



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 09.2022 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

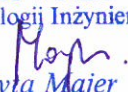


Opracował zespół pod kierunkiem:

mgr Krzysztofa Majera	upr. geol. VI-0418
mgr inż. Grzegorza Ryżyńskiego	upr. geol. VII-1493



Osoba uprawniona do reprezentowania Wykonawcy:

KIEROWNIK
Zakładu Geologii Inżynierskiej

dr Edyta Majer

pgi.gov.pl

Warszawa, wrzesień 2022 r.

ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
tel. (+48) 22 45 92 000, biuro@pgi.gov.pl

Sąd Rejonowy dla m. st. Warszawy w Warszawie
XIII Wydział Gospodarczy KRS, Nr 0000122099
NIP 525-000-80-40

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	upr. geol. VII-2062
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	upr. geol. VII-2067
mgr Monika Szablowska	upr. geol. VII-1569
mgr Marta Szlasa	upr. geol. VII-1807

Wcześniejsze wersje instrukcji:

1. Atlasy Geologiczno-Inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania (grudzień 2017 r.)
2. Atlasy Geologiczno-Inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania (stan na listopad 2020 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).....	14
2.1.2	PRZESTRZENNA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (m-BDGI).....	17
2.1.3	WERYFIKACJA TOPOLOGII WARSTW PRZESTRZENNYCH	21
2.1.4	NAZEWNICTWO PLIKÓW ARKUSZY MAP, KART OTWORÓW ORAZ PRZEKROJÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH	22
3	STUDIUM WYKONALNOŚCI	24
4	GROMADZENIE I PRZETWARZANIE DANYCH.....	24
5	PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH	26
5.1	PROJEKTOWANIE PUNKTÓW DOKUMENTACYJNYCH	26
5.1.1	DEFINICJE.....	26
5.1.2	PRZYGOTOWANIE PRZESTRZENNEJ BAZY ARCHIWALNYCH PUNKTÓW DOKUMENTACYJNYCH.....	27
5.1.3	OKREŚLENIE OBSZARÓW PRZEZNACZONYCH DO UDOKUMENTOWANIA	34
5.1.4	PROJEKTOWANIE OTWORÓW WIERTNICZYCH	35
5.1.5	PROJEKTOWANIE SONDOWAŃ	37
5.1.6	WERYFIKACJA ZAPROJEKTOWANYCH PUNKTÓW DOKUMENTACYJNYCH	37
5.2	KARTOWANIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE	38
5.2.1	Warunki geomorfologiczne	40
5.2.2	Warunki geologiczne	41
5.2.3	Warunki hydrogeologiczne.....	42
5.2.4	Zagrożenia geologiczne	42
5.3	POMIARY GEODEZYJNE	44
5.4	TELEDETEKCJA	46
5.5	BADANIA GEOFIZYCZNE.....	47
5.6	WIERCENIA I POBÓR PRÓB GRUNTÓW I SKAŁ	52
5.7	SONDOWANIA	53
5.8	POMIARY I BADANIA HYDROGEOLOGICZNE	54
5.8.1	Pomiary zwierciadła wód podziemnych	54
5.8.2	Kartowanie hydrogeologiczne	55
5.9	BADANIA LABORATORYJNE	55
6	ATLAS GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI.....	56

6.1	REGIONALNY MODEL GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI. SERIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE ...	56
6.2	MAPY TEMATYCZNE	59
6.2.1	Podstawowe mapy tematyczne	59
6.2.2	Uzupełniające mapy tematyczne.....	69
6.3	PRZEKROJE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE.....	73
6.4	OPRACOWANIE TEKSTOWE.....	74
7	UDOSTĘPNIANIE DANYCH	76
8	ARCHIWIZACJA DANYCH.....	79
9	AKTUALIZACJA DANYCH	79
10	LITERATURA.....	80
11	ZAŁĄCZNIK NR 1: Struktura tabel warstw przestrzennych atlasów geologiczno-inżynierskich	83
12	ZAŁĄCZNIK NR 2: Słownik form geomorfologicznych.....	91
13	ZAŁĄCZNIK NR 3: Wykaz zmian	98

1 WSTĘP

1.1 WPROWADZENIE

Opracowanie stanowi kolejną aktualizację Instrukcji, która została opracowana w grudniu 2017 roku i po raz pierwszy zaktualizowana w listopadzie 2020 roku. Wykaz dokonanych zmian przedstawiono w Załączniku 3 Rozdziale 13.

Zaktualizowana Instrukcja została opracowana na podstawie umowy nr 307/2018/Wn-07/FG-GO-DN/D z dnia 20.12.2018 r. pomiędzy Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej z siedzibą w Warszawie, ul. Konstruktorska 3a, 02-673 Warszawa a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym, z siedzibą w Warszawie, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa.

Podstawą do przygotowania zaktualizowanej Instrukcji były doświadczenia, zebrane w latach 2018-2022 podczas wykonywania kolejnych atlasów geologiczno-inżynierskich dla aglomeracji miejskich oraz dla wybranych obszarów kraju.

Instrukcja jest kolejnym uaktualnieniem wcześniej stosowanych opracowań metodycznych wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich, które stanowią cyfrowe opracowanie kartograficzne. Poprzednie wersje Instrukcji wykorzystywały ówczesne możliwości i sposoby obróbki cyfrowej. Jednak z upływem czasu nastąpiła potrzeba aktualizacji Instrukcji z uwagi na rosnącą liczbę informacji w bazach danych.

Obecna Instrukcja wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich wykorzystuje możliwości współczesnego oprogramowania w zakresie cyfrowej analizy danych i ujednoliciła sposób tworzenia tego typu opracowań. Warstwy informacyjne, mapy oraz wszelkie inne elementy graficzne (na przykład profile otworów, przekroje) obrazujące budowę geologiczną, w tym warunki geologiczno-inżynierskie, wykonywane są metodami cyfrowymi.

Istotną zaletą cyfrowych warstw informacyjnych jest możliwość łatwego uzyskania graficznej prezentacji danych i interakcyjnego tworzenia pożądanych informacji w różnych skalach. Daje to możliwość przeprowadzenia analiz i tworzenia syntez dla różnych potrzeb, od zagadnień poglądowych do szczegółowych informacji dotyczących danej lokalizacji. Cyfrowy charakter danych zezwala na łatwą ich integrację w różnych systemach kartograficznych GIS, w tym związanych z gospodarką wodną, zarządzaniem gruntami i podziałem katastralnym.

Przy tworzeniu map, cyfrowe analizy geostatystyczne są wolne od czynników subiektywnych, które odgrywały znaczącą rolę przy ich tradycyjnym, analogowym wykonywaniu. Tworzenie map cyfrowych opiera się na zadawaniu odpowiednich i powtarzalnych warunków do obliczeń matematycznych. Dzięki temu każda kolejna mapa może być wykonana na podstawie analogicznych technik, a przeprowadzone analizy są porównywalne i obciążone mniejszym błędem.

Rola autora mapy polega na odpowiednim doborze 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.

Znaczenie cyfrowych opracowań kartograficznych, jako nośnika informacji wzrosło obecnie do tego stopnia, że przedstawienie w inny niż cyfrowy sposób wielu zagadnień z różnych dziedzin, (np.: gospodarka, zarządzanie, polityka, a nauka - włączając geologię), stało się niemożliwe. Odpowiedni dobór merytorycznej informacji oraz sposób przedstawienia różnorodnych danych na mapach pozwala na analizę zachodzących relacji pomiędzy odmiennymi elementami środowiska. 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 baz danych;
- usystematyzowany i ujednolicony zapis oraz 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.

Do wykonywania cyfrowych opracowań kartograficznych wykorzystywany jest system informacji przestrzennej - GIS (Geographic Information System), który w uporządkowany sposób gromadzi, integruje, analizuje i przetwarza, udostępnia oraz wizualizuje wszelkie informacje zebrane w bazach danych. Stosowany w cyfrowej kartografii geograficzny system informacji (GIS) wyróżnia się zautomatyzowaną i całkowicie cyfrową obróbką danych na wszystkich etapach.

Instrukcja opracowana została zgodnie z zasadami tworzenia cyfrowego, geograficznego systemu informacji i obejmuje zagadnienia geologiczno-inżynierskie. W jej skład wchodzi 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, zagadnień geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych oraz zagrożeń geologicznych dla środowiska i sposoby jego ochrony.

Wdrażane na świecie projekty i dyrektywy, mające na celu stworzenie globalnej infrastruktury danych przestrzennych, stawiają wymagania dla baz danych jak i wytwarzanych dla nich informacji przestrzennych. W zgodzie z wprowadzoną w Unii Europejskiej dyrektywą INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*), bazy danych GIS powstające w ramach różnych zadań powinny być tworzone w usystematyzowany sposób, umożliwiający ich pełną interoperacyjność. Pozwala to na stworzenie spójnej infrastruktury danych przestrzennych niezależnie od zastosowanej platformy oprogramowania GIS. Podczas tworzenia atlasów geologiczno-inżynierskich wszelkie dane tworzące merytoryczną treść atlasu mają nadaną zestandaryzowaną, usystematyzowaną formę wraz z odpowiednio przygotowanymi metadanymi. Pozwala im to stać się elementem szerszej infrastruktury przestrzennej, umożliwiającej wykorzystanie danych w każdej chwili, dla różnych celów, w tym dla udostępniania do wglądu jak i poboru danych z poziomu przeglądarek internetowych.

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 przestrzennego, powinno opierać 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. W Polsce funkcjonuje blisko 1000 miast. Liczba aglomeracji miejskich, o sumarycznej populacji przekraczającej 50 tys. Mieszkańców, to 83, co daje łącznie niemal 24 miliony osób zamieszkujących tereny silnie zurbanizowane. Odpowiada to w przybliżeniu wartości współczynnika urbanizacji, który w Polsce wynosi 62% przy populacji 37,6 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.

Cyfrowe atlasy geologiczno-inżynierskie aglomeracji miejskich opracowywane są od roku 1998. W latach 1998-2012 powstało 9 Atlasów geologiczno-inżynierskich aglomeracji miejskich. Od roku 2013 poza aglomeracjami miejskimi, atlasy geologiczno-inżynierskie są wykonywane dla wybranych obszarów kraju, m.in. są to odcinki polskiej strefy brzegowej oraz powiaty. Prace na innych obszarach rozpoczęto z uwagi na zapotrzebowanie na cyfrowe atlasy geologiczno-inżynierskie dla obszarów rozwijających się, intensywnej zabudowy, zdegradowanych lub na których występują zagrożenia dla infrastruktury i zabudowy.

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. Są one przydatne zarówno do zarządzania środowiskiem przyrodniczym i jego zasobami przez władze samorządowe, jak i we wstępnych etapach decyzji inwestycyjnych oraz przy opracowywaniu warunków do projektów budowlanych itp.

Tworzenie atlasów geologiczno-inżynierskich wpisuje się w działalność organizacji EuroGeoSurveys (EGS – Europejskie Służby Geologiczne). Znajdująca się w jej strukturach grupa ekspertów Urban Geology Expert Group (UGEG) zajmuje się zagadnieniami geologii obszarów miejskich i między innymi koncentruje się na podnoszeniu świadomości w miastach na temat tego, co znajduje się pod powierzchnią miast, czyli geologii oraz infrastruktury podpowierzchniowej. Działania w tym kierunku, w tym tworzenie atlasów geologiczno-inżynierskich obszarów miejskich, usprawniają komunikację i zapewniają klarowność przekazu pomiędzy specjalistami a obywatelami i administracją samorządową. Pozwala to na efektywne wykorzystanie danych geologicznych, między innymi w planowaniu kierunków rozwoju miasta.

1.2 CEL INSTRUKCJI

Celem Instrukcji jest opisanie metodyki i procedur sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja obejmuje wszystkie etapy opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego i opisuje czynności zbierania, gromadzenia, przetwarzania, analizowania i wizualizacji danych, a więc ściśle nawiązuje do zasad tworzenia systemu informacji przestrzennej GIS.

Założeniem Instrukcji jest opisanie czynności związanych z wykonywaniem atlasów geologiczno-inżynierskich w taki sposób, aby każdy 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 wektorowych, opisana szczegółowo w Załączniku nr 1 (Rozdział 11).

Instrukcja, która w założeniu dotyczy sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich, jest ściśle powiązana z Instrukcją „*Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych*” (Samel i in., 2022), która dotyczy wprowadzania danych otworowych do Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich. Atlasy geologiczno-inżynierskie są tworzone na podstawie cyfrowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI), będącej zbiorem danych pozyskanych z otworów wiertniczych, zazwyczaj przechowywanych w archiwach firm państwowych i prywatnych w postaci dokumentacji, ekspertyz oraz różnego rodzaju opracowań związanych z geologią inżynierską.

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

2 BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI)

Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) to zbiór cyfrowych danych o warunkach budowlanych na terenie Polski, na którą składa się [40]:

- Otworowa Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI) - zawierająca dane z otworów wiertniczych;
- Przestrzenna Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (m-BDGI) – obejmująca warstwy informacyjne GIS BDGI;
- Baza Danych Właściwości Fizyczno-Mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) – zawierająca 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, w tym z dokumentacji wpływających do Narodowego Archiwum Geologicznego.

Źródłem danych dla BDGI są przede wszystkim dokumentacje geologiczno-inżynierskie, ale także hydrogeologiczne, geologiczne złoża kopaliny i inne (np.: geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych, opracowania ekofizjograficzne) oraz Centralna Baza Danych Geologicznych (CBDG).

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);
- sporządzania 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 i danych o charakterze geologiczno-inżynierskim oraz dostępu do innych danych, niezbędnych z punktu widzenia kartografii geologiczno-inżynierskiej. Baza jest podstawą do wykonania przekrojów oraz wszystkich map tematycznych atlasu, dlatego 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 wykonywanie map na jej podstawie.

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

Budowa i uzupełnianie bazy danych to najważniejszy etap przy konstruowaniu atlasu geologiczno-inżynierskiego. Prawidłowo wykonana i wypełniona 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. Bezwzględnie, w bazie muszą znaleźć się:

- 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 (Tabela 14);
- głębokość do każdego poziomu nawierconego wody podziemnej;
- głębokość do każdego poziomu ustalonego wody podziemnej;
- nr CBDG dokumentu, z którego pochodzą informacje o punkcie dokumentacyjnym.

Jeżeli są możliwe do pozyskania, to powinno się w bazie zawrzeć informacje takie jak:

- data wykonania punktu dokumentacyjnego;
- dane o firmie wykonującej wiercenie;
- imię i nazwisko osoby dozoru;
- 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;
- inne dane przydatne do sporządzenia map atlasu.

Trzeba pamiętać, że informacje wprowadzane do bazy danych pochodzą z okresu kilkudziesięciu lat. Przez tak długi interwał czasowy występowały różne warunki klimatyczne (opady), następowały zmiany stanów wód powierzchniowych i podziemnych, prowadzone były prace wydobywcze, budowlane lub inne prace związane ze zmianami niwelacji terenu. Ponadto miejscami, na wielu obszarach, było sztucznie obniżane 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 w celu ich naprawienia, a jeżeli to niemożliwe, do zrezygnowania z otworu w bazie. W weryfikacji lokalizacji może pomóc również sprawdzenie prawidłowości określenia współrzędnych w nawiązaniu do danych adresowych zazwyczaj 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. Wykorzystywane były różne systemy rzędnych oraz układów współrzędnych, zarówno geograficznych jak i geodezyjnych (układy lokalne, UWPP-1965, PUWG-1942 itp.). Przykładem są 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 taki sprzed kilku lat, jest już nieaktualny.

Niejednokrotnie konieczne jest przeliczanie zarówno rzędnych względnych na bezwzględne jak i współrzędnych z innych układów. Zgodnie z prawem, dla skali 1:10 000 i mniejszych, obowiązuje układ współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992 (dawniej PUWG-1992), natomiast rzędne należy podawać w metrach nad poziomem morza zgodnie z geodezyjnym układem wysokościowym

PL-EVRF2007-NH, tworzącym wysokości normalne odniesione do średniego poziomu Morza Północnego, wyznaczonego dla mareografu w Amsterdamie [8][10].

Podczas wprowadzania danych do bazy należy także uaktualniać nazewnictwo gruntów/skał, genezę i stratygrafię. Należy zweryfikować dane archiwalne profili otworowych 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. Wprowadzane do bazy dane powinno się porównać i ujednolicić tak, aby można było korelować ze sobą informacje z użytej do opracowania atlasu ogromnej liczby otworów wiertniczych. Stanowią one podstawę dla rzetelnego przeprowadzenia analiz geoprzestrzennych i geostatystycznych oraz prawidłowego wykonania map tematycznych.

Weryfikację należy przeprowadzić także całościowo na pełnym 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.

Istotnym problemem jest właściwe ustalenie genezy i wieku gruntów/skał (często brak tych danych w archiwalnych kartach otworów), 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 ze wszystkimi możliwymi materiałami z danego terenu, w tym z innymi kartami otworów, archiwalnymi przekrojami geologicznymi oraz z istniejącymi mapami geologicznymi. Jeżeli znajdzie taka potrzeba to należy także wykonać robocze, syntetyczne przekroje geologiczne, na których sekwencja warstw może być lepiej widoczna, co może ułatwić przypisanie im odpowiednich genez, wieku i ostatecznie serii geologiczno-inżynierskich (Tabela 14).

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

W związku z powyższym, kluczowym zagadnieniem jest eliminacja wszelkich możliwych błędów. W tym celu otwory należy wprowadzać z wykorzystaniem kreatora w oparciu o wytyczne: „Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych” [45].

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)

Kod	Nazwa atlasu
I18	Atlas geologiczno-inżynierski Szczecina
I19	Atlas geologiczno-inżynierski Lublin - Świdnik

Gromadząc dane dla nowego atlasu geologiczno-inżynierskiego należy stosować system kodów i słowników opisany w odpowiednich tabelach (Tabela 1, Tabela 2) oraz w Załączniku Nr 1 (Rozdział 11). 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.

Atlasy geologiczno-inżynierskie składają się z całego szeregu warstw przestrzennych, kompozycji mapowych, przekrojów i tekstu. W związku z tym należy stosować system jednoznacznych kodów zarówno dla poszczególnych kompozycji mapowych (Tabela 2) jak i pozostałych elementów atlasu.

Tabela 2 Nazwy i kody kompozycji mapowych

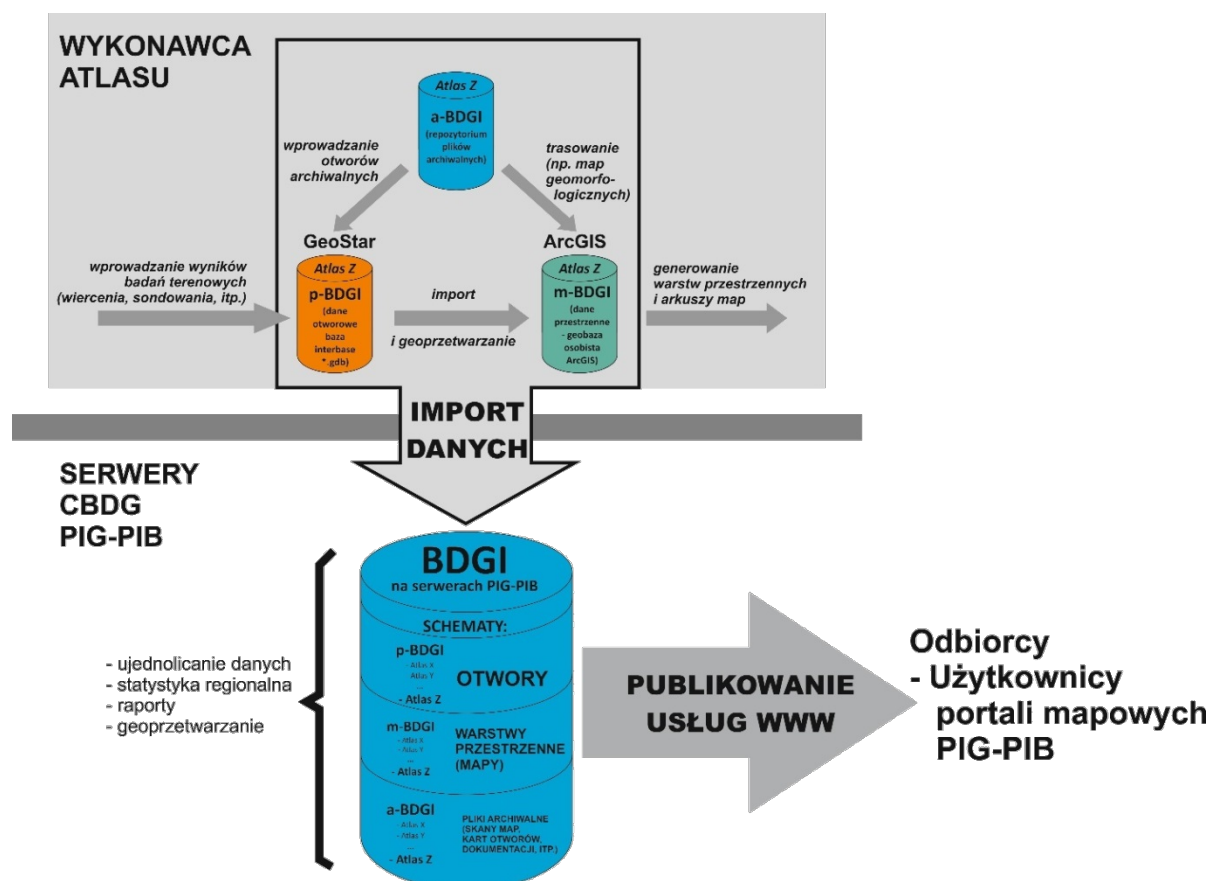
Nr	Kompozycja mapowa	Skala mapy	Kod kompozycji
1	Mapa lokalizacyjna	1:100 000	lxx-01-mlok*
2	Mapa dokumentacyjna	1:10 000	lxx-02-mdok*
3	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t.	1:10 000	lxx-03-sgi1m*
4	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t.	1:10 000	lxx-04-sgi2m
5	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t.	1:10 000	lxx-05-sgi5m
6	Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej	1:10 000	lxx-06-pzwp
7	Mapa zagrożeń geologicznych	1:10 000	lxx-07-zagr
8	Mapa gruntów problematycznych	1:10 000	lxx-08-grpr
9	Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t.	1:10 000	lxx-09-wbud
10	Mapa zagospodarowania powierzchni i obszarów chronionych z elementami antropopresji	1:10 000	lxx-10-mzpt
11	Mapa geomorfologiczna	1:50 000	lxx-11-gmrf*
12	Mapa zakresu udokumentowania terenu	1:100 000	lxx-12-mzut
13	Mapa ...**	1:10 000	lxx-13-.....
* - gdzie lxx to kod atlasu (Tabela 1)			
** - uzupełniające kompozycje mapowe prezentujące problematykę regionalną (Rozdział 6.2.2)			

Ponadto każdy przekrój geologiczny powinien być, podobnie jak kompozycje, mapowe oznaczony kodem atlasu, a także kolejnym numerem przekroju (Rozdział 2.1.4.2).

