000010	holoceńskie morskie grunty spoiste	korzystne
24	QhMNsp	11100032000020	holoceńskie morskie grunty niespoiste	korzystne
25	QhENsp	11100011000020	holoceńskie eoliczne grunty, nierozdzielone genetycznie	korzystne
26	QhEwNsp	11100011200020	holoceńskie eoliczne grunty niespoiste, wydmy	korzystne
27	QhEppNsp	11100011290020	holoceńskie eoliczne grunty niespoiste, pokrywy piasków przewianych	korzystne
28	QO	11000000000003	czwartorzędowe grunty organiczne, nierozdzielone	małokorzystne
29	QRGI	11000021300000	czwartorzędowe grunty rzeczno-wodnolodowcowe, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
30	QRGINsp	11000021300020	czwartorzędowe rzeczno-wodnolodowcowe grunty niespoiste	korzystne
31	QR	11000021000000	czwartorzędowe grunty rzeczne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
32	QRSp	11000021000010	czwartorzędowe rzeczne grunty spoiste	średniokorzystne
33	QRNsp	11000021000020	czwartorzędowe rzeczne grunty niespoiste	korzystne
34	QDR	11000016000000	czwartorzędowe grunty deluwialno-rzeczne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
35	QDRSp	11000016000010	czwartorzędowe deluwialno-rzeczne grunty spoiste	średniokorzystne
36	QDRNsp	11000016000020	czwartorzędowe deluwialno-rzeczne grunty niespoiste	korzystne
37	QD	11000015000000	czwartorzędowe grunty deluwialne, nierozdzielone litologicznie	małokorzystne

Lp.	Symbol serii	Kod serii	Opis serii	Właściwości fizyczno-mechaniczne
38	QDSp	11000015000010	czwartorzędowe deluwialne grunty spoiste	małokorzystne
39	QDNsp	11000015000020	czwartorzędowe deluwialne grunty niespoiste	korzystne
40	QC	11000014000000	czwartorzędowe grunty koluwalne, nierozdzielone litologicznie	małokorzystne
41	QCSp	11000014000010	czwartorzędowe koluwalne grunty spoiste	małokorzystne
42	QCNsp	11000014000020	czwartorzędowe koluwalne grunty niespoiste	średniokorzystne
43	QWzgSp	11000012004110	czwartorzędowe zwietrzliny gliniaste	średniokorzystne
44	QWzg-grSp	11000012004210	czwartorzędowe zwietrzliny gruzowo-gliniaste	średniokorzystne
45	QWzgrNsp	11000012004320	czwartorzędowe zwietrzliny gruzowe	korzystne
46	QWrgSp	11000012004410	czwartorzędowe rumosze gliniaste	średniokorzystne
47	QWrg-grSp	11000012004510	czwartorzędowe rumosze gruzowo-gliniaste	średniokorzystne
48	QWrgrNsp	11000012004620	czwartorzędowe rumosze gruzowe	korzystne
49	QWre	11000018000000	czwartorzędowe zwietrzliny rezydualne (eluwia), nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
50	QWreSp	11000018000010	czwartorzędowe zwietrzliny rezydualne (eluwia) spoiste	średniokorzystne
51	QWreNsp	11000018000020	czwartorzędowe zwietrzliny rezydualne (eluwia) niespoiste	korzystne
52	QENsp	11000011000020	czwartorzędowe grunty eoliczne, nierozdzielone genetycznie	korzystne
53	QEwNsp	11000011200020	czwartorzędowe eoliczne grunty niespoiste, wydmy	korzystne
54	QEppNsp	11000011290020	czwartorzędowe eoliczne grunty niespoiste, pokrywy piasków przewianych	korzystne
55	QpO	11200000000003	plejstocenyjskie grunty organiczne, nierozdzielone genetycznie	małokorzystne
56	QpJO	11200025000003	plejstocenyjskie jeziorne grunty organiczne, nierozdzielone litologicznie	małokorzystne
57	QpJ	11200025000000	plejstocenyjskie grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
58	QpRNmO	11200021005203	plejstocenyjskie rzeczne grunty organiczne, namuły	małokorzystne
59	QpR	11200021000000	plejstocenyjskie grunty rzeczne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
60	QpRSp	11200021000010	plejstocenyjskie rzeczne grunty spoiste	średniokorzystne
61	QpRNsp	11200021000020	plejstocenyjskie rzeczne grunty niespoiste	korzystne
62	QpM	11200032000000	plejstocenyjskie morskie grunty nieorganiczne, nierozdzielone litologicznie	korzystne
63	QpMSp	11200032000010	plejstocenyjskie grunty morskie spoiste	korzystne
64	QpMNsp	11200032000020	plejstocenyjskie grunty morskie niespoiste	korzystne
65	QpE	11200011000000	plejstocenyjskie grunty eoliczne, nierozdzielone	korzystne