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 eksport do bazy zbiorczej (BDGI) na serwerach Centralnej Bazy Danych Geologicznych PIG-PIB. Jest to możliwe dzięki zdefiniowanej strukturze danych, przedstawionej szczegółowo w Załączniku Nr 1 (Rozdział 11) oraz w dokumencie: „Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych” [45].

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 BDGI-WFM, który pełni rolę interfejsu wprowadzania danych. Baza danych m-BDGI to geobaza plikowa ArcGIS, w której gromadzone są wszystkie warstwy przestrzenne: przetworzone (dostosowane do potrzeb BDGI) warstwy archiwalne, warstwy powstałe w wyniku trasowania materiałów analogowych oraz warstwy generowane w wyniku geoprzetwarzania bazy danych otworowych i innych warstw przestrzennych.

Wykonawca atlasu gromadzi otworowe dane archiwalne (dokumentacje, karty otworów itp.) w repozytorium (katalogu) plików a-BDGI i następnie korzystając z tego zasobu cyfruje i wektoryzuje skany analogowych map archiwalnych wprowadzając otwory do bazy p-BDGI. W bazie p-BDGI gromadzone są również 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, przy wykorzystaniu narzędzi GIS.



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

Po wykonaniu atlasu i wygenerowaniu map (z poziomu bazy danych m-BDGI w zasobach Wykonawcy atlasu) następuje procedura importu wszystkich danych otworowych i przestrzennych do centralnej bazy CBDG na serwerach PIG-PIB. Tam, po zakończeniu procedury importu, nowo wykonany atlas uzupełnia już istniejące zasoby danych geologiczno-inżynierskich i dodaje kolejne informacje (otwory, obiekty) do quasi-ciągłych warstw informacyjnych dla obszarów całej Polski. Umieszczenie wszystkich atlasów w jednym miejscu i zapewnienie spójnej, jednolitej struktury danych jest niezbędne w celu wykonania jednolitej 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 CBDG 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 odpowiednio 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 punktów dokumentacyjnych np. otworów wiertniczych, wkopów, szurfów itp. Zebranie informacji w taki sposób umożliwia wykorzystanie jej w analizach geostatystycznych oraz tworzenie map tematycznych atlasu i przekrojów geologiczno-inżynierskich.

Otworowa baza danych p-BDGI prowadzona jest w oprogramowaniu GeoStar BDGI-WFM z wypracowanymi procedurami, w oparciu o zebrane doświadczenia i ujednolicone słowniki, a punkty

dokumentacyjne wprowadzane są do bazy za pomocą dedykowanych kreatorów, zgodnie z dokumentem pn. „*Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich. Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych*” [45].

Gromadzone dane otworowe są zamieszczane w bazie danych. Należy przy tym zaznaczyć, że informacje można wprowadzać do bazy danych sukcesywnie, w miarę wpływających 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), 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 dokumentacyjny powinien posiadać bezwzględnie współrzędne w układzie PL-1992 oraz rzędną w m n.p.m. [8][10].

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.).

Punkty dokumentacyjne należy wprowadzać w oparciu o wytyczne Instrukcji pn.: „*Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich. Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych*” [45].

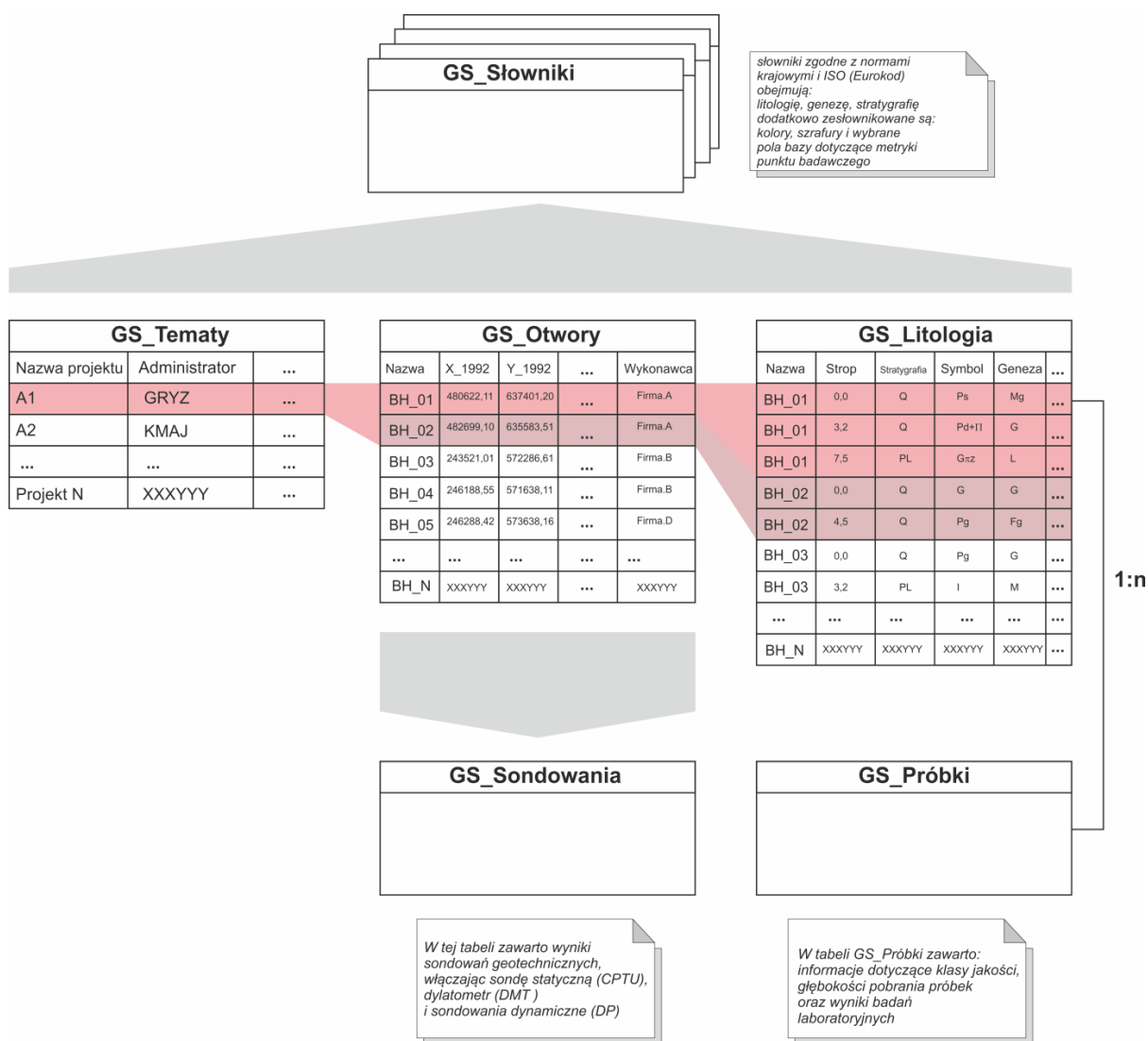
Przy wykonywaniu poprzednich atlasów geologiczno-inżynierskich także użyto oprogramowania GeoStar do tworzenia otworowych baz danych. Oprogramowanie zawiera wszystkie konieczne narzędzia do tworzenia tabel i obsługi bazy. Poszczególne moduły programu mają tabele powiązane ze sobą za pomocą jednoznacznego oznaczenia (Rysunek 2) jakim jest nazwa otworu (punktu dokumentacyjnego) oraz jego unikalny identyfikator, generowany przez program.

Oprogramowanie to zostało dostosowane do wymogów otworowej bazy danych atlasu. Wprowadzanie informacji odbywa się przez wypełnienie odpowiednich Zakładek, 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 BDGI-WFM służy 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 w programie GeoStar BDGI-WFM 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 parametry 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 praktycznie nieograniczonych wymiarach. 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. Przy ich generowaniu program GeoStar BDGI-WFM 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, z rozwijanego menu albo z zaimportowanej listy otworów w postaci pliku csv/xls.



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

Wraz z wybranymi otworami wczytywane są szrafury dla warstw, opisy głębokości i miąższości, stratygrafii, 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.

STROP	GRUB...	KOD STRAT	OPIS STRAT	SKŁ. GŁ.	SYMBOL GRUNTU	SYMB. GŁ.	SYMB. GŁ. SKŁAD	REL. 1	SYMB. DOM. 1	SD1	REL. 2	SYMB. DOM. 2	SD2	REL. 3	SYMB. DOM. 3	SD3	OPIS
0,00	0,30	111000	Qh	3	NB(bet)	NB	bet										Plata betonowa
0,30	1,30	111000	Qh	2	NN(Ps)	NN	Ps										Nasyp niekontrolowany (piasek średni), brązowy
1,60	0,20	111000	Qh	2	NN(Ps+Nm+T)	NN	Ps+Nm+T										Nasyp niekontrolowany (piasek średni+namul+torf), szary
1,80	1,50	111000	Qh	2	NN(Ps+Nm+T)	NN	Ps+Nm+T										Nasyp niekontrolowany (piasek średni+namul+torf), szary
3,30	0,80	111000	Qh	4	Nm//T	Nm			T	63							Namul, szaro-brązowy przewarstwiony torfem
4,10	1,50	111000	Qh	63	T+H	T		+	H	181							Torf, brunatny z domieszką drewna
5,60	3,40	111000	Qh	63	T//Nm	T			Nm	4							Torf, brunatny przewarstwiony namulem
9,00	0,50	111000	Qh	30	Pd/Ppi+Nm	Pd		/	Ppi	37	+	Nm	4				Piasek drobny, oliwkowo-szary na pograniczu piasku pylastego z domieszką namułu
9,50	2,50	112000	Qp	30	Pd	Pd											Piasek drobny, brązowo-szary
12,00	0,00																

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

Do gromadzenia danych otworowych w p-BDGI konieczne jest wykorzystywanie bazy danych GeoStar BDGI-WFM o rozszerzonej, specjalnie na potrzeby atlasów geologiczno-inżynierskich, o dodatkowe pola (Tabela 3) strukturze (Rysunek 2). o Zastosowano innowacyjną składnię złożonych symboli i gruntów i skał w postaci ciągu słownikowanych (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 BDGI-WFM [45].

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

TYTUŁ kolumny w oprogramowaniu GeoStar BDGI-WFM	POLE	TYP POLA	DŁUGOŚĆ POLA	OBJAŚNIENIE POLA
SYMB. DOM.1	SD1	VARCHAR2	6	kod składnika domieszki 1
SYMB. DOM.2	SD2	VARCHAR2	5	kod składnika domieszki 2
SYMB. DOM.3	SD3	VARCHAR2	5	kod składnika domieszki 3
SYMB. DOM.4	SD4	VARCHAR2	5	kod składnika domieszki 4
SYMB. DOM.5	SD5	VARCHAR2	5	kod składnika domieszki 5
SYMB. DOM.6	SD6	VARCHAR2	5	kod składnika domieszki 6
SKŁ. GŁ	SG1	VARCHAR2	3	kod głównego składnika gruntu – definiuje szrafurę
REL 1	SP1	VARCHAR2	1	kod relacji składnika domieszki 1: "+", " ", "/"
REL 2	SP2	VARCHAR2	1	kod relacji składnika domieszki 2: "+", " ", "/"
REL 3	SP3	VARCHAR2	1	kod relacji składnika domieszki 3: "+", " ", "/"
REL 4	SP4	VARCHAR2	1	kod relacji składnika domieszki 4: "+", " ", "/"
REL 5	SP5	VARCHAR2	1	kod relacji składnika domieszki 5: "+", " ", "/"
REL 6	SP6	VARCHAR2	1	kod relacji składnika domieszki 6: "+", " ", "/"
SYMB.DOM.1	SYMBD1	VARCHAR2	8	symbol składnika domieszki 1
SYMB.DOM.2	SYMBD2	VARCHAR2	8	symbol składnika domieszki 2
SYMB.DOM.3	SYMBD3	VARCHAR2	8	symbol składnika domieszki 3
SYMB.DOM.4	SYMBD4	VARCHAR2	8	symbol składnika domieszki 4
SYMB.DOM.5	SYMBD5	VARCHAR2	8	symbol składnika domieszki 5
SYMB.DOM.6	SYMBD6	VARCHAR2	8	symbol składnika domieszki 6
SYMB GŁ	SYMBG1	VARCHAR2	8	symbol głównego składnika gruntu
SYMB.GŁ.SKŁAD	SYMBG1_SKŁAD	VARCHAR2	36	Symbole gruntów wieloskładnikowych (np. nasypy, zwietrzeliny)
SYMBOL GRUNTU	SYMBOL	VARCHAR2	36	Symbole gruntów budujących warstwę wg normy PN
SYMB. ISO	SYMBOL_ISO	VARCHAR2	36	Symbole gruntów budujących warstwę wg normy ISO

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

Wynikowe dane przestrzenne atlasów geologiczno-inżynierskich gromadzone są w geobazie danych przestrzennych m-BDGI, która jest jedną ze składowych bazy PIG-PIB Centralnej Bazy Danych Geologicznych. Obejmuje ona wszystkie geologiczno-inżynierskie warstwy tematyczne powstałe w wyniku wektoryzowania danych analogowych oraz 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 kierować się 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 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 4 Wykaz warstw przestrzennych niezbędnych do kompozycji map tematycznych

Lp.	Nazwa warstwy	Opis warstwy	Rodzaj warstwy	Nazwa mapy tematycznej
1	AGI_GR_ATL_LIN *	Granica opracowania	liniowa	Mapa lokalizacyjna w skali 1: 100 000
				Mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej w skali 1:10 000
				Mapa zagrożeń geologicznych w skali 1: 10 000
				Mapa gruntów problematycznych w skali 1: 10 000
				Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t w skali 1: 10 000
				Mapa zagospodarowania powierzchni i obszarów chronionych z elementami antropopresji w skali 1:10 000
				Mapa geomorfologiczna w skali 1:50 000
				Mapa udokumentowania terenu w skali 1: 100 000
2	AGI_SKOR10K_92_POW *	Skorowidz arkuszy map atlasu - skala 1:10 000	poligonowa	Mapa lokalizacyjna w skali 1: 100 000
				Mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej w skali 1:10 000
				Mapa zagrożeń geologicznych w skali 1: 10 000
				Mapa gruntów problematycznych w skali 1: 10 000
				Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t w skali 1: 10 000
				Mapa zagospodarowania powierzchni i obszarów chronionych z elementami antropopresji w skali 1:10 000
				Mapa geomorfologiczna w skali 1:50 000
				Mapa udokumentowania terenu w skali 1: 100 000
3	AGI_SKOR10K_92_POW */***	Skorowidz arkuszy map atlasu - skala 1:10 000	poligonowa	Mapa lokalizacyjna w skali 1: 100 000
				Mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t. w skali 1:10 000
				Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej w skali 1:10 000
				Mapa zagrożeń geologicznych w skali 1: 10 000
				Mapa gruntów problematycznych w skali 1: 10 000
				Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t w skali 1: 10 000

Lp.	Nazwa warstwy	Opis warstwy	Rodzaj warstwy	Nazwa mapy tematycznej
				Mapa zagospodarowania powierzchni i obszarów chronionych z elementami antropopresji w skali 1:10 000
				Mapa geomorfologiczna w skali 1:50 000
				Mapa udokumentowania terenu w skali 1: 100 000
4	AGI_PRZK_BDGI_LIN *	Linia przekroju geologiczno-inżynierskiego	liniowa	Mapa lokalizacyjna w skali 1: 100 000
				Mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000
				Mapa udokumentowania terenu w skali 1: 100 000
5	AGI_OTW_BDGI_PKT *	Punkt dokumentacyjne	punktowa	Mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000
6	AGI_SERIE_BDGI_1_POW *	Serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 1 m p.p.t.	poligonowa	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t. w skali 1:10 000
7	AGI_SERIE_BDGI_2_POW *	Serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 2 m p.p.t.	poligonowa	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1:10 000
8	AGI_SERIE_BDGI_5_POW *	Serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 5 m p.p.t.	poligonowa	Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t. w skali 1:10 000
9	AGI_GLW_POW *	Głębokość do pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych	poligonowa	Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej w skali 1:10 000
10	AGI_GLW_PKT *	Otwór, w którym nawiercono zwierciadło wód podziemnych lub nie nawiercono do głębokości jego wykonania	punktowa	
11	AGI_PUST_PKT *	Otwór, w którym nawiercono pustki w górotworze	punktowa	Mapa zagrożeń geologicznych w skali 1: 10 000
12	AGI_PUST_BUF_POW *	Szacunkowy zasięg pustek w górotworze	poligonowa	
13	AGI_SPADKI_TRN_POW *	Spadki terenu	poligonowa	
14	MIDAS_TEREN_GORN	Teren górniczy	poligonowa	
15	SOPO_GIS_OBSZARY_ZAGROZONE **	Tereny zagrożone ruchami masowymi	poligonowa	
16	SOPO_GIS_OSUWISKA_POW **	Osuwiska	poligonowa	
17	ISOK_MZP_GLEBOKOSC_O2 **	Prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi 0,2% raz na 500 lat (ISOK) od wód lądowych	poligonowa	
18	ISOK_MZP_GLEBOKOSC_O2_M **	Prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi 0,2% raz na 500 lat (ISOK) od wód morskich	poligonowa	
19	HG_PODTOPIENIA **	Obszary zagrożone podtopieniami (powódź od wód gruntowych)	poligonowa	
20	HG_MOKRADLA_OP **	Obszary mokradeł	punktowa	
21	AGI_NAS_BUF_POW *	Szacunkowy zasięg występowania gruntów antropogenicznych	poligonowa	Mapa gruntów problematycznych w skali 1: 10 000
22	AGI_NAS_PKT *	Otwór, w którym nawiercono grunty antropogeniczne	punktowa	
23	AGI_ORG_BUF_POW *	Szacunkowy zasięg występowania gruntów organicznych	poligonowa	
24	AGI_ORG_PKT *	Otwór, w którym nawiercono grunty organiczne	punktowa	
25	AGI_LESS_BUF_POW *	Szacunkowy zasięg występowania lessów	poligonowa	
26	AGI_LESS_PKT *	Otwór, w którym nawiercono lessy	punktowa	
27	AGI_EKSP_BUF_POW *	Szacunkowy zasięg występowania gruntów ekspansywnych	poligonowa	
28	AGI_EKSP_PKT *	Otwór, w którym nawiercono grunty ekspansywne	punktowa	
29	AGI_WAR_BUD_POW *	Warunki budowlane na głębokości 2 m p.p.t.	poligonowa	Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t w skali 1: 10 000
30	AGI_ZPT_INTGR *	Zagospodarowanie powierzchni terenu	poligonowa	Mapa zagospodarowania powierzchni i obszarów chronionych z elementami antropopresji w skali 1:10 000
31	UZDR_STR_CBA **	Strefy ochrony uzdrowiskowej	poligonowa	
32	GDOS_NATURA2000_OSO **	Natura 2000 – Obszary Specjalnej Ochrony Ptaków	poligonowa	
33	GDOS_NATURA2000_SO **	Natura 2000 –Specjalne Obszary Ochrony Siedlisk	poligonowa	

Lp.	Nazwa warstwy	Opis warstwy	Rodzaj warstwy	Nazwa mapy tematycznej
34	GDOS_REZERWATY **	Rezerwaty Przyrody	poligonowa	
35	GDOS_PARKI_NARODOWE **	Parki Narodowe	poligonowa	
36	GDOS_PARKI_KRAJOBRAZOWE **	Parki Krajobrazowe	poligonowa	
37	ANTPRES_STP **	stacje paliw	punktowa	
38	ANTPRES_EPG **	emitory pyłów i gazów	punktowa	
39	ANTPRES_MZS **	miejsca zrzutu ścieków	punktowa	
40	ANTPRES_OSC **	oczyszczalnie ścieków	punktowa	
41	ANTPRES_SPO **	stacje przeładunkowe odpadów	punktowa	
42	ANTPRES_OUO **	obiekty odzysku i unieszkodliwiania odpadów	punktowa	
43	ANTPRES_SKL **	składowiska odpadów	punktowa	
44	ANTPRES_MSN **	magazyny substancji niebezpiecznych	punktowa	
45	ANTPRES_ELK **	elektrownie i elektrociepłownie	punktowa	
46	ANTPRES_ZPR **	zakłady przemysłowe	punktowa	
47	ANTPRES_BTP **	bazy transportowe/przeładunkowe	punktowa	
48	ANTPRES_LOT **	lotniska	punktowa	
49	ANTPRES_PORT **	porty	punktowa	
50	AGI_GEOMRF_PKT *	Geomorfologia (punkty)	punktowa	Mapa geomorfologiczna w skali 1:50 000
51	AGI_GEOMRF_LIN *	Geomorfologia (polilinie)	liniowa	
52	AGI_GEOMRF_POW *	Geomorfologia (poligony)	poligonowa	
52	AGI_SIATKA_ZU_POW *	Siatka dyskretyzacyjna dla zakresu udokumentowania terenu	poligonowa	Mapa udokumentowania terenu w skali 1:100 000
54	AGI_ZU_POW *	Zakres udokumentowania terenu	poligonowa	
*	warstwy przestrzenne generowane na potrzeby m-BDGI			
**	warstwy archiwalne wykorzystywane na potrzeby m-BDGI			
***	warstwy przestrzenne wykorzystywane dla mniejszych atlasów, takich jak klify			

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

Ponadto należy mieć na uwadze rodzaj oprogramowania używanego przez docelowych odbiorców opracowania (jednostki rządowe i samorządowe) oraz rodzaj 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 do obsługi GIS.

Dane przestrzenne należy gromadzić w geobazie danych przestrzennych m-BDGI w postaci geobazy plikowej (*.gdb). Po zgromadzeniu całości danych należy dokonać eksportu tych danych i umieścić je w CBDG5 w PIG-PIB. Powinny to być wszystkie geologiczno-inżynierskie warstwy tematyczne powstałe w wyniku wektoryzowania danych analogowych oraz przeprowadzonych analiz geostatystycznych. Analizy przestrzenne należy wykonywać w oparciu o technologię ESRI ArcGIS - ArcMAP lub ArcGIS Pro. Symbolizację warstw należy prowadzić w oparciu o pliki symbolizacji zgodne z mapami prezentowanymi na stronie <http://atlasy.pgi.gov.pl> [48]. 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 10.6.1.

Gromadzenie, przetwarzanie i udostępnianie danych przestrzennych z Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich oraz generowanie map geologiczno-inżynierskich odbywa się w Systemie Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPDGI).

Jest szereg warstw przestrzennych archiwalnych, jak i takich, które należy wytworzyć w trakcie sporządzania atlasu geologiczno-inżynierskiego (Tabela 4), a następnie wykorzystać do wyprodukowania map tematycznych. Warstwy te są także niezbędne do przygotowania usług prezentacji map geologiczno-inżynierskich w internetowych portalach mapowych. Tworząc warstwy przestrzenne należy bezwzględnie zachowywać nazwy warstw oraz zachowywać definicje i formaty danych w poszczególnych polach tabel atrybutów (Załącznik 1 – Rozdział 11).

2.1.3 WERYFIKACJA TOPOLOGII WARSTW PRZESTRZENNYCH

Topologia definiuje relacje pomiędzy wszystkimi obiektami wektorowymi (punktami, poliliniami, poligonami) w określonej przestrzeni lub płaszczyźnie. Poprawność topologiczna obiektów i warstw przestrzennych określa ich prawidłowe położenie względem siebie.

Korzystanie z warstw przestrzennych z różnych źródeł może ujawnić niepoprawność topologiczną zachodzącą pomiędzy nimi. Ponadto podczas wektoryzowania (trasowania) materiałów rastrowych, także może dochodzić do powstawania błędów topologicznych pomiędzy poszczególnymi obiektami w obrębie jednej warstwy, jak i pomiędzy różnymi warstwami.

2.1.3.1 Wybrane reguły topologiczne

Istnienie błędów topologicznych jest bardzo niekorzystne z punktu widzenia nie tylko obrazowania warstw na mapach, ale także podczas wykorzystywania tych warstw do analiz przestrzennych. W związku z tym z kartograficznego punktu widzenia należy dążyć do wyeliminowania wszelkich niepoprawności topologicznych, do których między innymi należą:

- więcej niż dwa wierzchołki (węzeł, vertex) na prostej;
- zdublowane wierzchołki linii;
- pętle linii i obwiedni poligonów;
- niedociągnięcia (luki) połączeń linii i/lub poligonów;
- przeciągnięcia (nałożenia) połączeń linii i/lub poligonów;

- bliskie sąsiedztwo wierzchołków;
- brakujące segmenty linii i/lub poligonów.

W celu wyeliminowania topologicznych błędów stosuje się tak zwane reguły topologiczne. Pozwalają one na modelowanie i naprawę nieprawidłowych zależności przestrzennych obiektów w warstwie i pomiędzy różnymi warstwami. Na potrzeby atlasu geologiczno-inżynierskiego stosuje się następujące reguły:

- obiekty i/lub warstwy nie mogą się nakładać (must not overlap...);
- nie mogą istnieć luki (must not have gaps);
- nie mogą się przecinać (must not intersect);
- granica obiektu musi się pokrywać z innym obiektem (must be covered by boundary of...);
- i inne w razie potrzeb.

Wszystkie błędy topologiczne, które ujawnią się poprzez zastosowanie reguł topologicznych można w łatwy sposób odnaleźć, zarządzać nimi i naprawić przy użyciu wbudowanych narzędzi dostępnych w programach GIS.

2.1.3.2 Lista warstw w kontrolach topologicznych

Poprawna topologia jest niezbędna do dalszego geoprzetwarzania warstw oraz późniejszej właściwej wizualizacji danych na mapach i portalach mapowych. Wszystkie warstwy jak i obiekty w nich zawarte powinny być zgodne topologicznie, według przyjętych reguł (Rozdział 2.1.3.1).

W trakcie wektoryzowania (trasowania) materiałów rastrowych na potrzeby atlasu geologiczno-inżynierskiego może dochodzić do powstania błędów topologicznych. Ważne jest, aby powstałe w ten sposób warstwy wektorowe poddać dokładnej kontroli topologicznej (szczególnie w relacji z innymi warstwami) i przede wszystkim są to:

- warstwy ogólne:
 - AGI_GR_ATL_LIN – granica opracowania liniowa;
 - AGI_GR_ATL_POW – granica opracowania powierzchniowa;
- geomorfologia:
 - AGI_GEOMRF_LIN – geomorfologia liniowa;
 - AGI_GEOMRF_POW – geomorfologia powierzchniowa;
- zagospodarowanie przestrzenne:
 - AGI_ZPT_INTGR – rodzaj zagospodarowania terenu;
- szkody górnicze (uzupełniające mapy tematyczne – Rozdział 6.2.2):
 - AGI_FDZ_POW – formy działalności górniczej powierzchniowe;
 - AGI_KAT_ZAGR_POW – kategorie zagrożeń powierzchniowych;
 - AGI_OSIAD_LIN – osiadania liniowe;
 - AGI_PLY_POW – płytki eksploatacja powierzchniowa.

Ponadto nowe warstwy powstają także jako wynik złożonych i często wieloetapowych analiz geoprzestrzennych. Warstwy te mogą być również obciążone błędami topologicznymi, szczególnie pomiędzy wewnątrzwarstwowymi obiektami. Należy je także poddać odpowiedniej kontroli topologicznej, zgodnie z przyjętymi regułami (Rozdział 2.1.3.1).

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 jednoznaczny, opisany poniżej. Zestandaryzowane nazewnictwo plików jest

warunkiem efektywnego importu wykonanego atlasu do zasobów Centralnej Bazy Danych Geologicznych PIG-PIB (CBDG) oraz efektywnego udostępniania produktów końcowych w internetowych portalach mapowych (Rodział 7).

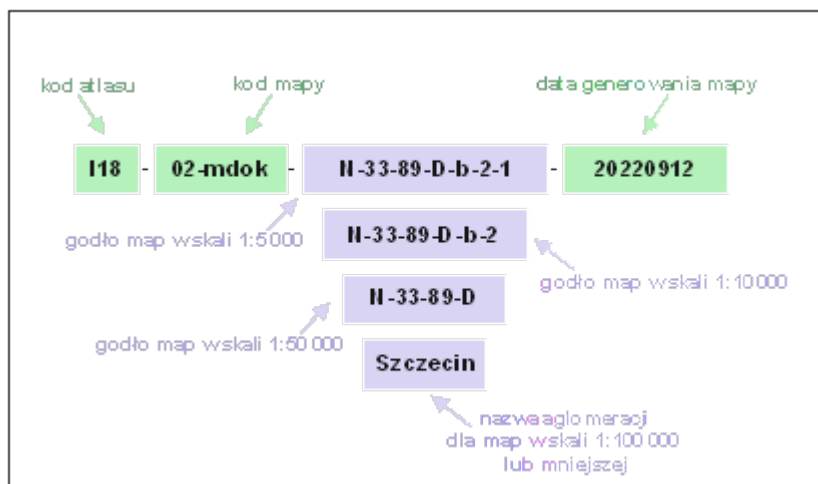
2.1.4.1 Arkusze map

Nazwy plików arkuszy map powinny składać się z następujących elementów (Rysunek 4):

- kod atlasu np. I05 (Tabela 1);
- kod nazwy mapy np. mlok (Tabela 2);
- godło arkusza mapy lub nazwa obszaru/aglomeracji (skala 1:100 000 i mniejsza);
- data wydruku.

Przykłady:

- nazwa pliku dla map w skali 1:10 000 (zgodnie z Tabela 2):
 - I18-02-mdok-N-33-89-D-b-2-20220914;
 - I18-03-sg1m-N-33-89-D-b-2-20220916;
 - I18-04-sg2m-N-33-89-D-b-2-20220916;
 - I18-05-sg5m-N-33-89-D-b-2-20220916’;
 - I18-06-pzwp-N-33-89-D-b-2-20220915;
- ...
- nazwa pliku dla map w skali 1:50 000 (zgodnie z Tabela 2):
 - I18-11-gmrf-N-33-89-D-20220918;
- nazwa pliku dla map w skali 1:100 000 (zgodnie z Tabela 2)
 - I18-01-mlok-Szczecin-20220910;
 - I18-12-mzut-Szczecin-20220921.



Rysunek 4 Schemat obrazujący elementy składowe nazw plików

Na zielono oznaczono elementy stałe dla każdej odrębnej mapy tematycznej, na fioletowo elementy zmienne w obrębie jednej mapy tematycznej.

2.1.4.2 Przekroje geologiczno-inżynierskie

Nazwy plików przekrojów geologiczno-inżynierskich mają postać:

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

Przykłady:

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

2.1.4.2.1 Karty otworów

Wytyczne dotyczące nazewnictwa kart otworów (punktów dokumentacyjnych) (znajdują się w dokumencie: „Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych” [45], który dotyczy zagadnień wprowadzania danych otworowych do bazy danych.

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 wraz z możliwymi wariantami, co da wiedzę na temat powierzchni i zasięgu opracowania w zależności od wariantu. Pozwoli to także na określenie rejonu, w jakim należy szukać wszelkiego rodzaju dokumentacji niosących informację przydatną przy tworzeniu atlasów geologiczno-inżynierskich.

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 dla każdego wariantu.

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, w zależności od obranego wariantu, 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 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.

4 GROMADZENIE I PRZETWARZANIE DANYCH

Po sporządzeniu studium wykonalności atlasu geologiczno-inżynierskiego, w którym określono zakres dostępnych danych otworowych i przestrzennych, należy rozpocząć ich gromadzenie i weryfikację dla obszaru zgodnego z wybranym wariantem. Wariant ten najczęściej jest uzgadniany z władzami samorządowymi, na których obszarze ma być wykonywany Atlas, jeszcze przed rozpoczęciem prac nad atlasem.

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

- pozyskiwanie danych i informacji geologicznych ze wszelkich dostępnych źródeł (zewnętrznych i wewnętrznych);
- przechowywanie zebranych danych i informacji w formie cyfrowej bazy danych oraz w formie papierowej w archiwum (np. Narodowe Archiwum Geologiczne);
- kompletowanie danych i ich aktualizowanie .

Przetwarzanie (cyfrowanie, digitalizowanie) zgromadzonych danych polega na przekształceniu materiałów archiwalnych do postaci umożliwiającej ich przechowywanie i edycję zarówno w otworowej jak i przestrzennej bazie BDGI, przy jednoczesnym zachowaniu treści dokumentów. Dzięki temu możliwe jest bieżące zarządzanie zbiorami danych, dostęp do nich, migracja do CBDG oraz ich archiwizacja i udostępnianie .

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;
- przepisywanie danych z dokumentacji do bazy BDGI WFM;
- geokodowanie rastrów;
- wektoryzację elementów mapy;
- kodowanie atrybutów;
- weryfikację poprawności topologicznej;
- opracowanie symboliki obiektów;
- zmianę formatu zapisu danych;
- zmianę odniesień przestrzennych;
- weryfikację i uzupełnienie informacji opisowej (atrybuty);
- scalanie i reklasyfikację wydzielań;
- 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, PUWG-1965, PUWG 1942 itp.). Jest to ważne ze względu na regulacje prawne dotyczące stosowania systemu odniesień przestrzennych [8][10].

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 zazwyczaj 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 30m.

Poza terenami zurbanizowanymi niemal zawsze liczba otworów jest niedostateczna. Należy wówczas zaplanować w siatce kilometrowej 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 geologiczne można uznać za proste, do 20 serii – jako złożone, a powyżej 20 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, statystyczną 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. Baza BDGI uzupełniona o wyniki wykonanych prac stanowi podstawę do opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego.

5.1 PROJEKTOWANIE PUNKTÓW DOKUMENTACYJNYCH

5.1.1 DEFINICJE

Kalibracja (georeferencja, osadzenie przestrzenne) – czynność polegająca na nadaniu plikom (zazwyczaj obrazom map rastrowych) odpowiedniej informacji dotyczącej ich położenia w celu wpasowania w dwuwymiarową przestrzeń zadanego układu współrzędnych. Zazwyczaj odbywa się to poprzez:

- odniesienie do siatki układu współrzędnych (o ile materiał źródłowy taką informację posiada);
- odniesienie do punktów charakterystycznych, łatwych do rozpoznania zarówno na materiale kalibrowanym jak i podstawowym źródle topograficznym (np. skrzyżowania dróg, studnie, stare budynki, kościoły);
- odniesienie do danych katastralnych (przebieg granic i numery działek).

Informacja o położeniu pliku na mapie może być dodana do samego pliku rastrowego (np.: geotiff) lub jako osobny plik tekstowy o takiej samej nazwie, ale o odpowiednim rozszerzeniu (np.: .tfw). Kalibracja jest jednym z ważniejszych etapów podczas gromadzenia danych (zeskanowanych map rastrowych).

Warstwa archiwalnych punktów dokumentacyjnych – warstwa informacyjna, zawierająca punkty dokumentacyjne z archiwalnych dokumentacji geologicznych (geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, złożowych oraz innych) i geotechnicznych oraz innych opracowań o charakterze geologicznym i geotechnicznym. Warstwa zawiera podstawowe informacje o archiwalnych punktach dokumentacyjnych umożliwiające ich identyfikację, przede wszystkim nazwę punktu archiwalnego, jego współrzędne X i Y oraz nr CBDG dokumentu, z którego punkt został zaczerpnięty. Warstwa ta jest podstawą do określenia lokalizacji punktów dokumentacyjnych gromadzonych w ramach BDGI.

Warstwa projektowanych punktów dokumentacyjnych – warstwa informacyjna, zawierająca punkty dokumentacyjne, projektowane na potrzeby aktualnie realizowanego zadania (Atlasu geologiczno-inżynierskiego).

Punkt archiwalny – każdy punkt dokumentacyjny zawarty w archiwalnych dokumentacjach geologicznych (geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, złożowych oraz innych) i geotechnicznych oraz w innych opracowaniach o charakterze fizjograficznym, geologicznym i geotechnicznym.

Punkt archiwalny źródłowy – punkt dokumentacyjny wykonany na potrzeby archiwalnych dokumentacji geologicznych (geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, złożowych oraz innych) i geotechnicznych oraz innych opracowań o charakterze fizjograficznym, geologicznym i geotechnicznym.

Punkt archiwalny historyczny – punkt dokumentacyjny wykorzystany na potrzeby archiwalnych dokumentacji geologicznych (geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, złożowych oraz innych) i geotechnicznych oraz innych opracowań o charakterze fizjograficznym, geologicznym i geotechnicznym, pochodzący ze starszych dokumentacji i opracowań niż dokumentacja do której został wykorzystany.

Projektowany punkt dokumentacyjny – otwór wiertniczy, sondowanie lub węzeł badawczy projektowany na potrzeby aktualnie realizowanego zadania (Atlasu geologiczno-inżynierskiego).

Szablon warstwy informacyjnej – opracowana struktura warstwy informacyjnej o ustalonych polach tabeli atrybutów (np. dla archiwalnych punktów dokumentacyjnych: Tabela 5) w postaci pliku shp. Każda opracowywana warstwa informacyjna posiada dedykowany szablon struktury tabeli atrybutów Tabela 5 (Załącznik nr 1 - Rozdział 11).

Zestawienie archiwalnych dokumentacji geologicznych – tabelaryczne zestawienie archiwalnych dokumentacji geologicznych (geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, złożowych oraz innych) i geotechnicznych oraz innych opracowań o charakterze fizjograficznym, geologicznym i geotechnicznym, zawierające między innymi: numery katalogowe/inwentarzowe i/lub CBDG archiwalnych dokumentów, tytuły, autorów, rok wykonania oraz liczby archiwalnych punktów dokumentacyjnych występujących w danej dokumentacji. Zestawienie to jest źródłem informacji identyfikującym archiwalne punkty dokumentacyjne w tworzonej otworowej (p-BDGI) oraz przestrzennej (m-BDGI) bazie danych.

5.1.2 PRZYGOTOWANIE PRZESTRZENNEJ BAZY ARCHIWALNYCH PUNKTÓW DOKUMENTACYJNYCH

Projektowanie punktów dokumentacyjnych powinno być poprzedzone zebraniem i analizą dostępnych materiałów archiwalnych oraz utworzeniem warstwy informacyjnej archiwalnych punktów dokumentacyjnych. Bazę należy opracować wykorzystując przygotowany szablon warstwy informacyjnej.

Poniżej przedstawiono strukturę tabeli atrybutów warstwy informacyjnej archiwalnych punktów dokumentacyjnych (Tabela 5).

Tabela 5 Szablon struktury warstwy archiwalnych punktów dokumentacyjnych

Warstwa: AGI_OTW_BDGI_PKT_ARCH_IXX*					
Alias warstwy: BDGI: Skalibrowane archiwalne punkty dokumentacyjne dla IXX*					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZWA_ARCH	Nazwa archiwalna otworu	Text	25	-	-
X_PL-1992	X [PL-1992, N]	Double	-	8	2
Y_PL-1992	Y [PL-1992, E]	Double	-	8	2
Z_MNPM	Z [mnpm]	Double	-	6	2
NRDOK_INW	Numer inwentarzowy dokumentacji archiwalnej	Text	225	-	-
NRDOK_KAT	Numer katalogowy dokumentacji archiwalnej	Text	225	-	-
NRDOK_CBDG	Numer CBDG dokumentacji archiwalnej	Text	12	-	-
UWAGI	Uwagi – dodatkowe informacje	Text	125	-	-
PODST_LOK	Podstawa lokalizacji punktu dokumentacyjnego	Text	25	-	-
KAT_OTWORU	Kategoria punktu dokumentacyjnego (nowy/archiwalny)	Text	10	-	-
TYP_OTWORU	Typ punktu dokumentacyjnego (wiercenie, szurf itp.)	Text	16	-	-
DATA_KAL	Data skalibrowania otworu dokumentacyjnego	Text	10	-	-

Warstwa: AGI_OTW_BDGI_PKT_ARCH_IXX*					
Alias warstwy: BDGI: Skalibrowane archiwalne punkty dokumentacyjne dla IXX*					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
NAZWA_BDGI	Nadana nazwa otworu (dla BDGI)	Text	20	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
* - gdzie Ixx to kod atlasu (Tabela 1)					

Przy tworzeniu warstwy informacyjnej, szczególną uwagę należy zwrócić na właściwą lokalizację archiwalnego punktu dokumentacyjnego.