66	QpEISp	11200011100010	plejstocenyjskie eoliczne grunty spoiste, lessopodobne i lessy	średniokorzystne
67	QpEwNsp	11200011200020	plejstocenyjskie eoliczne grunty niespoiste, wydmy	korzystne
68	QpEppNsp	11200011290020	plejstocenyjskie eoliczne grunty niespoiste, pokrywy piasków przewianych	korzystne
69	QpG	11200029000000	plejstocenyjskie grunty lodowcowe, nierozdzielone litologicznie	korzystne
70	QpGSp	11200029000010	plejstocenyjskie lodowcowe grunty spoiste	średniokorzystne
71	QpGNsp	11200029000020	plejstocenyjskie lodowcowe grunty niespoiste	korzystne
72	QpGfNsp	11200027000020	plejstocenyjskie wodnolodowcowe grunty niespoiste	korzystne
73	QpGz	11200026000000	plejstocenyjskie grunty zastoiskowe, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
74	QpGzSp	11200026000010	plejstocenyjskie zastoiskowe grunty spoiste	średniokorzystne
75	QpGzNsp	11200026000020	plejstocenyjskie zastoiskowe grunty niespoiste	korzystne
76	QpGPrw	11200029006100	plejstocenyjskie porwaki starszego podłoża, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
77	QpPre	11200000006200	plejstocenyjskie preglacjalne grunty, nierozdzielone	korzystne
78	PI	12110000000000	pliocenyjskie grunty nierozdzielone	średniokorzystne

Lp.	Symbol serii	Kod serii	Opis serii	Właściwości fizyczno-mechaniczne
79	PIRNsp	12110021000020	plioceńskie rzeczne grunty niespoiste	korzystne
80	PIJ	12110025000000	plioceńskie grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
81	PIJSp	12110025000010	plioceńskie jeziorne grunty spoiste	średniokorzystne
82	PIJSm	12110025000030	plioceńskie jeziorne skały miękkie	korzystne
83	PILSm	12110033000030	plioceńskie lądowe skały miękkie	korzystne
84	PIMGvSt	12110037000040	plioceńskie wulkaniczne skały twarde	korzystne
85	MPI	12120000000000	mio-pilioceńskie grunty, nierozdzielone	średniokorzystne
86	MPIRNsp	12120021000020	mio-pilioceńskie rzeczne grunty niespoiste	korzystne
87	MPIJSp	12120025000010	mio-pilioceńskie jeziorne grunty spoiste	średniokorzystne
88	M	12130000000000	miocene grunty, nierozdzielone	korzystne
89	MLSm	12130033000030	miocene lądowe skały miękkie	korzystne
90	MRNsp	12130021000020	miocene rzeczne grunty niespoiste	korzystne
91	MJ	12130025000000	miocene grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie	korzystne
92	MJSp	12130025000010	miocene jeziorne grunty spoiste	korzystne
93	MJSm	12130025000030	miocene jeziorne skały miękkie	korzystne
94	MM	12130032000000	miocene grunty morskie, nierozdzielone litologicznie	korzystne
95	MMSp	12130032000010	miocene morskie grunty spoiste	korzystne
96	MMSm	12130032000030	miocene morskie skały miękkie	korzystne
97	MMSt	12130032000040	miocene morskie skały twarde	korzystne
98	MMGvSt	12130037000040	miocene wulkaniczne skały twarde	korzystne
99	PgNg	12000000000000	paleogeńsko-neogeńskie grunty i skały, nierozdzielone	średniokorzystne
100	OILSm	12210033000030	oligocieńskie lądowe skały miękkie	korzystne
101	OIMSp	12210032000010	oligocieńskie morskie grunty spoiste	korzystne
102	OIMNsp	12210032000020	oligocieńskie morskie grunty niespoiste	korzystne
103	OIMSm	12210032000030	oligocieńskie morskie skały miękkie	korzystne
104	OIMSt	12210032000040	oligocieńskie morskie skały twarde	korzystne
105	OIMGvSt	12210037000040	oligocieńskie wulkaniczne skały twarde	korzystne
106	EoJSm	12220025000030	eocieńskie jeziorne skały miękkie	korzystne
107	EoJSt	12220025000040	eocieńskie jeziorne skały twarde	korzystne
108	EoMSp	12220032000010	eocieńskie morskie grunty spoiste	korzystne
109	EoMNsp	12220032000020	eocieńskie morskie grunty niespoiste	korzystne
110	EoMSm	12220032000030	eocieńskie morskie skały miękkie	korzystne
111	EoMSt	12220032000040	eocieńskie morskie skały twarde	korzystne
112	PcJSp	12230025000010	paleocieńskie jeziorne grunty spoiste	korzystne
113	PcJSm	12230025000030	paleocieńskie jeziorne skały miękkie	korzystne