5.1.2.1 Metody określania lokalizacji punktów archiwalnych

Przy tworzeniu warstwy informacyjnej archiwalnych punktów dokumentacyjnych należy wykorzystywać dane archiwalne dające możliwość wyznaczenia wiarygodnej lokalizacji, poprzez jedną z poniższych metod:

- dla dokumentacji, które zawierają tabelaryczne zestawienia archiwalnych punktów dokumentacyjnych wraz z ich współrzędnymi w układach PL-1992 lub PL-2000 – bezpośrednie wykorzystanie współrzędnych X i Y do określenia lokalizacji archiwalnego punktu dokumentacyjnego, z zastosowaniem odpowiednich narzędzi w środowisku GIS;
- dla dokumentacji, które nie zawierają tabelarycznego zestawienia archiwalnych punktów dokumentacyjnych, ale posiadają karty otworów z podanymi współrzędnymi w układach PL-1992 lub PL-2000 – bezpośrednie wykorzystanie współrzędnych X i Y do określenia lokalizacji archiwalnego punktu dokumentacyjnego, z zastosowaniem odpowiednich narzędzi w środowisku GIS;
- dla archiwalnych dokumentacji nie zawierających tabelarycznego zestawienia archiwalnych punktów dokumentacyjnych wraz z ich współrzędnymi albo zawierających zestawienie w układach innych niż w PL-1992 lub PL-2000 – kalibracja map dokumentacyjnych w aplikacji wykorzystującej środowisko GIS i określenie lokalizacji archiwalnych punktów dokumentacyjnych na podstawie treści na nich zawartych;
- dla wybranych dokumentacji hydrogeologicznych – pośrednie określenie lokalizacji punktu badawczego na podstawie porównania treści map i warstw referencyjnych, z wykorzystaniem dostępnych serwisów mapowych (ortofotomapy, zdjęcia lotnicze, itp.).

5.1.2.1.1 Lokalizowanie punktów archiwalnych na podstawie zestawienia tabelarycznego współrzędnych X i Y

W przypadku bezpośredniego wykorzystania współrzędnych X i Y do określenia lokalizacji archiwalnego punktu dokumentacyjnego należy wziąć pod uwagę, jaki system odniesień przestrzennych został zastosowany w danej dokumentacji. W przypadku:

- układu współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992 do wskazania lokalizacji archiwalnych punktów dokumentacyjnych stosuje się bezpośrednio wartości X i Y zamieszczone w zestawieniach tabelarycznych pod warunkiem, że X wskazuje współrzędną północną (N), natomiast Y współrzędną wschodnią (E);
- układu współrzędnych płaskich prostokątnych PL-2000 do wskazania lokalizacji archiwalnych punktów dokumentacyjnych należy zastosować wartości X i Y przeliczone z układu PL-2000 na układ PL-1992.

Należy zwrócić uwagę na zapis współrzędnych X i Y, ponieważ w różnych dokumentacjach dane te mogą być zamienione miejscami. Prace techniczne związane z opracowaniem lokalizacji archiwalnych punktów dokumentacyjnych na podstawie wartości X i Y polegają na:

- przygotowaniu zestawienia tabelarycznego współrzędnych X i Y w układzie PL-1992 oraz w postaci wybranego formatu pliku (xls, xlsx, csv itp.);
- utworzeniu obiektów punktowych na podstawie implementowanych współrzędnych X i Y, z wykorzystaniem odpowiednich narzędzi w środowisku GIS;

- dodaniu/skopiowaniu utworzonych obiektów punktowych do przestrzennej bazy danych archiwalnych punktów dokumentacyjnych (p-BDGI);
- wprowadzeniu do bazy wymaganych atrybutów dla każdego punktu zgodnie z informacjami zawartymi w dokumentacji i tabelarycznym zestawieniu archiwalnych dokumentacji geologicznych.

Po opracowaniu lokalizacji archiwalnych punktów z danej dokumentacji, należy zweryfikować je z lokalizacjami zawartymi na mapach dokumentacyjnych załączonych do opracowania. W przypadku wystąpienia błędów należy podjąć próbę określenia przyczyny błędu, a następnie, jeżeli to możliwe, dokonać odpowiednich korekt. W przypadkach wątpliwych, każdą z lokalizacji należy ocenić indywidualnie i przyjąć jedno z rozwiązań:

- zastosować lokalizację z zestawienia tabelarycznego współrzędnych X i Y zawartego w dokumentacji;
- zastosować lokalizację zgodną ze współrzędnymi X i Y zawartymi na karcie dokumentacyjnej otworu wiertniczego;
- zastosować lokalizację zgodną z mapą dokumentacyjną;
- w skrajnym przypadku zrezygnować z rozpatrywanego punktu.

Dla tej metody lokalizowania punktów archiwalnych, jako podstawę lokalizacji (Tabela 5) w kolumnie PODST_LOK (Podstawa lokalizacji punktu dokumentacyjnego) należy podać: „współrzędne X i Y”.

5.1.2.1.2 Lokalizowanie punktów archiwalnych na podstawie skalibrowanych map dokumentacyjnych

W tej metodzie lokalizację archiwalnego punktu dokumentacyjnego określa się na podstawie informacji zawartych na mapach dokumentacyjnych. Mapy te należy skalibrować (osadzić w przestrzeni) z wykorzystaniem warstw referencyjnych o znanym odniesieniu geoprzestrzennym. Podstawowym źródłem warstw referencyjnych jest serwis geoportal.gov.pl. W serwisie tym zgromadzone są dane niezbędne do kalibracji map dokumentacyjnych, takie jak:

- dane topograficzne (BDOT10k);
- mapy i podkłady topograficzne (głównie w skali 1:10 000);
- ortofotomapy;
- numeryczne modele terenu;
- dane ogólnogeograficzne i tematyczne;
- dane katastralne;
- elementy mapy zasadniczej i zagospodarowania przestrzennego.

Kalibrację map dokumentacyjnych zaleca się wykonywać w środowisku GIS, z wykorzystaniem załączników w formatach graficznych typu: jpg, tif, bmp, png. Proces kalibracji mapy dokumentacyjnej zwykle odbywa się w dwóch etapach:

- *Ogólny* – orientacyjne osadzenie w przestrzeni map dokumentacyjnych na podstawie map kartograficznych małoskalowych – np. mapy topograficzne w skali 1:10 000 i mniejszej;
- *Szczegółowy* – dokładne osadzenie w przestrzeni (zwykle doprecyzowanie etapu ogólnego) map dokumentacyjnych na podstawie danych wielkoskalowych – np. ortofotomapy, zdjęcia lotnicze, mapy zasadnicze, granice nieruchomości/działek (kataster).

W sytuacjach, gdy opracowanie zawiera mapy dokumentacyjne w skali 1:10 000 lub mniejszej, nie ma możliwości przeprowadzenia etapu szczegółowego kalibracji. Wówczas należy mapy dokumentacyjne osadzić przestrzennie, możliwie najdokładniej, z wykorzystaniem map topograficznych w skali 1:10 000 i/lub mniejszej (adekwatnych do zastosowanych w opracowaniu), właściwych dla etapu ogólnego. Tak skalibrowane mapy mogą być dodatkowo zweryfikowane z treścią warstw referencyjnych wielkoskalowych, właściwych dla etapu szczegółowego.

W niektórych sytuacjach, podczas kalibracji map dokumentacyjnych, można zrezygnować z etapu ogólnego. Dotyczy to głównie dokumentacji kubaturowych obiektów budowlanych, dla których podane są dane adresowe lub numery działek. Wówczas należy, przy użyciu serwisów umożliwiających wyszukiwanie danych adresowych lub katastralnych, zidentyfikować miejsce wskazane w dokumentacji i skalibrować mapy na podstawie danych wielkoskalowych (etap szczegółowy).

Na każdym z przedstawionych wyżej etapów mapy dokumentacyjne kalibruje się na podstawie charakterystycznych elementów zidentyfikowanych zarówno na analizowanej mapie jak i na warstwie referencyjnej. Zwykle są to:

- skrzyżowania ciągów komunikacyjnych (drogi, linie kolejowe, itp.);
- naroża obiektów budowlanych;
- granice nieruchomości/działek;
- inne specyficzne obiekty, takie jak słupy linii elektroenergetycznych, kominy, widoczne studzienki infrastruktury podziemnej, itp.;
- charakterystyczne, niezmiennie elementy przyrodnicze (szczyty, koryta rzek itp.).

Dla części archiwalnych map dokumentacyjnych może nie być możliwe przeprowadzenie procesu kalibracji lub możliwy do wykonania będzie tylko etap ogólny kalibracji. Przyczyną tego jest brak wystarczających danych, takich jak:

- brak mapy dokumentacyjnej, opracowanie zawiera jedynie mapę lokalizacyjną w skali 1:10 000 i mniejszej;
- mało precyzyjny szkic sytuacyjny, zwykle dołączany do starszych dokumentacji;
- brak jednoznacznych charakterystycznych elementów na mapie (np. starsze mapy dokumentujące złoża, które często zawierają wyłącznie nieaktualne granice pól wydobywczych i poziomice powierzchni terenu);
- nieaktualna sytuacja przedstawiona na mapach dokumentacyjnych – obecnie nastąpiła zmiana zagospodarowania terenu uniemożliwiająca precyzyjną lokalizację dokumentowanego obszaru;
- niska jakość załączników graficznych i związana z tym nieczytelność danych.

W przypadku braku możliwości precyzyjnego osadzenia przestrzennego map dokumentacyjnych, a tym samym braku możliwości wskazania poprawnej lokalizacji punktu lub punktów dokumentacyjnych, należy na tym etapie takie dane wykluczyć z tworzonej bazy.

Należy jednak mieć na uwadze, że w przypadku pracy z dokumentacjami w międzyczasie może pojawić się możliwość wskazania lokalizacji punktów pierwotnie wykluczonych. Są to następujące przestanki:

- dokumentator archiwalnej dokumentacji mógł posiadać dodatkowe informacje o lokalizacji archiwalnych punktów historycznych, umożliwiające wtórne określenie ich lokalizacji. Wówczas należy uznać, że lokalizacja tych punktów jest wiarygodna;
- zostały określone, na podstawie innych dokumentów, minimum 3 wiarygodne lokalizacje punktów archiwalnych, które umożliwiają skalibrowanie odrzuconej mapy dokumentacyjnej w oparciu o ich pozycje. Należy zwrócić uwagę, że metoda ta może być obciążona dużym błędem. Przydatność tak zlokalizowanych archiwalnych punktów dokumentacyjnych należy rozpatrywać indywidualnie dla każdego przypadku.

Po zakończeniu procesu kalibracji należy utworzyć w warstwie informacyjnej punktów archiwalnych obiekty punktowe, zgodne z lokalizacją przedstawioną na analizowanych mapach, zawierające odpowiednie wpisy w tabeli atrybutów.

Dla tej metody lokalizowania punktów archiwalnych, jako podstawę lokalizacji (Tabela 5) w kolumnie PODST_LOK (Podstawa lokalizacji punktu dokumentacyjnego) należy podać: „kalibracja mapy”

5.1.2.1.3 Pośrednie określenie lokalizacji punktu badawczego, z wykorzystaniem dostępnych serwisów mapowych

Metoda ta jest możliwa do wykorzystania w przypadku niektórych dokumentacji hydrogeologicznych, dotyczących ujęć wód podziemnych i polega na:

- zlokalizowaniu analizowanego ujęcia/obiektu na podstawie danych adresowych z dokumentacji lub szkicu lokalizacyjnego z karty otworu, na wielkoskalowych warstwach referencyjnych;
- bezpośrednim porównaniu treści mapy dokumentacyjnej z treścią warstw referencyjnych (ortofotomapa, zdjęcia lotnicze, mapy zasadnicze) i określeniu lokalizacji archiwalnego punktu dokumentacyjnego w oparciu o rozmieszczenie obiektów charakterystycznych dla danego ujęcia, takich jak:
 - hydrofornia, zbiorniki na wodę;
 - ogrodzenie studni ujęcia wód podziemnych, widoczna zabudowa studni;
 - inne budowle towarzyszące ujęciom;
 - obiekty sąsiadujące z rozpatrywanym ujęciem;
- utworzeniu, w warstwie informacyjnej punktów archiwalnych, obiektu punktowego w zdefiniowanej lokalizacji, zawierającego odpowiednie wpisy w tabeli atrybutów.

Dla tej metody lokalizowania punktów archiwalnych, jako podstawę lokalizacji (Tabela 5) w kolumnie PODST_LOK (Podstawa lokalizacji punktu dokumentacyjnego) należy podać: „metoda pośrednia - mapa”.

5.1.2.2 Proces analizy i weryfikacji archiwalnych punktów dokumentacyjnych

W trakcie opracowywania warstwy archiwalnych punktów dokumentacyjnych należy korzystać ze sporządzonego zestawienia archiwalnych dokumentacji geologicznych. Zestawienie to zawiera niezbędne dane konieczne do wypełnienia tabeli atrybutów tworzonej bazy, między innymi:

- numer katalogowy i/lub numer inwentarzowy NAG dokumentacji;
- ID CBDG dokumentacji;
- liczbę punktów archiwalnych źródłowych (wykonanych na potrzeby tej dokumentacji);
- liczbę punktów archiwalnych historycznych (zaczepniętych z innych dokumentacji).

Prace związane z tworzeniem warstwy archiwalnych punktów dokumentacyjnych mają określić prawidłową lokalizację tych punktów oraz zweryfikować przydatność danych archiwalnych do dalszego wykorzystania. W związku z tym analizując każdą z dokumentacji archiwalnych, należy zawsze określić kategorię punktu i zapisać ją w tabeli atrybutów w odpowiedniej kolumnie (KAT_OTWORU):

- N - archiwalne punkty źródłowe (nowe, wykonane dla tej dokumentacji);
- A - archiwalne punkty historyczne (zaczepnięte z wcześniejszych, archiwalnych dokumentacji).

Określenie takich informacji zwiększa poziom poprawności wskazania lokalizacji analizowanych archiwalnych punktów dokumentacyjnych. Podstawowym założeniem podczas tworzenia przestrzennej bazy archiwalnych punktów dokumentacyjnych jest dążenie do uzyskania dostępu do źródłowej dokumentacji, w celu wykorzystania informacji źródłowej archiwalnych punktów dokumentacyjnych, wykonanych na potrzeby tej konkretnej dokumentacji. Należy uznać, że w dokumentacjach źródłowych ich lokalizacja jest wskazana prawidłowo i obciążona najmniejszym błędem (wyjątek mogą stanowić stare dokumentacje hydrogeologiczne). Ponadto dopuszcza się wykorzystanie archiwalnych punktów historycznych, zawartych w danej dokumentacji, ale zaczepniętych z innych materiałów archiwalnych. Jest to możliwe wyłącznie w sytuacji, kiedy nie ustalono dla tych punktów dokumentacji źródłowej. W takim przypadku należy wykorzystać informacje z dokumentu opracowanego najwcześniej.

W przypadku wykorzystania archiwalnych punktów historycznych do tworzenia warstwy informacyjnej, w celu uniknięcia dublowania punktów dokumentacyjnych w bazie, należy każdorazowo weryfikować, czy takie punkty nie zostały wskazane w innych dokumentach i nie są już dodane do tworzonej warstwy. Weryfikację takich punktów należy przeprowadzić biorąc pod uwagę:

- lokalizację otworu (z uwagi na powielanie materiałów z wieloletniego okresu lokalizacje takie mogą być obciążone dużym błędem);
- profil litologiczny otworu, jako cechę praktycznie niezmienną, a przez to bardziej wiarygodną;
- metrykę otworu (nazwa punktu, wykonawca, inwestor itp.).

Po stwierdzeniu dublowania się punktów archiwalnych należy pozostawić w warstwie informacyjnej lokalizację punktu, która została określona w najstarszej, najwcześniej wykonanej dokumentacji. W wyjątkowej sytuacji, kiedy w starszych dokumentacjach lokalizacja punktu nie jest precyzyjnie przedstawiona, można przyjąć lokalizację punktu z dokumentacji młodszych, pod warunkiem, że nie budzi ona wątpliwości.

Należy pamiętać, że w trakcie postępu prac i analiz kolejnych dokumentacji może zostać ustalona źródłowa dokumentacja punktu archiwalnego historycznego. Wówczas należy zaktualizować jego dane zawarte w Tabeli 5.

Ponadto w trakcie opracowywania warstwy archiwalnych punktów dokumentacyjnych należy zweryfikować ich liczbę (punktów archiwalnych źródłowych i historycznych) podaną w zestawieniu archiwalnych dokumentacji geologicznych, uwzględniając jakość i przydatność danych archiwalnych. Do dalszych prac analitycznych wskazane mogą być tylko te dokumentacyjne punkty archiwalne, które zawierają komplet informacji dotyczących ich lokalizacji i profilu geologicznego.

Do dalszego wykorzystania nie są przydatne otwory, które:

- nie posiadają informacji o lokalizacji i profilu geologicznym;
- nie posiadają informacji o lokalizacji, ale posiadają profil geologiczny;
- posiadają informację o lokalizacji, ale nie posiadają profilu geologicznego;
- posiadają profil geologiczny interpretowany z sondowań geotechnicznych;
- są profilem przewidywanym, przedstawionym na potrzeby projektowania;
- są uśrednionym profilem zbiorczym z kilku innych, nieokreślonych otworów (np. pod gruntowe pompy ciepła).

W przypadku braku karty otworu dopuszcza się wykorzystanie otworów, których profil geologiczny można odczytać z przekrojów geologicznych, przy możliwości określenia ich lokalizacji z zestawienia tabelarycznego współrzędnych X i Y lub ze skalibrowanej mapy dokumentacyjnej.

Oprócz dokonywania odpowiednich wpisów do opracowywanej bazy otworów archiwalnych, należy prowadzić oddzielne, pomocnicze zestawienie tabelaryczne (Tabela 6) zawierające:

- wykaz powtarzających się otworów archiwalnych (tzw. dublety) w dwóch i/lub większej liczbie dokumentacji archiwalnych;
- wykaz otworów, dla których istnieje konieczność weryfikacji danych zawartych w Zestawieniu archiwalnych dokumentacji geologicznych.

Należy przy tym korzystać z odpowiedniego szablonu tabeli pomocniczej (Tabela 6), zbierającej informacje o zdublowanych archiwalnych punktach dokumentacyjnych oraz innych problematycznych punktach archiwalnych, wymagających oddzielnych komentarzy.

W pomocniczym zestawieniu otworów należy podać:

- numer katalogowy i/lub inwentarzowy analizowanej dokumentacji;
- nazwy archiwalnych punktów historycznych w danym dokumencie;

- numery katalogowe/inwentarzowe innych dokumentacji archiwalnych, w których powtarza się zdublowany archiwalny punkt historyczny wraz z podaniem jego nazwy z każdej zidentyfikowanej dokumentacji;
- zweryfikowaną liczbę punktów archiwalnych źródłowych i historycznych przydatnych do dalszych prac.

Tabela 6 Szablon pomocniczej tabeli dotyczącej problematycznych punktów dokumentacyjnych

Dokumentacje/ otwory wymagające wyjaśnienia lub weryfikacji			Źródłowa dokumentacja archiwalna		Identyfikacja w innych/ pozostałych dokumentacjach archiwalnych		Uwagi 1	Uwagi 2	Uwagi 3
Numer katalogowy/ inwentarzowy analizowanej dokumentacji	Nazwa/ numer otworu wg analizowanej dokumentacji	Status otworu wg analizowanej dokumentacji	Numer katalogowy/ inwentarzowy oryginalnej dokumentacji	Nazwa/ numer otworu wg oryginalnej dokumentacji	Numer katalogowy/ inwentarzowy innej archiwalnej dokumentacji	Nazwa/numer otworu wg innej archiwalnej dokumentacji			

W tabeli pomocniczej, w celu wskazania konkretnego punktu dokumentacyjnego, którego dotyczy odkryty problem, niezbędne jest, aby w rubryce „Dokumentacje/otwory wymagające wyjaśnienia lub weryfikacji” został podany:

- numeru inwentarzowy lub/i katalogowy analizowanej dokumentacji archiwalnej;
- nazwa/numer punktu dokumentacyjnego, zgodny z analizowaną dokumentacją archiwalną.

Należy także określić status takiego punktu, to znaczy ustalić czy jest on wykonany na potrzeby analizowanej dokumentacji (punkt archiwalny źródłowy), czy też jest dla niej archiwalny (punkt archiwalny historyczny), czyli pobrany z wcześniej wykonanych opracowań. W pierwszym wypadku, w rubryce „Status otworu w analizowanej dokumentacji” należy wstawić tekst: „archiwalny źródłowy”, natomiast gdy jest to otwór wykorzystany z innego opracowania, należy wstawić tekst „archiwalny historyczny”.

W przypadku archiwalnych punktów historycznych (w tym dublujących się), jeśli została zidentyfikowana dokumentacja źródłowa, w rubryce „Źródłowa dokumentacja archiwalna”, należy wpisać:

- numer inwentarzowy i/lub katalogowy archiwalnej dokumentacji źródłowej, z której został zaczerpnięty punkt dokumentacyjny;
- nazwę/numer punktu dokumentacyjnego znajdującego się w archiwalnej dokumentacji źródłowej.

W przypadku zidentyfikowania kolejnych dokumentacji/opracowań, w których dany punkt dokumentacyjny został także wykorzystany, należy w rubryce „Identyfikacja w innych/pozostałych dokumentacjach archiwalnych” wpisać dane tych wszystkich dokumentacji, w których występuje rozpatrywany otwór jako punkt archiwalny historyczny.

Dodatkowo, jeżeli zachodzi taka potrzeba, należy opisać jakiegokolwiek napotkane problemy związane z punktem dokumentacyjnym, w rubryce „Uwagi”.

Ponadto przy korzystaniu z archiwalnych dokumentacji można niejednokrotnie się zetknąć z innymi problemami niż archiwalne punkty historyczne lub dublujące się otwory. Najczęściej należą do nich takie przypadki jak:

- dokumentacja zawiera mapy, których nie można skalibrować, w związku z czym nie można skorzystać z otworów w nich zawartych;
- dokumentacja zawiera mapy o bardzo niskiej jakości, w związku z czym otwory w nich zawarte mogą być zlokalizowane w sposób niedokładny lub wątpliwy;
- dokumentacja i otwory, w których pojawiają się wątpliwości dotyczące nazewnictwa otworów, brakujących kart profilów, zawierających niepełne dane identyfikacyjne lub niepełny/wątpliwy profil geologiczny;

- pozostałe przypadki, w których pojawiają się wątpliwości dotyczące poprawności danych/informacji.

W takich przypadkach należy opisać problem/wątpliwości dotyczące danego punktu w rubrykach „Uwagi”, przy czym dla zachowania porządku:

- w polu „Uwagi” należy wpisać informacje dotyczące zidentyfikowanych, podczas cyfrowania, problemów/wątpliwości dotyczących archiwalnych punktów dokumentacyjnych (wypełnia osoba wykonująca cyfrowanie punktów dokumentacyjnych);
- w polu „Uwagi 2” należy wpisać ewentualne komentarze i wątpliwości, powstałe po aktualizacji zestawienia archiwalnych dokumentacji geologicznych (wypełnia osoba wykonująca aktualizację zestawienia archiwalnych dokumentacji geologicznych i/lub osoba aktualizująca bazę BDGI w ramach wykonywania atlasu geologiczno-inżynierskiego);
- w polu „Uwagi 3” należy wpisać ewentualne komentarze i odpowiedzi wyjaśniające na wątpliwości powstałe po aktualizacji zestawienia archiwalnych dokumentacji geologicznych (wypełnia osoba wykonująca cyfrowanie punktów dokumentacyjnych).

Wszelkie wymienione wątpliwości i problemy ujęte w tabeli, należy weryfikować i aktualizować w trakcie późniejszych prac i podczas aktualizowania zestawienia archiwalnych dokumentacji geologicznych.

5.1.3 OKREŚLENIE OBSZARÓW PRZEZNACZONYCH DO UDOKUMENTOWANIA

Po przygotowaniu i zweryfikowaniu przestrzennej bazy danych punktów archiwalnych należy wykonać prace analityczne związane z wyznaczaniem obszarów o niewystarczającym stopniu udokumentowania otworami archiwalnymi, a więc tych, które powinny być objęte pracami uszczegóławiającymi rozpoznanie podłoża punktami dokumentacyjnymi. Zgodnie z założeniami (Rozdział 5.7) na potrzeby atlasu geologiczno-inżynierskiego przyjmuje się, że teren wystarczająco udokumentowany posiada co najmniej 20 otworów na km².

W związku z tym w celu wyznaczenia obszarów do dalszego udokumentowania należy wykluczyć:

- obszary wystarczająco udokumentowane, spełniające kryterium stopnia udokumentowania obszaru (Rozdział 5.7);
- obszary ściśle chronione: rezerваты ścisłe, parki narodowe;
- obszary o ograniczonej dostępności, na których wykonanie prac terenowych jest utrudnione lub niemożliwe, takie jak obiekty strategiczne z punktu widzenia obronności kraju (jednostki wojskowe, poligony) i gospodarki (rafinerie, duże zakłady chemiczne, elektrownie i elektrociepłownie) oraz obiekty o specyficznej działalności społecznej lub gospodarczej (fabryka materiałów pirotechnicznych, działające lotniska, duże węzły i bocznice kolejowe);
- obszary wód powierzchniowych.

Następnie należy zidentyfikować obszary, na których powinno się ograniczać liczbę projektowanych punktów dokumentacyjnych lub jeżeli to możliwe unikać ich projektowania z uwzględnieniem spełnienia kryteriów stopnia udokumentowania tj. co najmniej 20 otworów na km²:

- obszary zwartej zabudowy, ze względu na problem z wyznaczeniem miejsc prowadzenia robót geologicznych (występowania gęstej sieci infrastruktury nadziemnej i podziemnej oraz duże powierzchnie zabetonowane i zaasfaltowane, konieczność dodatkowych działań organizacyjnych i formalno-prawnych);
- rozległe obszary leśne wskazane jako tereny o ograniczonym procesie inwestycyjnym, (wyznaczone w studiach i planach zagospodarowania);
- rozległe obszary bagienne i torfowiska, będące terenami o ograniczonych możliwościach inwestycyjnych;
- obszary chronione, na których wykonanie robót geologicznych będzie ograniczone;

- obszary górnicze, ze względu na konieczność opracowania planu ruchu zakładu górniczego.

Dzięki temu możliwe jest wskazanie obszarów wymagających uszczegóławiającego rozpoznania podłoża, tak aby rozmieszczenie zaprojektowanych badań uzupełniających spełniało w całości kryterium wystarczającego udokumentowania terenu, to znaczy co najmniej 20 otworów na km². Należy zwrócić uwagę na obszary określone jako inwestycyjne w studiach zagospodarowania przestrzennego powierzchni terenu, które szczególnie z punktu widzenia planistycznego wymagają odpowiedniego udokumentowania.

5.1.4 PROJEKTOWANIE OTWORÓW WIERTNICZYCH

W celu jak najbardziej optymalnego rozpoznania budowy geologicznej obszaru atlasu zgodnie z założeniami (Rozdział 5.7), należy dążyć do poziomu wystarczającego udokumentowania terenu. W tym celu punkty dokumentacyjne należy zaprojektować w odpowiedniej liczbie na tych obszarach, na których jest możliwe przeprowadzenie sondowań i wierceń badawczych (Rozdział 5.1.3). Na potrzeby zaprojektowania badań terenowych należy utworzyć przestrzenną bazę projektowanych punktów dokumentacyjnych w oparciu o przygotowany szablon (Tabela 7), wypełniając na bieżąco tabelę atrybutów.

Tabela 7 Szablon struktury warstwy projektowanych punktów dokumentacyjnych

Warstwa: AGI_OTW_BDGI_PKT_PRG_IXX*					
Alias warstwy: BDGI: Projektowane punkty dokumentacyjne dla uzupełniającego udokumentowania IXX*					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZWA_PRG	Nazwa projektowanego otworu (PRG)	Text	5	-	-
X_PRG	X [PL-1992, N] (PRG)	Double	-	8	2
Y_PRG	Y [PL-1992, E] (PRG)	Double	-	8	2
H_PRG	H [m] rzędna projektowanego otworu	Double	-	6	2
GLUB_PRG	Głębokość projektowanego otworu [m]	Double	-	7	2
RODZ_BAD	Rodzaj projektowanego badania	Text	50	-	-
NR_EW_DZ	Numer (kod) ewidencyjny działki	Text	10	-	-
NR_OBREB	Numer (kod) obszaru ewidencyjnego	Text	10	-	-
IDENT_DZ	Identyfikator działki	Text	25	-	-
NAZWA_GMIN	Nazwa gminy	Text	50	-	-
NAZWA_POW	Nazwa powiatu	Text	25	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
NAZWA_BDGI	Nadana nazwa otworu (dla BDGI)	Text	20	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
* - gdzie lxx to kod atlasu (Tabela 1)					

Przy projektowaniu punktów dokumentacyjnych na potrzeby atlasów geologiczno-inżynierskich należy brać pod uwagę:

- minimalną liczbę punktów dokumentacyjnych niezbędną do spełnienia wymagań wystarczającego stopnia udokumentowania obszaru atlasu (Rozdział 5.7);
- maksymalną liczbę punktów dokumentacyjnych przewidzianych do wykonania w ramach danego zadania, uwzględniając maksymalny przewidziany metraż bieżący wierceń;
- w miarę możliwości równomierne rozmieszczenie projektowanych punktów na dokumentowanym obszarze;
- uwzględnienie występujących różnych form geomorfologicznych w celu udokumentowania odmiennych genetycznie i litologicznie struktur;
- uwzględnienie specyfiki planowanych poligonów badawczych dokumentujących w sposób szczegółowy lokalną budowę geologiczną.

Podczas wskazywania lokalizacji projektowanego punktu dokumentacyjnego należy zwrócić uwagę na techniczne aspekty, związane z logistyką i możliwością wykonania badania terenowego:

- projektowane punkty dokumentacyjne powinny być lokalizowane w odległości nie mniejszej niż 250 m od archiwalnych punktów badawczych;

- punkty dokumentacyjne należy lokalizować, w miarę możliwości, w bezpośrednim sąsiedztwie ciągów komunikacyjnych, w tym dróg leśnych, polnych itp. w taki sposób aby zapewnić dobry transport sprzętu wiertniczego, a prowadzone roboty geologiczne spowodowały jak najmniejsze szkody w obrębie nieruchomości;
- badania terenowe powinny być w miarę możliwości lokalizowane na obszarach nieużytków, celem minimalizacji strat na polach uprawnych;
- punkty dokumentacyjne należy lokalizować w pierwszej kolejności na nieruchomościach należących do Skarbu Państwa (w tym Lasów Polskich) oraz samorządów;
- jeżeli nie ma możliwości lokalizacji badań na gruntach Skarbu Państwa lub samorządu, punkty dokumentacyjne mogą być zlokalizowane na nieruchomościach prywatnych, jednak należy wówczas brać pod uwagę, że z powodu braku zgody właściciela nieruchomości, badania mogą nie zostać wykonane;
- w przypadku konieczności lokalizowania otworów na polach uprawnych należy wskazywać miejsca wzdłuż granic nieruchomości (na miedzy), w taki sposób aby transport sprzętu wiertniczego spowodował jak najmniejsze straty w uprawach. Należy unikać projektowania punktów po środku pól uprawnych, ponieważ istnieje duże prawdopodobieństwo braku możliwości wykonania robót geologicznych lub wyrządzenia dużych szkód. W takich sytuacjach zaleca się zaprojektowanie punktów wzdłuż tych granic nieruchomości, do których jest dojazd drogą lub nieużytkiem itp.; liczba punktów powinna być uzależniona od wielkości działki (pola), tak aby został spełniony stopień udokumentowania określony w Instrukcji;
- przy lokalizowaniu badań należy zwrócić uwagę na wielkość typowanego miejsca potrzebnego do wykonania prac (ważne w przypadku wierceń rdzeniowanych na płuczkę i potrzeby wykonania sondowań towarzyszących);
- przy lokalizowaniu badań na obszarach chronionych należy uwzględnić wymagania ochrony przyrody, lokalizując badania poza miejscami występowania szaty roślinnej oraz z uwzględnieniem wydanych decyzji organu ochrony przyrody;
- przy lokalizowaniu projektowanego punktu dokumentacyjnego należy uwzględnić właściwe przepisy BHP;
- przy uwzględnianiu lokalizacji projektowanego punktu dokumentacyjnego należy sprawdzić na aktualnych dokumentach lub dostępnych serwisach internetowych czy w pobliżu nie przebiega infrastruktura podziemna i/lub nadziemna.

Ponadto należy unikać lokalizowania punktów dokumentacyjnych:

- na obszarach niestabilnych (np. czynnych osuwisk);
- u podnóża ścian zagrożonych obrywami (np. pod półkami skalnymi);
- na obszarach o znacznych spadkach, uniemożliwiających prawidłowe ustawienie urządzeń wiertniczych;
- w obrębie pasów drogowych autostrad, dróg szybkiego ruchu, innych dróg o dużym natężeniu ruchu oraz linii kolejowych i tramwajowych;
- na obszarach lotnisk i ich bezpośredniego sąsiedztwa, gdzie prowadzone roboty geologiczne mogłyby powodować niebezpieczeństwo w ruchu statków powietrznych;
- na obszarze miejsc pochówków, stanowisk archeologicznych i miejsc kultu religijnego;
- w miejscach trudno dostępnych dla sprzętu wiertniczego. W tym przypadku należy wziąć pod uwagę nie tylko miejsce wykonywania badań, ale także dojazd do lokalizacji, przy czym powinno się zwrócić uwagę na dostępność istniejących ciągów komunikacyjnych, ponieważ mogą to być drogi prywatne, z których będzie można skorzystać dopiero po uzyskaniu zgody od właściciela.

Nie należy także lokalizować punktów dokumentacyjnych w odległości mniejszej niż:

- 15 metrów od krawędzi zboczy, skarp, klifów, chyba, że wymaga tego specyfika/wytyczne realizowanego zadania;

- 15 metrów od obiektów budowlanych;
- 30 metrów od skrajnego kabla nadziemnej linii elektroenergetycznej;
- 5 metrów od stwierdzonej infrastruktury podziemnej.

W przypadku braku możliwości spełnienia powyższych kryteriów należy zrezygnować z zaprojektowania punktu w analizowanej lokalizacji lub przesunąć otwór badawczy zgodnie z założeniami zatwierdzonego projektu robót geologicznych.

Podczas analizy technicznych aspektów lokalizacji projektowanych punktów dokumentacyjnych należy korzystać ze wszystkich dostępnych opracowań kartograficznych, w tym ogólnodostępnych serwisów mapowych oferujących wirtualne odzwierciedlenia topograficznego obrazu otoczenia projektowanego badania.

5.1.5 PROJEKTOWANIE SONDOWAŃ

Sondowania należy projektować w bezpośrednim sąsiedztwie otworów wiertniczych, tworząc tzw. węzły badawcze. W związku z tym zaleca się projektować sondowania przy lokalizacjach otworów wiertniczych przewidzianych do wykonania. W wyjątkowych sytuacjach można zaprojektować sondowanie przy otworze archiwalnym, pod warunkiem, że lokalizacja tego otworu jest wiarygodna, a dane dotyczące profilu litologicznego - kompletne.

Nie należy projektować sondowań w sąsiedztwie punktów archiwalnych, do których dostęp publiczny jest zabroniony.

Rodzaj przewidzianego do wykonania sondowania powinien być adekwatny do budowy geologicznej. Zaleca się weryfikację rodzaju sondowania na etapie prowadzenia robót geologicznych.

Procedura projektowania lokalizacji sondowań jest taka jak dla otworów wiertniczych. Jednak przy tworzeniu węzłów badawczych należy zwrócić uwagę, czy otwór wiertniczy jest zaprojektowany w lokalizacji zapewniającej odpowiednią ilość miejsca do swobodnego wykonania sondowania z zachowaniem odpowiedniej odległości od wykonanego otworu wiertniczego. W przypadku braku możliwości spełnienia kryteriów normowych, należy zrezygnować z projektowania sondowania w analizowanej lokalizacji lub odpowiednio skorygować lokalizację otworu wiertniczego tak, aby umożliwić wykonanie sondowania.

5.1.6 WERYFIKACJA ZAPROJEKTOWANYCH PUNKTÓW DOKUMENTACYJNYCH

Po zaprojektowaniu wszystkich badań należy wskazane lokalizacje zweryfikować w terenie podczas wizji terenowej. W uzasadnionych przypadkach, na tym etapie, wskazane jest uzyskanie właściwych zgód na przejazd do miejsca zaplanowanych prac oraz na wykonanie robót geologicznych. W przypadku braku takiej zgody, może być zasadna korekta lokalizacji projektowanego punktu dokumentacyjnego lub rezygnacja z jego wykonania, co należy zaznaczyć w tabeli atrybutów (Tabela 7).

Na podstawie danych uzyskanych w trakcie weryfikacji terenowej, należy zaktualizować projektowane lokalizacje punktów dokumentacyjnych, to znaczy:

- skorygować lokalizację projektowanego punktu dokumentacyjnego;
- zrezygnować z lokalizacji projektowanego punktu dokumentacyjnego lub/i opracować alternatywną lokalizację projektowanego punktu dokumentacyjnego.

Przygotowana i zweryfikowana przestrzenna baza (warstwa wektorowa) projektowanych punktów dokumentacyjnych jest podstawą opracowania projektu robót geologicznych (PRG).

5.2 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. Wstępne założenia kartowania geologiczno-inżynierskiego powinny być określone już na etapie studium wykonalności.

Kartowanie geologiczno-inżynierskie polega głównie 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 kartografii geologiczno-inżynierskiej, w tym atlasów, ma dostarczyć w dużym stopniu informacji przede wszystkim do wykorzystania w planowaniu przestrzennym oraz dla określenia ogólnych warunków budowlanych. Dlatego też ocena stopnia złożoności podłoża różni się nieco od stosowanej w kartowaniu geologiczno-inżynierskim pod konkretne obiekty budowlane (Tabela 8).

Tabela 8 Ocena stopnia złożoności podłoża budowlanego

Stopień złożoności podłoża	Na potrzeby kartografii geologiczno-inżynierskiej	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 pochyle, 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 posadawiania i powyżej tego poziomu, – braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych
Warunki skomplikowane	– tereny podgórskie i górskie, doliny rzek, – złożona budowa geologiczna fałdowo-tuskowa, 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 glaciektoniczne – silne procesy antropogenicznego (np.: szkody górnicze)	– grunty objęte występowaniem niekorzystnych zjawisk geologicznych (zwłaszcza zjawisk i form krasowych, osuwiskowych, sufozyjnych, kurzawkowych oraz glaciektonicznych), – grunty ekspansywne i zapadowe, – obszary szkód górniczych, przy możliwych nieciągłych deformacjach górotworu, – obszary dolin i delt rzek oraz na obszarach morskich

Celem kartowania geologiczno-inżynierskiego jest:

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

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

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 powinna w szczególności wytypować miejsca wymagające weryfikacji w terenie (obniżenia, podmokłości, formy wypukłe itp.). Dokładność kartowania należy dopasować do złożoności budowy geologicznej.

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. 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 (w miarę możliwości) mogą być istotne dla głównych prac związanych z atlasem:

- 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.);
- obserwacja istniejących obiektów budowlanych i górniczych (odkształcenia obiektów i podłoża gruntowego – pęknięcia, rysy, wypieranie gruntu, osuwiska, podtopienia, odwodnienia);
- lokalizacja, opis i dokumentacja fotograficzna form geomorfologicznych z uwzględnieniem obszarów o spadkach większych niż 12% – należy zwrócić uwagę na ich stateczność;
- lokalizacja występowania wód powierzchniowych, przejawów wód gruntowych, ujęć wód podziemnych;
- lokalizacja lokalnych podtopień;
- objawy przemarzania gruntów;
- lokalizacja obszarów szkód budowlanych i górniczych;
- wyznaczenie granic geologicznych w oparciu o dostępne mapy;
- lokalizacja elementów środowiska, procesów i zjawisk, mogących utrudnić dalsze prace dokumentacyjne.

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 (w tym wody 100- i 500-letniej) obszarów odwadnianych itp.;
- inwentaryzacja ognisk 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.

Wymagane jest, aby granice poszczególnych wydzieliń nanosić na podkładach topograficznych na bieżąco w terenie. W fazie projektowania badań uzupełniających przydatna jest 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.

Efektom prac kartowania jest „Dokumentacja z badań kartowania geologiczno-inżynierskiego”. Dokument ten powinien zawierać raport z przeprowadzonych badań, opisaną i geolokalizowaną dokumentację fotograficzną, zestawienie tabelaryczne zinventaryzowanych podczas kartowania elementów z opisanymi współrzędnymi ich położenia. Mogą być one uzupełnione wektorową warstwą zestawiającą wszelkie pomiary i spostrzeżenia z odpowiednio uzupełnioną tabelą atrybutów.

5.2.1 Warunki geomorfologiczne

Analiza warunków geomorfologicznych ma duże znaczenie dla poznania form geomorfologicznych na tle budowy geologicznej i sieci hydrograficznej oraz ułatwia rozpoznanie czynników rzeźbotwórczych. Stanowi to podstawę szczegółowej analizy właściwości gruntów oraz wskazuje na stopień trudności wykonywania ziemnych robót budowlanych i jest przydatna na różnych etapach dokumentowania.

Wnikliwe przeprowadzenie analizy i zinterpretowanie warunków geomorfologicznych oraz wyznaczenie form geomorfologicznych jest niezbędne do określenia warunków, w jakich powstawały grunty i/lub skały w obrębie danej formy. Na potrzeby geologiczno-inżynierskiej kartografii dokonuje się generalizacji ogólnie stosowanych wydzieliń form geomorfologicznych (Tabela 51 – Rozdział 12). Odpowiednio przeprowadzona generalizacja pozwala na stosowanie zintegrowanych form geomorfologicznych (Tabela 9) przy weryfikowaniu genezy gruntów w profilach otworowych lub umożliwia przypisanie genezy tam, gdzie z różnych przyczyn nie została ona przypisana na etapie dokumentowania.

Tabela 9 Zintegrowane formy morfologiczne

Forma pochodzenia	Forma geomorfologiczna zintegrowana	Kod formy
A: FORMY POCHODZENIA LODOWCOWEGO	Wysoczyzny polodowcowe	1101
	Moreny czołowe	1102
	Zagłębienia polodowcowe	1103
B: FORMY POCHODZENIA WODNO-LODOWCOWEGO (akumulacyjne i erozyjne)	Tarasy i równiny wodnolodowcowe	1201
	Ozy i formy szczelinowe	1202
	Kemy	1203
	Drumliny	1204

Forma pochodzenia	Forma geomorfologiczna zintegrowana	Kod formy
	Rynny polodowcowe	1205
	Obszary zastoiskowe	1206
C: FORMY POCHODZENIA JEZIORNEGO	Formy pochodzenia jeziornego	1301
D: FORMY POCHODZENIA MORSKIEGO	Mierzeje i plaże	1401
E: FORMY POCHODZENIA EOLICZNEGO	Wydm	1501
	Równiny piasków przewianych	1502
	Zagłębienia deflacyjne	1503
	Pokrywy lessowe	1504
F: FORMY UTWORZONE PRZEZ ROŚLINNOŚĆ	Równiny torfowe	1601
G: FORMY POCHODZENIA RZECZNEGO (akumulacyjne i erozyjne)	Taras zalewowe	1701
	Równiny deltowe	1702
	Starorzecza	1704
H: FORMY POCHODZENIA DENUDACYJNEGO	Ostańce	1801
	Stożki napływowe	1802
	Suche doliny	1803
	Pokrywy deluwialne	1804
	Powierzchnie erozyjno-denudacyjne	1805
	Niecki i doliny erozyjno-denudacyjne	1806
	Osuwiska	1807
	Stoki denudacyjno erozyjne	1808
I: FORMY POCHODZENIA ANTROPOGENICZNEGO	Wyrobiska	1901
	Składowiska i hałdy	1902
	Nasypy	1903
	Tereny zabudowane i przemysłowe	1904
	Obiekty archeologiczne	1905
	Osadniki	1906
	Wkopy drogowe i kolejowe	1907
J: INNE	Zagłębienia o różnej genezie	2001
	Długie stoki	2002

Wydzielenie zintegrowanych form geomorfologicznych (Tabela 9) ułatwia interpretację rozprzestrzenienia różnych rodzajów gruntów i pozwala na stworzenie odrębnej wektorowej warstwy lub kilku takich warstw oraz umożliwia opracowanie mapy geomorfologicznej.