114	PcMSp	12230032000010	paleocieńskie morskie grunty spoiste	korzystne
115	PcMNsp	12230032000020	paleocieńskie morskie grunty niespoiste	korzystne
116	PcMSm	12230032000030	paleocieńskie morskie skały miękkie	korzystne
117	PcMSt	12230032000040	paleocieńskie morskie skały twarde	korzystne
118	PcMGvSt	12230037000040	paleocieńskie wulkaniczne skały twarde	korzystne
119	CrPgM	12239932000000	kredowo-paleogeńskie grunty morskie, nierozdzielone litologicznie	korzystne
120	CrLSm	21000033000030	kredowe lądowe skały miękkie	korzystne

Lp.	Symbol serii	Kod serii	Opis serii	Właściwości fizyczno-mechaniczne
121	CrMSt	21000032000040	kredowe morskie skały twarde	korzystne
122	CrMSm	21000032000030	kredowe morskie skały miękkie	korzystne
123	CrMgvSt	21000037000040	kredowe wulkaniczne skały twarde	korzystne
124	JCrMSt	21900032000040	jurajsko-kredowe morskie skały twarde	korzystne
125	JLSm	22000033000030	jurajskie lądowe skały miękkie	korzystne
126	JMSm	22000032000030	jurajskie morskie skały miękkie	korzystne
127	JMSt	22000032000040	jurajskie morskie skały twarde	korzystne
128	JMgvSt	22000037000040	jurajskie wulkaniczne skały twarde	korzystne
129	TJLSt	22900033000040	triasowo-jurajskie lądowe skały twarde	korzystne
130	TLSm	23000033000030	triasowe lądowe skały miękkie	korzystne
131	TLSt	23000033000040	triasowe lądowe skały twarde	korzystne
132	TMSm	23000032000030	triasowe morskie skały miękkie	korzystne
133	TMSt	23000032000040	triasowe morskie skały twarde	korzystne
134	TMgvSt	23000037000040	triasowe wulkaniczne skały twarde	korzystne
135	PLSm	31000033000030	permskie lądowe skały miękkie	korzystne
136	PLSt	31000033000040	permskie lądowe skały twarde	korzystne
137	PMSm	31000032000030	permskie morskie skały miękkie	korzystne
138	PMSt	31000032000040	permskie morskie skały twarde	korzystne
139	PMgvSt	31000037000040	permskie wulkaniczne skały twarde	korzystne
140	PMgpSt	31000036000040	permskie plutoniczne skały twarde	korzystne
141	CLSt	32000033000040	karbońskie lądowe skały miękkie	korzystne
142	CLSm	32000033000030	karbońskie lądowe skały twarde	korzystne
143	CMSm	32000032000030	karbońskie morskie skały miękkie	korzystne
144	CMSt	32000032000040	karbońskie morskie skały twarde	korzystne
145	CMgvSt	32000037000040	karbońskie wulkaniczne skały twarde	korzystne
146	CMgpSt	32000036000040	karbońskie plutoniczne skały twarde	korzystne
147	CMtmSt	32000039000030	karbońskie metamorficzne skały twarde	korzystne
148	DLSm	33000033000030	dewońskie lądowe skały miękkie	korzystne
149	DLSt	33000033000040	dewońskie lądowe skały twarde	korzystne
150	DMSt	33000032000040	dewońskie morskie skały twarde	korzystne
151	DMgvSt	33000037000040	dewońskie wulkaniczne skały twarde	korzystne
152	DMtmSt	33000039000040	dewońskie metamorficzne skały twarde	korzystne
153	SLSm	34000033000030	sylurskie lądowe skały miękkie	korzystne
154	SMSt	34000032000040	sylurskie morskie skały twarde	korzystne
155	SMgvSt	34000037000040	sylurskie wulkaniczne skały twarde	korzystne
156	SMtmSt	34000039000040	sylurskie metamorficzne skały twarde	korzystne
157	OrMSt	35000032000040	ordowickie morskie skały twarde	korzystne
158	OrMgvSt	35000037000040	ordowickie wulkaniczne skały twarde	korzystne
159	OrMtmSt	35000039000040	ordowickie metamorficzne skały twarde	korzystne
160	OrMtmSm	35000039000030	ordowickie metamorficzne skały miękkie	korzystne
161	CmMSt	36000032000040	kambryjskie morskie skały twarde	korzystne
162	CmMtmSt	36000039000040	kambryjskie metamorficzne skały twarde	korzystne
163	pCmMgpSt	40000036000040	prekambryjskie plutoniczne skały twarde	korzystne

Lp.	Symbol serii	Kod serii	Opis serii	Właściwości fizyczno-mechaniczne
164	pCmMtmSt	40000039000040	prekambryjskie metamorficzne skały twarde	korzystne
165	Pu	50000000007100	pustka w górotworze	małokorzystne
166	WODA	50000000007200	woda powierzchniowa	małokorzystne
167	BMW	50000000007300	brak możliwości wiercenia	korzystne
168	INNE	50000000007400	inne	nieokreślone