5.2.2 Warunki geologiczne

W geologiczno-inżynierskich pracach kartograficznych przy charakterystyce geologiczno-inżynierskiej podłoża budowlanego należy przeanalizować warunki geologiczne w obrębie opracowywanego obszaru. Należy przy tym wziąć pod uwagę litologię, genezę i stratyografię, z uwzględnieniem rodzaju i stanu gruntów, profilu wietrzeniowego oraz właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał.

Poznanie budowy geologicznej ułatwia zidentyfikowanie geozagrożeń (Rozdział 5.2.4) oraz dobre rozpoznanie warunków hydrogeologicznych (Rozdział 5.2.3), przede wszystkim położenia i rozprzestrzenienia warstw wodonośnych i słaboprzepuszczalnych.

Warunki geologiczne powinny być przeanalizowane szczegółowo ze względu na duże znaczenie (z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego) zarówno dla posadawiania obiektów budowlanych, jak i planowania przestrzennego. Dlatego na terenach z niedostateczną liczbą wierceń archiwalnych, należy zaplanować rozpoznanie uzupełniające.

5.2.3 Warunki hydrogeologiczne

Podczas prac kartograficznych 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.

Analiza warunków wodnych powinna być przeprowadzona dla pierwszego nawierconego poziomu wody podziemnej, natomiast ocena głębszych poziomów może być dokonana orientacyjnie. Jednak w przypadku wpływu głębszych poziomów na warunki budowlane należy scharakteryzować ich oddziaływanie z dokładnością, na jaką pozwalają materiały archiwalne.

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych ułatwia 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.

Na terenach bez wierceń archiwalnych, powinno się zaplanować rozpoznanie uzupełniające, które może być powiązane z uzupełniającymi wierceniami rozpoznającymi warunki geologiczne.

5.2.4 Zagrożenia geologiczne

Podczas prac kameralnych jak i kartowania istotne jest zidentyfikowanie wszelkich procesów geodynamicznych (geologiczno-dynamicznych), antropogenicznych oraz innych zagrożeń mogących wpływać negatywnie na podłoże budowlane. Rozpoznać i określić należy zjawiska osuwiskowe, krasowe, glaciektoniczne, sufozyjne, obszary historycznie zanieczyszczone i inne. Należy dołożyć starań, aby oznaczyć możliwości występowania zaburzeń warunków naturalnych, powstałych w przeszłości a także podczas eksploatacji obiektów budowlanych.

Zjawiska i procesy geodynamiczne należy zarejestrować i w miarę możliwości rozpoznać w stopniu pozwalającym na określenie wielkości powierzchni, a także głębokości wpływu oraz oszacować możliwość ich rozwoju. 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. Może także służyć do eliminowania pewnych obszarów objętych procesami krasowymi i osuwiskowymi z projektowania lokalizacji inwestycji budowlanych w planach zagospodarowania przestrzennego.

W przypadku zidentyfikowania na badanym terenie współczesnych pionowych ruchów tektonicznych, należy je również zasygnalizować. Wiązą 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 górniczą należy przeprowadzić wnikliwe rozpoznanie warunków górniczych, dla których powinna być stworzona dodatkowa, uzupełniająca mapa tematyczna (Rozdział 6.2.2). Dotyczy to głównie podziemnej eksploatacji złóż surowców skalnych, bowiem prowadzona jak i zakończona eksploatacja podziemna ma znaczny wpływ na warunki budowlane podłoża.

Ważnym źródłem informacji w tym zakresie są okręgowe urzędy górnicze, a przede wszystkim przedsiębiorstwa górnicze (kopalnie), które już na etapie planowania wydobywania podczas przygotowania projektu zagospodarowania złoża mają obowiązek określić planowany wpływ, jaki eksploatacja złoża wywrze na ukształtowanie powierzchni na danym terenie.

We wstępnym etapie analizy należy rozpoznać granice obszarów i terenów górniczych czynnych jak i zlikwidowanych zakładów wydobywczych. Analiza warunków górniczych 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 górniczych;
- 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 należy wyróżnić eksploatację płytką i głęboką. Jest to istotne, gdyż od głębokości eksploatacji zależy wielkość oddziaływania na powierzchnię terenu, a zwłaszcza na rodzaj przewidywanych deformacji. Ponadto ważną informacją jest miąższość wybranych pokładów mająca wpływ na wielkość deformacji na powierzchni. Dodatkowo 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.

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.

Należy dodać, że szyby, szybiki i głębokie otwory „za złożem” są źródłem cennych informacji dotyczących miąższości nadkładu, stropu starszego podłoża, miąższości zalegania złoża. Niejednokrotnie zdarza się, że posiadają one także szczegółowy profil czwartorzędu.

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 górniczych.

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 udostępnienia 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 i ich poprawne scharakteryzowanie jest ważną informacją środowiskową, ponieważ 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. Niezinwentaryzowane 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.

5.3 POMIARY GEODEZYJNE

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [5] 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 punktów dokumentacyjnych. Pomiary te pozwalają na pozyskanie współrzędnych geodezyjnych w obowiązującym układzie państwowym, zgodnie z rozporządzeniem w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych [8][10].

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 [1]. 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 (pomiar za pomocą niwelatora);
- metody trygonometrycznej (pomiar tachymetryczny polegający na jednoczesnym pomiarze kąta pionowego oraz odległości do punktu);
- metody satelitarnej (pomiar 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 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 w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji [2][3] 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 [5] 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).

5.4 TELEDETEKCJA

Teledetekcja zajmuje się wykrywaniem i analizowaniem obiektów lub zjawisk na podstawie zdalnego (bezkontaktowego) pomiaru energii promieniowania elektromagnetycznego (także widzialnego), 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 [44].

Metody teledetekcyjne mają szerokie zastosowanie w badaniu środowiska naturalnego, w tym także procesów geologicznych (Tabela 10). Najbardziej przydatną przy tworzeniu atlasów geologiczno-inżynierskich jest teledetekcja lotnicza, oprócz której stosowane są jeszcze teledetekcja satelitarna i naziemna.

W większości przypadków metody teledetekcyjne pozwalają 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 koncentracją badań terenowych do obszarów, na których występuje konkretne zjawisko.

Tabela 10 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

Na potrzeby atlasów geologiczno-inżynierskich wykorzystuje się wyniki prac teledetekcji lotniczej. Należą do nich ortofotomapy oraz numeryczny model terenu, a w szczególnych przypadkach numeryczny model pokrycia terenu. Produkty te są dostępne dzięki pracom w ramach projektu ISOK [55].

Numeryczny model terenu wyznacza współrzędne X, Y oraz H dla każdego punktu na powierzchni terenu oraz przetwarza tę informację do postaci warstwic, przekrojów morfologicznych, kierunków spadków, określa objętości mas ziemnych oraz przedstawia powierzchnię geograficzną w postaci modeli 2,5D i 3D. W przypadku atlasów geologiczno-inżynierskich wysokorozdzielczy NMT powinien być wykorzystywany głównie do analizy spadków terenu oraz przy tworzeniu mapy geomorfologicznej, ponieważ utworzenie obrazu rzeźby terenu na podstawie NMT wspomaga

identyfikację form geomorfologicznych poprzez interpretację cech morfologicznych powierzchni terenu.

Ortofotomapy natomiast oprócz wspomagania interpretacji obrazu dla mapy geomorfologicznej, pozwalają także na określenie, czy na analizowanym terenie dochodzi do zmian nie tylko w zagospodarowaniu i sposobie wykorzystania powierzchni terenu, ale i także, czy dochodzi do jej deniwelacji i podtopień. Jest to szczególnie zasadne, gdy jest możliwość porównania zdjęć z wcześniejszymi obrazami. Dla niektórych obszarów dostępne są archiwalne zdjęcia lotnicze, także 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.

Ortofotomapy generowane są także ze zdjęć satelitarnych, jednakże z punktu widzenia możliwości interpretacji wizualnej, ortofotomapy lotnicze stanowią materiał o wyższej dokładności odwzorowania obserwowanych obiektów [39].

Wśród technik teledetekcji lotniczej wykorzystuje się bezałogowe statki powietrzne - UAV, ang.: unmanned aerial vehicle [33], niektóre z nich nazywane są dronami. Dzięki dużo mniejszej odległości od powierzchni ziemi, umieszczenie kamery lub skanera laserowego na pokładzie drona umożliwia pozyskanie danych nawet z rozdzielczością centymetrową. Dzięki mobilności takiego sprzętu jest to bardzo przydatne przy identyfikowaniu lub przy uszczegóławianiu zidentyfikowanych obiektów lub/i elementów podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego.

5.5 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 [43]. Oczywiście niedogodnością takiego obrazowania jest to, że skład litologiczny, zawodnienie, parametry sprężyste, czy zagęszczenie ośrodka są wyznaczane 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 dla potrzeb atlasu geologiczno-inżynierskiego, 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 jest krótki, a rozdzielczość rozpoznania jest wysoka, co podnosi efektywność kosztową badań;
- nie wymagają projektu robót geologicznych.

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 [38].

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 glacictektoniczne 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 11) 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.

Przydatność i stosowalność poszczególnych metod badań geofizycznych (Tabela 11) sprawia, że są one wskazane dla poszerzenia wiedzy na temat budowy ośrodka gruntowego na obszarze atlasu geologiczno-inżynierskiego, szczególnie tam, gdzie brakuje udokumentowania terenu otworami. W związku z tym badania geofizyczne należy zaprojektować tak, aby ich liczba, długość oraz przebiegi uzupełniły informację pozyskaną punktami dokumentacyjnymi oraz, żeby mogły oddać złożoność budowy podłoża gruntowego. Ważne jest też, aby przebieg badań geofizycznych był skorelowany z położeniem przekrojów geologiczno-inżynierskich, ponieważ tylko w ten sposób mogą one wspomóc w ich interpretacji.

Tabela 11 Zestawienie przydatności i typowych zastosowań wybranych badań geofizycznych [43]

Zagadnienie szczegółowe		Technika pomiarowa	Efekty mierzalne	Uwagi
Budowa geologiczna	Rozpoznanie litologii w profilu	Tomografia elektrooporowa	Zależność oporności od litologii ośrodka	-
		Sondowania elektrooporowe, elektromagnetyczne		Techniki zakładają płaskie zaleganie warstw
		Profilowanie konduktometryczne		Płytkie rozpoznanie, mała rozdzielczość pionowa
		Sejsmiczna tomografia refrakcyjna	Zależność V_p i V_s od gęstości i parametrów mechanicznych ośrodka	Znaczący wpływ innych zjawisk na prędkości sejsmiczne
	Określenie horyzontalnej zmienności litologicznej	Tomografia elektrooporowa	Zależność oporności od litologii ośrodka, technika uwzględnia zmienność 2D lub 3D	-
		Profilowanie konduktometryczne		Mała rozdzielczość pionowa, płytkie rozpoznanie
		Sejsmiczna tomografia refrakcyjna	Zależność prędkości fali P i prędkości fali S od gęstości i parametrów mechanicznych, technika uwzględnia zmienność 2D lub 3D	Znaczący wpływ innych zjawisk na prędkości sejsmiczne
	Wyznaczanie położenia warstw	Sejsmika refleksyjna	Odbicia fal od granic geologicznych rejestrują się jako horyzonty refleksyjne	Nie nadaje się do rozpoznania warstw płytkich
		Georadar		Mały zasięg głębokościowy
		Tomografia elektrooporowa	Granice identyfikują się jako strefy przejściowe pomiędzy obiektami o różnej oporności	Mała rozdzielczość określenia granic, które identyfikują się nie jako powierzchnie, a jako strefy gradientów
		Sejsmiczna tomografia refrakcyjna	Granice identyfikują się jako strefy przejściowe pomiędzy obiektami o różnych prędkościach	
	Wyznaczenie zasięgu gruntów organicznych	Tomografia elektrooporowa	Grunty organiczne zwykle charakteryzują się niską opornością	Problem z rozpoznaniem cienkich warstw gruntów i skał
		Profilowanie konduktometryczne		Mały zasięg głębokościowy
		Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali S	Silna korelacja między sztywnością ośrodka a prędkością fali S. Grunty organiczne charakteryzują się bardzo niskimi wartościami prędkości fali S	Problem z rozpoznaniem warstw przypowierzchniowych o małych miąższościach
		Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)		-
	Wyznaczanie stref koluwiów i ich zmienności	Tomografia elektrooporowa	Koluwia zwykle charakteryzują się odmienną opornością w stosunku do warstw gruntów/skał wstępujących głębiej. Duża zmienność wartości oporności występować będzie dla obszarów o zmiennych warunkach zawodnienia	Trudności w odróżnieniu koluwiów na podłożu niskooporowym

Zagadnienie	Technika pomiarowa		Efekty mierzalne	Uwagi
Wyznaczanie obecności kawern i pustek	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P i fali S		Spadek wartości prędkości fali P i prędkości fali S w koluwiach, korelacja prędkości fali S ze sztywnością ośrodka pozwala na ocenę stateczności koluwiów. Współczynnik Poissona koreluje się ze stanem gruntów	-
	Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)		Spadek wartości prędkości fali S w koluwiach w stosunku do warstw gruntów/skał wstępujących głębiej	Mały zasięg głębokościowy, mała rozdzielczość pionowa w głębszych warstwach
	Grawimetria		Pustki w podłożu stanowią lokalny "brak masy", dając negatywną anomalie grawitacyjną	Trudności w interpretacji przestrzennej, duża pracochłonność
	Georadar		Fale elektromagnetyczne odbijają się od granic kawern i pustek dając powierzchnię refleksyjną	Technika stosowalna jedynie w płytkich warstwach, dla skał i gruntów o niskiej przewodności
	Tomografia elektrooporowa		Pustki w podłożu identyfikują się jako obiekty o bardzo podwyższonej oporności. Wypełnienia krasowe dają obniżenia oporności	Technika nie daje dobrych rezultatów w przypadku podłoża skrajnie niskooporowego
	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P		Fale sejsmiczne efektywnie nie przenikają przez pustą przestrzeń, dając pozorny spadek prędkości i jej zanik	Technika może nie rejestrować pojedynczych, małych, przestrzennie ograniczonych pustek
	Grawimetria		Obecność uskoków i spękań zwykle wiąże się z obniżeniem gęstości ośrodka (ubytek masy) lub kontrastem gęstościowym po dwóch stronach uskoku	Metoda nieefektywna. Konieczność stosowania nieefektywnie gęstej siatki pomiarowej
	Georadar		Odbicia fal od spękań mogą rejestrować się jako horyzonty. Przesunięcia innych granic wskazują na możliwość występowania uskoków.	Technika stosowalna jedynie w płytkich warstwach, dla skał i gruntów o niskiej przewodności
	Sejsmika refleksyjna		Obecność hiperbol dyfrakcyjnych na krawędziach spękaných warstw	Technika stosowalna jedynie dla dużych uskoków, występujących na większej głębokości
	Tomografia elektrooporowa			-
	Profilowanie konduktometryczne		Obecność uskoków i spękań zwykle wiąże się z lokalnym spadkiem ρ	Technika stosowalna jedynie dla odsłoniętej powierzchni masywu skalnego, płytkie rozpoznanie
	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P			-
	Tomograficzne prześwietlania sejsmiczne fali P		Obecność uskoków i spękań zwykle wiąże się z lokalnym spadkiem prędkości fali P	Technika stosowalna w małej skali (przestrzeń okonturowana otworami wiertniczymi) lub ścianami (masywne konstrukcje, ściany kamieniołomów)
	Tomografia elektrooporowa		Spadek oporności poniżej swobodnego zwierciadła wód podziemnych	Zastosowanie możliwe jedynie w przypadku jednorodnych warstw piasków
	Sondowanie elektrooporowe, elektromagnetyczne			
	Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne		Wyraźny wzrost prędkości fali P do wartości 1500 m/s na granicy swobodnego zwierciadła wód podziemnych. Istotna granica sejsmiczna w warstwach przypowierzchniowych	Zastosowanie możliwe w przypadku występowania swobodnego zwierciadła wód podziemnych w pierwszej warstwie poniżej powierzchni terenu
Korelacje	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P		Na echogramach zaznacza się horyzont refleksyjny od swobodnego zwierciadła wód podziemnych	
	Georadar			
	Tomografia elektrooporowa		Warstwy uszczelniające charakteryzują się niższą opornością, warstwy wodonośne - wyższą	-
	Sondowanie elektrooporowe, elektromagnetyczne			Techniki umożliwiają punktową ocenę miąższości warstw uszczelniających
	Profilowanie konduktometryczne			Technika może być stosowana dla oceny ciągłości warstwy uszczelniającej występującej od powierzchni terenu
	Sejsmika refleksyjna		Odbicia fal od granic dają ciągłe horyzonty między otworami, odpowiadające położeniu granic. Korelacje bezpośrednie	Nie nadaje się do rozpoznania warstw płytkich
	Georadar			Mały zasięg głębokościowy
	Tomografia elektrooporowa		Strefy gradientów wartości oporności wyznaczają granice litologiczne i mogą być podstawą do korelacji	Strefy gradientów mało precyzyjnie określają położenie granic
	Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne		Silne granice refrakcyjne mogą odpowiadać granicom litologicznym	Jedynie część granic litologicznych daje silne granice refrakcyjne
	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna			
	Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)		Strefy gradientów wartości prędkości fali P i prędkości fali S wyznaczają niektóre granice litologiczne i mogą być podstawą do korelacji	Strefy gradientów mało precyzyjnie określają położenie granic
	Tomograficzne prześwietlania sejsmiczne			
	Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne		Silne granice refrakcyjne odpowiadają granicom warstw gruntów i skał o odmiennych właściwościach mechanicznych	Jedynie granice warstw gruntów i skał o odmiennych właściwościach mechanicznych o największym kontraście dają wystarczająco silne granice refrakcyjne, żeby można je było śledzić tą techniką
	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P			
	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali S		Strefy gradientów wartości prędkości fali P i prędkości fali S wyznaczają granice warstw gruntów i skał o odmiennych właściwościach mechanicznych i mogą być podstawą do korelacji między sondowaniami mechanicznymi	Strefy gradientów mało precyzyjnie określają położenie granic
	Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)			Mały zasięg głębokościowy
	Tomograficzne prześwietlania sejsmiczne fali P i S			Mały zasięg przestrzenny
Wyznaczenie stropu skał	Sejsmika refleksyjna		Odbicia fal od stropu skał dają silny, ciągły horyzont	Nie nadaje się do rozpoznania warstw płytkich
	Georadar			Mały zasięg głębokościowy

Zagadnienie	Technika pomiarowa		Efekty mierzalne	Uwagi
		Tomografia elektrooporowa	Skały będą często charakteryzowały się innymi opornościami niż zwietrzeliny lub nadkład osadów czwartorzędowych	Niska precyzja określenia położenia stropu skał na podstawie stref gradientów
		Sondowania elektrooporowe i elektromagnetyczne		
		Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne	Strop skał zwykle stanowi silną granicę refrakcyjną	Niska rozdzielczość pozioma
		Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P i S	Skały zwykle charakteryzują się znacząco wyższymi wartościami prędkości fali P i prędkości fali S	Niska precyzja określenia położenia stropu skał na podstawie stref gradientów
Ocena właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów i skał	Wyznaczenie modułu ścinania w zakresie bardzo małych odkształceń	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali S	Zależność modułu ścinania w zakresie bardzo małych odkształceń od wartości prędkości fali S	Przestrzenne określenie rozkładu modułu ścinania w zakresie bardzo małych odkształceń
		Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)		Przestrzenne określenie rozkładu modułu ścinania w zakresie bardzo małych odkształceń, mały zakres głębokościowy, określenie stanu gruntu
		Analiza fal powierzchniowych (metoda pasywna)		Określenie modułu ścinania w zakresie bardzo małych odkształceń dla profilu
		Międzyotworowe prześwietlania sejsmiczne		Uśrednienie modułu ścinania w zakresie bardzo małych odkształceń między otworami wiertniczymi
		Tomograficzne prześwietlania sejsmiczne fali S		Przestrzenne określenie rozkładu modułu ścinania w zakresie bardzo małych odkształceń, mały zakres przestrzenny, wysoka dokładność
		Pionowe profilowania sejsmiczne fali S		Określenie modułu ścinania w zakresie bardzo małych odkształceń dla profilu, mała dokładność w płytkich otworach
	Wyznaczenie modułu Younga w zakresie bardzo małych odkształceń	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna	Zależność modułu Younga w zakresie bardzo małych odkształceń od prędkości fali P i prędkości fali S. Konieczny pomiar prędkości obu fal w przestrzeni	Przestrzenne określenie rozkładu modułu Younga w zakresie bardzo małych odkształceń
		Międzyotworowe prześwietlania sejsmiczne		Uśrednienie modułu Younga w zakresie bardzo małych odkształceń między otworami wiertniczymi
		Tomograficzne prześwietlania sejsmiczne		Przestrzenne określenie rozkładu modułu Younga w zakresie bardzo małych odkształceń, mały zakres przestrzenny, wysoka dokładność
		Pionowe profilowania sejsmiczne		Określenie modułu Younga w zakresie bardzo małych odkształceń dla profilu, mała dokładność w płytkich otworach
	Wyznaczenie współczynnika Poissona w zakresie bardzo małych odkształceń	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna	Zależność współczynnika Poissona w zakresie bardzo małych odkształceń od prędkości fali P i prędkości fali S. Konieczny pomiar prędkości obu fal w przestrzeni	Przestrzenne określenie rozkładu współczynnika Poissona w zakresie bardzo małych odkształceń
		Międzyotworowe prześwietlania sejsmiczne		Uśrednienie współczynnika Poissona w zakresie bardzo małych odkształceń między otworami wiertniczymi
		Tomograficzne prześwietlania sejsmiczne		Przestrzenne określenie rozkładu współczynnika Poissona w zakresie bardzo małych odkształceń, mały zakres przestrzenny, wysoka dokładność
		Pionowe profilowania sejsmiczne		Określenie współczynnika Poissona w zakresie bardzo małych odkształceń w profilu, mała dokładność w płytkich otworach
	Ocena stanu warstw gruntów drobnoziarnistych (spoiistych)	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali S	Korelacja pomiędzy stopniem plastyczności a wartością prędkości fali S	Przestrzenne oszacowanie stopnia plastyczności
		Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)		Przestrzenne oszacowanie stopnia plastyczności, mały zakres głębokościowy. Możliwa korelacja prędkości fali S z sondowaniami mechanicznymi w celu wyznaczenia stopnia plastyczności, wskaźnika zagęszczenia
		Analiza fal powierzchniowych (metoda pasywna)		Oszacowanie stopnia plastyczności w profilu
		Międzyotworowe prześwietlania sejsmiczne		Oszacowanie uśrednionego stopnia plastyczności między otworami wiertniczymi
		Tomograficzne prześwietlania sejsmiczne fali S		Przestrzenne oszacowanie stopnia plastyczności
		Pionowe profilowania sejsmiczne fali S		Oszacowanie stopnia plastyczności w profilu, problematyczne w płytkich otworach
	Wyznaczanie stref słabo zagęszczonych/ zmienności zagęszczenia	Grawimetria	Spadek zagęszczenia powoduje zmniejszenie gęstości objętościowej i ujemną anomalię grawimetryczną	Metoda nieefektywna. Konieczność stosowania gęstej siatki pomiarowej i objęcia większej powierzchni
		Sejsmiczna tomografia refrakcyjna	Korelacja pomiędzy zagęszczeniem gruntu a prędkością fal sejsmicznych (dla prędkości fali P decydujący jest spadek gęstości objętościowej, dla prędkości fali S spadek sztywności gruntu)	Techniki pozwalają wyznaczyć strefy spadku prędkości w przestrzeni, do prawidłowej interpretacji wymagają innych danych geologicznych lub geofizycznych. Możliwa korelacja prędkości fali S z sondowaniami mechanicznymi w celu wyznaczenia stopnia zagęszczenia i wskaźnika zagęszczenia
		Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)		
Wyznaczenie stref upłynięcia		Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali S	W warstwach upłyniętych fala S nie jest przenoszona. Na wynikach badań strefy	Przestrzenne oszacowanie występowania upłynięcia

	Zagadnienie	Technika pomiarowa	Efekty mieralne	Uwagi
		Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)		Przestrzenne oszacowanie występowania upływnień. Mały zasięg głębokościowy
		Analiza fal powierzchniowych (metoda pasywna)		Oszacowanie występowania upływnień w profilu
	Wyznaczanie strefy poślizgu osuwiska	Sejsmika refleksyjna	Odbicie fal na powierzchni poślizgu	Jedynie dla bardzo głębokich powierzchni poślizgu
		Tomografia elektrooporowa	Możliwe występowanie strefy gradientu oporności pomiędzy kolumnami a podłożem	Mała dokładność wyznaczenia położenia strefy poślizgu, nie sprawdza się gdy osuwisko rozwija się na podłożu niskooporowym
		Sejsmiczne profilowanie refrakcyjne	Wyraźny kontrast Vp (i Vs) na powierzchni poślizgu daje silną granicę refrakcyjną	Technika mało dokładna, zalecana do badań wstępnych
		Sejsmiczna tomografia refrakcyjna P i S	Wyraźny kontrast prędkości fali P (i prędkości fali S) na powierzchni poślizgu. Strefa gradientu wartości prędkości pomiędzy kolumnami a podłożem	Mała dokładność wyznaczania strefy poślizgu na podstawie strefy gradientu
		Analiza fal powierzchniowych (metoda aktywna)	Kontrast wartości prędkości fali S na granicy kolumn i podłoża. Strefa gradientów	Mały zasięg głębokościowy, mała rozdzielczość pionowa w głębszych warstwach
		Identyfikacja obiektów podziemnych	Wyznaczanie przebiegu przewodów i instalacji podziemnych	Magnetometria
Georadar	Odbicia i dyfrakcja fal elektromagnetycznych od obiektów metalowych			Mała głębokość rozpoznania. Podłoże powinno charakteryzować się opornościami > 100 Ωm
Profilowanie konduktometryczne	Lokalny spadek oporności związany z metalowymi elementami			Trudność w identyfikacji małych obiektów
Poszukiwanie zakopanych obiektów metalowych np. niewybuchów (UXO)	Magnetometria		Anomalie magnetyczne wywołane indukowanym polem magnetycznym	Trudność w ocenie głębokości i identyfikacji małych obiektów, zalecane użycie magnetometru gradientowego
	Georadar		Odbicia i dyfrakcja fal elektromagnetycznych od obiektów metalowych	Mała głębokość rozpoznania
	Profilowanie konduktometryczne		Lokalny spadek oporności związany z metalowymi elementami	Trudność w identyfikacji małych obiektów
Rozpoznanie starych fundamentów i podziemnych konstrukcji	Magnetometria		Anomalie magnetyczne wywołane indukowanym polem magnetycznym elementów żelaznych (np.. zbrojenie betonu)	Wiele z konstrukcji pozbawionych jest elementów metalowych, niemożność określenia zakresu głębokościowego konstrukcji, zalecane użycie magnetometru gradientowego
	Georadar		Odbicia i dyfrakcja fal elektromagnetycznych od obiektów metalowych	Mała głębokość rozpoznania, niemożliwe określenia zakresu głębokościowego konstrukcji
	Tomografia elektrooporowa		Konstrukcje budowlane zwykle wykazują wyższą oporność niż otoczenie	Mała precyzja określenia konturów konstrukcji, badania zawierają rozpoznanie głębokościowe
	Profilowanie konduktometryczne		Lokalny spadek oporności związany z metalowymi elementami	Trudność w identyfikacji małych obiektów i określeniu zasięgu głębokościowego
	Sejsmiczna tomografia refrakcyjna fali P		Konstrukcje budowlane zwykle wykazują wyższą wartość prędkości fali P niż otoczenie	Mała precyzja określenia konturów konstrukcji, badania zawierają rozpoznanie głębokościowe
	Tomograficzne prześwietlenia sejsmiczne fali P			Badania bardzo precyzyjne, ale o ograniczonym zasięgu przestrzennym. Do szczegółowego rozpoznania wstępnie wyznaczonych stref
Ocena konstrukcji	Ocena stopnia korozji/destrukcji elementów betonowych		Georadar	Odbicia fal elektromagnetycznych od spękań i niejednorodności, dyfrakcja na elementach zbrojenia
		Tomograficzne prześwietlenia sejsmiczne fali P	Strefy spękań i korozji charakteryzują się niższymi wartościami prędkości fali P	Rozdzielczość techniki rzędu 0,5 - 1 m pozwala tylko na uśrednioną ocenę
	Wyznaczanie przebiegu/ występowania zbrojenia w betonie	Georadar	Odbicia i dyfrakcja fal elektromagnetycznych na elementach zbrojenia	Precyzyjna ocena obecności, położenia i gęstości zbrojenia. Amplitudy o wysokich częstotliwościach > 10 GHz
	Określenie grubości asfaltu i betonu	Georadar	Odbicia fal elektromagnetycznych na granicach warstw konstrukcyjnych	Precyzyjna ocena grubości i ciągłości przypowierzchniowych warstw konstrukcyjnych. Przy czym im starsza konstrukcja, objęta procesami deterioracji, tym mniej czytelny echogram georadaru
	Określanie występowania/ciągłości przesłon izolacyjnych	Tomografia elektrooporowa	Przesłony izolacyjne odróżniają się niższą opornością od gruntów/skał otaczających	Trudności w ocenie z wysoką rozdzielczością, brak możliwości oceny małych stref nieizolowanych. Zalecane jest wykonanie pomiarów tła (tj. obszarów na których przesłona nie występuje) po to, aby można było zastosować przetwarzanie (processing) typu TIMELAPS

5.6 WIERCENIA I POBÓR PRÓB GRUNTÓW I SKAŁ

Zadania dotyczące prac wiertniczych powinny być wstępnie 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.

Orientacyjnie, dla opracowań w skali 1:10 000 liczba otworów w zależności od złożoności warunków geologiczno-inżynierskich powinna wynosić od 20 do 80 na km² (Tabela 12) [41], przy czym przyjmuje się, że minimalna liczba 20 otworów na km² jest wystarczająca dla potrzeb utworzenia atlasu geologiczno-inżynierskiego, niezależnie od stopnia złożoności podłoża.

Tabela 12 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 uszczegółowić mogą to być otwory wiertnicze oraz uzupełniające je sondy, piezometry, pomiary zwierciadła w studniach kopanych, wkopy badawcze (szurfy) oraz polowe badania fizycznych i mechanicznych właściwości gruntów.

Otwory wiertnicze powinny być projektowane i wykonywane zgodnie z zasadami prawa geologicznego i górniczego [11] oraz odpowiednimi normami. W każdym przypadku konstrukcja otworów wiertniczych i sposób wiercenia powinny być tak dobrane, aby umożliwić prawidłowe wykonanie badań oraz nie spowodować 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 glaciektonicznych, powierzchni poślizgów osuwiskowych. Podczas wykonywania tego typu punktów badawczych możliwe jest pobranie próbek w celu określenia fizycznych i mechanicznych cech gruntów lub skał.

Należy tutaj zwrócić uwagę na badania dla obszarów górskich i podgórszych. 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.

5.7 SONDOWANIA

W razie konieczności studium wykonalności oraz projekt robót geologicznych może przewidywać wykonanie sondowań. Rodzaj sondowań należy dobierać w zależności od rodzaju gruntów i potrzeb uzyskania charakterystyk właściwości fizyczno-mechanicznych. Zaleca się, żeby lokalizacja sondowań była powiązana z lokalizacją otworów wiertniczych, tworząc w ten sposób tzw. węzły badawcze.

Tabela 13 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 22476-14:2020-09	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 pobocznicę (f_s) ciśnienie wody w porach (u)	PN-EN ISO 22476-1:2013-03	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. Możliwości 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-EN ISO 22476-9:2021-03	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.
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 otoczaki są ograniczone.
* wszelkie odstępstwa od wskazanych norm należy uzasadnić i skomentować ich wpływ na uzyskiwane wyniki. Należy stosować wyłącznie normy aktualne, a w przypadku ich braku - ostatnie wydania.				

Uzyskane wyniki z sondowań umożliwiają sparametryzowanie poszczególnych warstw geologiczno-inżynierskich. Ważne jest, aby rodzaj sondowań był odpowiednio dobrany do warunków gruntowych występujących w podłożu, zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami (Tabela 13).

5.8 POMIARY I BADANIA HYDROGEOLOGICZNE

Rozpoznanie warunków hydrogeologicznych jest jednym z elementów, istotnych przy ustalaniu warunków gruntowo-wodnych, który należy uwzględnić w kartografii geologiczno-inżynierskiej, w tym w atlasach.

Badania hydrogeologiczne na potrzeby atlasu obejmują przede wszystkim pomiary zwierciadła wód podziemnych, jednak w szczególnych przypadkach mogą także mieć postać kartowania hydrogeologicznego.

5.8.1 Pomiary zwierciadła wód podziemnych

Podstawowym pomiarem hydrogeologicznym, który powinien być wykonywany we wszystkich otworach wiertniczych jest pomiar głębokości występowania zwierciadła wód podziemnych wraz z opisem jego charakteru (zwierciadło swobodne/napięte). 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 [46]. 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 i/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.

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 pomiarów w otworach niezarurowanych może niejednokrotnie być niemożliwe bądź obarczone dużym błędem. W takich przypadkach zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 1997-2 [22] 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, o ile pomiary będą wykonywane cyklicznie z zachowaniem porównywalnych warunków pomiarowych.

W przypadku badań na większym obszarze w skład sieci dokumentującej położenie zwierciadła wód podziemnych mogą wchodzić gospodarcze studnie kopane ujmujące pierwszy poziom wodonośny [32][30]. Mogą one jednak pełnić wyłącznie rolę wspomagającą sieć właściwych piezometrów z uwagi na przeważnie nieznaną profil litologiczny utrudniający interpretację pomiarów oraz niejednokrotnie zły stan techniczny studni. Kolmatacja strefy dopływu sprawia, iż często są one praktycznie odcięte od strefy przepływu wód, a stagnująca w nich woda nie wykazuje łączności z otaczającą warstwą wodonośną.

Wyniki badań hydrogeologicznych powinny dostarczyć informacji o głębokości występowania zwierciadła wód podziemnych. Wyniki pomiarów zwierciadła nawierconego i ustabilizowanego oraz

zaobserwowane sączenia uzupełniają informację w miejscu wykonanych badań i powinny w tym względzie zasilać otworową Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich p-BDGI.

5.8.2 Kartowanie hydrogeologiczne

W przypadku szczególnych, lokalnych uwarunkowań hydrogeologicznych, można dodatkowo wykonać kartowanie hydrogeologiczne, głównie 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.

Na wstępie, prawidłowo wykonane kartowanie powinno obejmować szczegółową analizę materiałów archiwalnych. Dotychczasowa praktyka pokazuje, że 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).

5.9 BADANIA LABORATORYJNE

Celem badań laboratoryjnych jest uzupełnienie danych dotyczących fizycznych i mechanicznych parametrów podłoża gruntowego, określonych na podstawie materiałów archiwalnych lub analogii do innych obszarów o podobnych genetycznie gruntach i skałach.

Liczba, rodzaj i metoda badania próbek gruntów i skał typowanych do badań laboratoryjnych jest tak dobrana, aby scharakteryzować właściwości fizyczne i mechaniczne wydzielonych warstw i serii litologiczno-genetycznych (geologiczno-inżynierskich) na potrzeby opracowania atlasu. Wyniki oznaczeń parametrów fizycznych i mechanicznych zasilają dodatkowo Bazę Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) [36].

Badania laboratoryjne wykonywane są na próbkach reprezentatywnych, pobranych z otworów wiertniczych lub wkopów badawczych. W zakresie wykonywanych badań, w zależności od klasy i jakości oraz rodzaju pobranych próbek gruntów i skał należy przeprowadzić oznaczenia, takie jak:

- opis i klasyfikacja gruntów i/lub skał;
- wilgotność naturalna;
- skład granulometryczny gruntów drobnoziarnistych (analiza areometryczna) i gruntów gruboziarnistych (analiza sitowa wraz z wyznaczeniem współczynnika filtracji);
- granica płynności i plastyczności;
- strata masy przy prażeniu;
- gęstość objętościowa;
- gęstość właściwa szkieletu gruntowego;
- parametry wytrzymałościowe gruntu z zastosowaniem aparatu trójosiowego ściskania np. bez konsolidacji i bez odpływu (UU) i/lub z konsolidacją i bez odpływu (CIU) i/lub z konsolidacją i z odpływem (CID);
- wytrzymałość na ściskanie w aparacie jednoosiowego ściskania;
- moduł ściśliwości pierwotnej i wtórnej;
- współczynnik filtracji gruntów drobnoziarnistych.

Badania oznaczeń parametrów fizycznych i mechanicznych należy wykonywać w laboratorium posiadającym akredytację na badania i zgodnie z aktualnymi wydaniem norm PN-EN ISO 17892 *Badania laboratoryjne. Badania geotechniczne gruntów* [13]-[21], normą badawczą PN-B-04481:1988 *Grunty budowlane. Badania próbek gruntów* [12] oraz PN-EN 1997-2 *Projektowanie geotechniczne. Część 2. Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego* [22].

Wyniki badań laboratoryjnych gruntów i skał oraz wszelkich oznaczeń parametrycznych należy przedstawić w formie zestawień tabelarycznych.

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 złoża surowców mineralnych przydatnych w budownictwie, położenie zwierciadła wód podziemnych oraz wykazać najważniejsze zagrożenia 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 sklasyfikowania wydzielonych warstw w profilu w serie geologiczno-inżynierskie (Tabela 14). 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 i stratyografię gruntów i skał. 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 w kierunku wskazanych potrzeb lub rozwiązania konkretnego problemu. W zależności od dokładności prezentowanego obrazu wyróżnia się 3 typy modeli geologiczno-inżynierskich: model koncepcyjny, model obserwacyjny i model analityczny. Modele różnią się ilością danych wejściowych, dokładnością interpretacji i stopniem niepewności.

Do opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego wykorzystuje się model koncepcyjny, 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 litologii, genezy i stratygrafii gruntów i skał, serii geologiczno-inżynierskich (Tabela 14), ich wzajemnego położenia oraz możliwości wystąpienia zagrożeń naturalnych i antropogenicznych w podłożu.

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 procesie kompilowania informacji należy dokonać syntezy i wydzielić serie geologiczno-inżynierskie (Tabela 14). Trzeba przy tym uwzględnić częstotliwość występowania warstw, miąższości i ich wpływ na generowanie i udział w problemach na danym obszarze.

Każda z wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich (Tabela 14) została dodatkowo zakwalifikowana do jednej z kategorii przydatności gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych, w zależności od właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów w niej występujących:

- małoprzydatne – zaliczono do nich serie grupujące grunty bardzo zmienne i/lub bardzo ściśliwe, w tym: niebudowlane grunty antropogeniczne, wszystkie grunty organiczne młodsze niż miocen (neogen), grunty deluwialne i koluwalne oraz węgle brunatne i pustki w górotworze;
- średnioprzydatne – zaliczono do nich serie obejmujące grunty zmienne, średnio ściśliwe, w tym: wszystkie grunty spoiste (pyły, piaski gliniaste, gliny, iły), morskie i eoliczne grunty niespoiste holocenu, grunty zwietrzelinowe, spoiste grunty lodowcowe i zastoiskowe, porwaki starszego podłoża, nierozdzielone litologicznie i stratygraficznie utwory pliocenu, mio-pliocenu oraz nierozdzielone utwory kredowo paleogeńskie;
- przydatne – zaliczono do nich serie łączące grunty i skały mało zmienne oraz mało ściśliwe, w tym: antropogeniczne grunty budowlane, wszystkie grunty niespoiste niezależnie od genezy i stratygrafii (z wyjątkiem morskich i eolicznych gruntów holocenu), grunty preglacjalne oraz wszystkie skały i wszystkie grunty starsze niż paleocen (paleogen).

Tabela 14 Serie geologiczno-inżynierskie

Nr Serii	Symbol Serii	Nazwa serii	Przydatność gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych
1	QhAnB	grunty antropogeniczne, nasypy budowlane	przydatne
2	QhAnN	grunty antropogeniczne, nasypy niebudowlane	małoprzydatne
3	QhHuOr	holoceńskie gleby	małoprzydatne
4	QhOr	holoceńskie grunty organiczne	małoprzydatne
5	QhJSp	holoceńskie grunty jeziorne, spoiste	średnioprzydatne
6	QhJNsp	holoceńskie grunty jeziorne, niespoiste	przydatne
7	QhRSp	holoceńskie grunty rzeczne, spoiste	średnioprzydatne
8	QhRNsp	holoceńskie grunty rzeczne, niespoiste	przydatne
9	QhMSp	holoceńskie grunty morskie, spoiste	średnioprzydatne
10	QhMNsp	holoceńskie grunty morskie, niespoiste	średnioprzydatne
11	QhENsp	holoceńskie grunty eoliczne, niespoiste	średnioprzydatne
12	QOr	czwartorzędowe grunty organiczne	małoprzydatne
13	QRGfSp	czwartorzędowe grunty rzeczno-wodnolodowcowe, spoiste	średnioprzydatne
14	QRGfNsp	czwartorzędowe grunty rzeczno-wodnolodowcowe, niespoiste	przydatne
15	QCD	czwartorzędowe grunty koluwalno-deluwialne	małoprzydatne
16	QCDSp	czwartorzędowe grunty koluwalno-deluwialne, spoiste	małoprzydatne
17	QCDNsp	czwartorzędowe grunty koluwalno-deluwialne, niespoiste	małoprzydatne
18	QWRu	czwartorzędowe grunty zwietrzelinowe, rumosze	średnioprzydatne
19	QWRe	czwartorzędowe grunty zwietrzelinowe, rezydualne	średnioprzydatne
20	QESp	czwartorzędowe grunty eoliczne, spoiste	średnioprzydatne
21	QENsp	czwartorzędowe grunty eoliczne, niespoiste	średnioprzydatne
22	QpOr	plejstoceniańskie grunty organiczne	małoprzydatne
23	QpJSp	plejstoceniańskie grunty jeziorne, spoiste	średnioprzydatne
24	QpJNsp	plejstoceniańskie grunty jeziorne, niespoiste	przydatne
25	QpRSp	plejstoceniańskie grunty rzeczne, spoiste	średnioprzydatne
26	QpRNsp	plejstoceniańskie grunty rzeczne, niespoiste	przydatne
27	QpMSp	plejstoceniańskie grunty morskie, spoiste	średnioprzydatne
28	QpMNsp	plejstoceniańskie grunty morskie, niespoiste	przydatne
29	QpESp	plejstoceniańskie grunty eoliczne, spoiste	średnioprzydatne

Nr Serii	Symbol Serii	Nazwa serii	Przydatność gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych
30	QpENsp	plejstocenyckie grunty eoliczne, niespoiste	przydatne
31	QpGSp	plejstocenyckie grunty morenowe, spoiste	średnioprzydatne
32	QpGNsp	plejstocenyckie grunty wodnolodowcowe i morenowe, niespoiste	przydatne
33	QpZSp	plejstocenyckie grunty zastoiskowe, spoiste	średnioprzydatne
34	QpZNsp	plejstocenyckie grunty zastoiskowe, niespoiste	przydatne
35	QpGPrw	plejstocenyckie porwaki starszego podłoża	średnioprzydatne
36	QpPre	plejstocenyckie grunty preglacjalne	przydatne
37	Pl	pliocenyckie grunty i skały nierozdzielone	średnioprzydatne
38	PlSp	pliocenyckie grunty spoiste	średnioprzydatne
39	PlNsp	pliocenyckie grunty niespoiste	przydatne
40	PlSm	pliocenyckie skały miękkie	przydatne
41	PlSt	pliocenyckie skały twarde	przydatne
42	MPl	miocenycko-pliocenyckie grunty i skały nierozdzielone	średnioprzydatne
43	MPlSp	miocenycko-pliocenyckie grunty spoiste	średnioprzydatne
44	MPlNsp	miocenycko-pliocenyckie grunty niespoiste	przydatne
45	M	miocenyckie grunty i skały nierozdzielone	średnioprzydatne
46	MSp	miocenyckie grunty spoiste	średnioprzydatne
47	MNsp	miocenyckie grunty niespoiste	przydatne
48	MSm	miocenyckie skały miękkie	przydatne
49	MSt	miocenyckie skały twarde	przydatne
50	PgNgOr	paleocenycko-neocenyckie węgle brunatne i grunty organiczne	małoprzydatne
51	PgNg	paleocenycko-neocenyckie grunty i skały nierozdzielone	średnioprzydatne
52	OlSp	oligocenyckie grunty spoiste	średnioprzydatne
53	OlNsp	oligocenyckie grunty niespoiste	przydatne
54	OlSm	oligocenyckie skały miękkie	przydatne
55	OlSt	oligocenyckie skały twarde	przydatne
56	EoSp	eocenyckie grunty spoiste	średnioprzydatne
57	EoNsp	eocenyckie grunty niespoiste	przydatne
58	EoSm	eocenyckie skały miękkie	przydatne
59	EoSt	eocenyckie skały twarde	przydatne
60	PcSp	paleocenyckie grunty spoiste	średniokorzystne
61	PcNsp	paleocenyckie grunty niespoiste	przydatne
62	PcSm	paleocenyckie skały miękkie	przydatne
63	PcSt	paleocenyckie skały twarde	przydatne
64	CrPgS	kredowo-paleocenyckie skały nierozdzielone	średnioprzydatne
65	CrSm	kredowe skały miękkie	przydatne
66	CrSt	kredowe skały twarde	przydatne
67	JCrS	jurajsko-kredowe skały nierozdzielone	przydatne
68	JSm	jurajskie skały miękkie	przydatne
69	JSt	jurajskie skały twarde	przydatne
70	TJS	triasowo-jurajskie skały nierozdzielone	przydatne
71	TSm	triasowe skały miękkie	przydatne
72	TSt	triasowe skały twarde	przydatne
73	PS	permskie skały	przydatne
74	CS	karbońskie skały	przydatne
75	DS	dewońskie skały	przydatne
76	SS	sylurskie skały	przydatne
77	OS	ordowickie skały	przydatne
78	CmS	kambryjskie skały	przydatne
79	pCmS	prekambryjskie skały	przydatne
80	PU	pustka w górotworze	małoprzydatne
81	WP	woda powierzchniowa	nieokreślone
82	BW	brak możliwości wiercenia	nieokreślone
83	INNE	inne	nieokreślone

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

Należy zwrócić uwagę, że podziału dokonuje się głównie na podstawie stratygrafii, jednak nie jest to czynnik rozstrzygający. 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. glacytektonika, 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 oraz zbudowanie modelu geologicznego, co może ułatwić wydzielenie serii geologiczno-inżynierskich. Po pierwotnym wyznaczeniu serii i przeanalizowaniu powstałych na ich podstawie pierwszych map może dojść do przekonstrowania struktury podziału na serie geologiczno-inżynierskie. Należy wziąć jednak pod uwagę, że poprawianie lub zmiany przypisanych serii w profilach wierceń w późniejszym etapie opracowywania atlasów może być problematyczne i będzie wymagać dużego nakładu prac.

6.2 MAPY TEMATYCZNE

Idea tworzenia cyfrowych atlasów geologiczno-inżynierskich obejmuje stworzenie zestawu map tematycznych oddających możliwie najpełniejszą informację o podłożu gruntowym i środowisku. W związku z tym treść poszczególnych map wraz z liczbą i rodzajem warstw informacyjnych wchodzących w skład danej mapy powinna możliwie dokładnie odzwierciedlać warunki na danym terenie. Należy przy tym wziąć pod uwagę charakter budowy geologicznej oraz problemów z nią związanych.

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. Jednak część map tematycznych jest obligatoryjna dla atlasów, jako zestaw map podstawowych (Rozdział 6.2.1). Obrazują one możliwie jak najpełniej wszelką możliwą informację o podłożu gruntowym oraz przedstawiają ją w sposób spójny i jednolity, niezależnie od opracowywanego atlasu. Natomiast jeżeli istnieją elementy związane z problematyką danego regionu (aglomeracji) to muszą się one znaleźć na mapach dedykowanych dla wybranego obszaru, będących dla niego mapami uzupełniającymi (Rozdział 6.2.2). Są to mapy opcjonalnie wykonywane w celu uzupełnienia obrazu warunków geologiczno-inżynierskich.

Opracowując koncepcję map tematycznych należy uwzględniać specyfikę i odmienność regionalną zagadnień geologiczno-inżynierskich danego obszaru, szczególnie przy tworzeniu uzupełniających map tematycznych (Rozdział 6.2.2). Przy wykonywaniu atlasu geologiczno-inżynierskiego odpowiednie warstwy informacyjne powinny 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.

Przy tworzeniu map należy korzystać z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) dedykowanej dla skali 1:10 000. Możliwe też jest wykorzystanie rastrowych podkładów topograficznych w układzie PL-1992 w różnych skalach w zależności od potrzeb. Topograficzne podkłady rastrowe jak i BDOT10k powinny zostać pozyskane z Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego (PZGiK) 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 tematycznych w każdym atlasie geologiczno-inżynierskim należą:

- Mapa lokalizacyjna – skala 1:100 000;
- Mapa dokumentacyjna – skala 1:10 000;

- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t. – skala 1:10 000;
- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. – skala 1:10 000;
- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t. – skala 1:10 000;
- Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej – skala 1:10 000;
- Mapa zagrożeń geologicznych – skala 1:10 000;
- Mapa gruntów problematycznych – skala 1:10 000;
- Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. – skala 1:10 000;
- Mapa zagospodarowania powierzchni i obszarów chronionych z elementami antropopresji - skala 1:10 000;
- Mapa geomorfologiczna – skala 1:50 000;
- Mapa zakresu udokumentowania terenu – skala 1:100 000.

Zestaw map podstawowych jest obligatoryjny i niezmienny. Jednak należy zaznaczyć, że w zależności od problematyki i potrzeb w przyszłości listę map będzie można poszerzyć lub zmienić ich skalę np.: Mapa dokumentacyjna – skala 1:5 000, Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 4 m p.p.t. – skala 1:10 000 lub Mapa warunków budowlanych na głębokości 1 m p.p.t. – skala 1:10 000.

6.2.1.1 Mapa lokalizacyjna – skala 1:100 000

Na mapie, na tle podziału administracyjnego, należy zawrzeć zasięg (granice) opracowania oraz jego podział na arkusze zgodny z międzynarodowym podziałem map topograficznych dla skali 1:10 000 (w układzie PL-1992) lub 1:5 000 dla atlasów małoobszarowych (np. Atlas geologiczno-inżynierski klifu orłowskiego). Oprócz tego mapa ta powinna przedstawić przebiegi linii przekrojów geologiczno-inżynierskich wraz z ich nazwami.

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. Ponadto mapę należy opatrzyć ogólną mapą Polski (w odpowiedniej skali), identyfikującą położenie obszaru opracowania na tle jej granic.

Mapę należy zobrazować na rastrowym podkładzie topograficznym w skali 1:100 000 lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

Atlasy o bardzo dużej powierzchni, których granice w skali 1:100 000 wykraczają poza obszar arkusza wydruku można przedstawić w arkuszach lub w skali mniejszej (np.: 1:150 000). Natomiast dla atlasów małoobszarowych można zastosować skale większe (1:50 000, 1:25 000) z odpowiednio dobranym do skali podkładzie topograficznym.

6.2.1.2 Mapa dokumentacyjna – skala 1:10 000

Na mapie należy zaznaczyć zasięg (granice) opracowania, podział administracyjny, przebieg zaetykietowanych 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. Ponadto należy wyróżnić punkty z pełnym dostępem do informacji zawartej w profilu otworu, jak i te, których z powodu wymogów prawnych nie można udostępniać publicznie. Jeżeli jest to zasadne i możliwe do zobrazowania na arkuszach mapy w skali 1:10 000 można także zróżnicować graficznie, ze względu na ich rodzaj, sondowania polowe.

Każdy z punktów dokumentacyjnych na mapie powinien posiadać etykietę z jego nazwą. Jednak na terenie miast bardzo często znajdują się obszary, na których występuje znaczne zagęszczenie

punktów dokumentacyjnych, gdzie zaetykietowanie wszystkich otworów może poważnie rzutować na czytelność mapy. W takich miejscach wskazane jest zrezygnowanie z etykietowania wszystkich otworów, jednak na marginaliach mapy należy to wyraźnie zaznaczyć oraz wskazać gdzie takie dane się znajdują, np.:

„Ze względu na czytelność mapy w miejscach dużego zagęszczenia punktów dokumentacyjnych ich nazwy mogą nie być wyświetlane lub są wyświetlane losowo. W celu uzyskania szczegółowych informacji na temat punktu dokumentacyjnego należy skorzystać z serwisu mapowego PIG-PIB – <https://geologia.pgi.gov.pl> (zakładka budownictwo) lub złożyć wniosek o dostęp do danych w NAG”

Mapa musi posiadać unikatowe identyfikatory arkuszy, tytuł, symbol wskazujący północ lub siatkę kartograficzną, skalę i podziałkę metryczną, nazwę i numer arkusza oraz objaśnienia (legendę) omawiające elementy przedstawione na mapie. Ponadto każdy arkusz mapy należy opatrzyć skorowidzem arkuszy (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Mapę należy zobrazować na podkładzie topograficznym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

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

Mapa przedstawia (na podstawie informacji z bazy danych p-BDGI) wyznaczony geostatystycznie (za pomocą nieważonej alokacji euklidesowej) zasięg występowania serii (Tabela 14), czyli wydzielen o jednakowych cechach stratygraficzno-genetyczno-litologicznych na zadanej głębokości, w tym przypadku na 3 głębokościach: 1, 2 i 5 m p.p.t.

Mapy serii geologiczno-inżynierskich są przedstawione jako „cięcie” na zadanej głębokości i mają zilustrować stopień złożoności budowy geologicznej oraz odzwierciedlić występowanie na danej głębokości serii w poszczególnych punktach badawczych oraz w pewnej obliczonej geostatystycznie (alokacja euklidesowa) odległości od nich. Obszary wydzielonych serii na mapach muszą być zaetykietowane numerem lub symbolem serii (Tabela 14) oraz posiadać kolorystykę, zgodnie z wydzieleniami na przekrojach geologiczno-inżynierskich.

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. Ponadto każdy arkusz mapy należy opatrzyć skorowidzem arkuszy (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

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

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, który udokumentowano w otworach archiwalnych oraz otworach z wierceń geologiczno-inżynierskich, wykonanych na potrzeby atlasu geologiczno-inżynierskiego, obrazując tym samym miąższość tak zwanej „warstwy suchej”.

Do poligonowego zobrazowania położenia zwierciadła wody wykorzystuje się geoprzestrzenną analizę, tak zwaną nieważoną alokację euklidesową. W efekcie przeprowadzonej analizy przestrzennej na mapie przedstawia się poligony prezentujące głębokość do pierwszego nawierconego zwierciadła wody podziemnej sklasyfikowaną i zróżnicowaną graficznie w następujących przedziałach głębokości:

- płycej niż 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.;
- głębiej niż 20 m p.p.t.

Oprócz tego na mapie należy wyodrębnić poligony (wyznaczonych tą samą metodą), na których znajdują się otwory wiertnicze, gdzie podczas wiercenia nie stwierdzono zwierciadła wody podziemnej do głębokości wykonanego otworu. Te poligony również należy sklasyfikować i zróżnicować graficznie w dobranych, tak samo jak w przypadku nawierconego zwierciadła, przedziałach głębokości. Należy zwrócić uwagę, że w profilach otworów mogą znajdować się sączenia, których w analizie przestrzennej nie bierze się pod uwagę.

Ponadto na mapie należy przedstawić punkty dokumentacyjne zróżnicowane graficznie na te, w których nawiercono wody podziemne i te, w których w całym profilu nie stwierdzono zwierciadła wód podziemnych. Dodatkowo punkty dokumentacyjne należy oznaczyć etykietą informującą o głębokości nawierconego zwierciadła wód podziemnych (w m p.p.t.) lub o głębokości otworu jeśli takiego zwierciadła nie stwierdzono. Ze względu na czytelność mapy, w miejscach dużego zagęszczenia punktów dokumentacyjnych, wskazane jest zrezygnowanie z etykietowania wszystkich otworów jednak na marginaliach mapy, podobnie jak w przypadku mapy dokumentacyjnej (Rozdział 6.2.1.2), należy to wyraźnie zaznaczyć oraz wskazać gdzie takie dane się znajdują.

Dodatkowo na mapie należy zaznaczyć zasięg (granice) opracowania, a każdy arkusz mapy 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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Należy tutaj zaznaczyć, że informacje o położeniu pierwszego zwierciadła wód podziemnych pochodzą z różnych dokumentacji i z bardzo długiego okresu czasu, podczas którego głębokość do pierwszego zwierciadła wód podziemnych podlegała zmianom, zarówno z przyczyn naturalnych jak i antropogenicznych. Ponadto obszary, na których liczba punktów dokumentacyjnych jest niewielka mogą nie odzwierciedlać faktycznego położenia zwierciadła wód podziemnych. W związku z tym przedstawiony na mapie obraz głębokości do pierwszego zwierciadła wód podziemnych może różnić się od obecnego stanu i należy go traktować jako syntetyczny i uśredniony z wielolecia.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

6.2.1.5 Mapa zagrożeń geologicznych – skala 1:10 000

Mapę zagrożeń geologicznych należy tworzyć w oparciu o materiały archiwalne, w tym dane zawarte w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (CBDG) oraz kartowanie geologiczno-inżynierskie i analizy geoprzestrzenne. Mapa jest podstawowym źródłem informacji o zagrożeniach geologicznych (geozagrożeniach).

Mapa zagrożeń geologicznych wskazuje tereny, na których ze względu na zagrożenia geologiczne istnieją znaczne ograniczenia dotyczące posadawiania obiektów budowlanych. Elementy mapy powinno się analizować wspólnie z Mapą warunków budowlanych, szczególnie na etapie projektowania inwestycji budowlanej i wstępnych założeń planistycznych dla zagospodarowania przestrzennego.

Na mapie należy przedstawić obszary zagrożone występowaniem elementów niekorzystnych z punktu widzenia kształtowania struktur funkcjonalno-przestrzennych dla potrzeb budownictwa:

- tereny górnicze (baza ROG – rejestr obszarów górniczych);
- osuwiska i tereny zagrożone ruchami masowymi (baza SOPO);
- obszary zagrożone podtopieniami (powódź od wód gruntowych) – (baza CBDG5);
- obszary o prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi 0,2% (baza ISOK);
- obszary występowania mokradeł (baza CBDG5);
- spadki terenu (baza m-BDGI);
- pustki w górotworze – punkty dokumentacyjne, w których nawiercono pustkę (baza m-BDGI);
- pustki w górotworze – szacunkowy zasięg pustek w górotworze (baza m-BDGI).

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

- spadki od 5 do 12 %;
- spadki większe niż 12 %.

Na mapie powinny się znaleźć także dane dotyczące pustek w górotworze, będące wynikiem przeanalizowania informacji zawartych w otworowej Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich. Oprócz lokalizacji punktu dokumentacyjnego, w którego profilu stwierdzono pustkę, należy opisać etykietą miąższość pustki w metrach oraz oznaczyć buforem szacunkowy zasięg występowania pustki, zależny od miąższości pustki (Tabela 15).

Tabela 15 Przyjęta wartość bufora obszaru szacunkowego zasięgu występowania gruntów antropogenicznych, gruntów organicznych, gruntów ekspansywnych, lessów oraz pustek w górotworze zależnego 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

Dodatkowo 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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skrowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

6.2.1.6 Mapa gruntów problematycznych – skala 1:10 000

Mapę gruntów problematycznych należy tworzyć w oparciu o materiały archiwalne, w tym dane zawarte w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (CBDG) oraz kartowanie geologiczno-inżynierskie i analizy geoprzestrzenne.

Mapa wskazuje miejsca, na których ze względu na występowanie gruntów problematycznych mogą wystąpić znaczne ograniczenia dotyczące projektowania obiektów budowlanych. Mapę tę, podobnie jak mapę zagrożeń geologicznych, powinno się analizować wspólnie z Mapą warunków budowlanych, szczególnie na etapie projektowania inwestycji budowlanej i wstępnych założeń planistycznych dla zagospodarowania przestrzennego.

Na mapie należy przedstawić obszary, na których występują grunty problematyczne, jako mało przydatne z punktu widzenia potrzeb budownictwa, i które powinny być uwzględnione na etapie tworzenia planów zagospodarowania przestrzennego:

- grunty antropogeniczne – punkty dokumentacyjne, w których nawiercono nasypy niebudowlane (baza m-BDGI);
- grunty antropogeniczne – szacunkowy zasięg nasypów niebudowlanych (baza m-BDGI);
- grunty organiczne – punkty dokumentacyjne, w których nawiercono grunty organiczne (baza m-BDGI);
- grunty organiczne – szacunkowy zasięg gruntów organicznych (baza m-BDGI);
- grunty ekspansywne – punkty dokumentacyjne, w których nawiercono grunty ekspansywne (baza m-BDGI);
- grunty ekspansywne – szacunkowy zasięg gruntów ekspansywnych (baza m-BDGI);
- grunty zapadowe – punkty dokumentacyjne, w których nawiercono lessy (baza m-BDGI);
- grunty zapadowe – szacunkowy zasięg lessów (baza m-BDGI).

Wszystkie punkty dokumentacyjne, zależnie od nawierconego gruntu problematycznego należy zróżnicować graficznie oraz opatrzyć etykietą informującą o miąższości danego wydzielania (m). Ze względu na czytelność mapy, w miejscach dużego zagęszczenia punktów wskazana jest rezygnacja z etykietowania wszystkich otworów, jednak na marginaliach mapy, tak jak w przypadku mapy dokumentacyjnej (Rozdział 6.2.1.2), należy to wyraźnie zaznaczyć oraz wskazać gdzie takie dane się znajdują.

Oprócz lokalizacji punktów dokumentacyjnych, w których profilach stwierdzono grunty problematyczne należy, zależnie od ich miąższości (Tabela 15), oznaczyć buforem szacunkowy zasięg występowania tych gruntów, z odpowiednim zróżnicowaniem graficznym.

Dodatkowo 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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

6.2.1.7 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, geomorfologiczne, hydrogeologiczne, a także szereg procesów oraz zjawisk geologicznych i geodynamicznych (zagrożeń geologicznych) występujących w podłożu budowlanym.

Mapę warunków budowlanych opracowuje się głównie z przeznaczeniem dla potrzeb planowania przestrzennego, w tym dla projektów budowlanych obiektów budownictwa mieszkaniowego i wszelkiego rodzaju obiektów liniowych, a także oceny geologiczno-inżynierskiej obszarów przeznaczonych dla różnego rodzaju inwestycji.

Na potrzeby mapy przy kwalifikowaniu terenów pod względem ich przydatności dla celów budowlanych na wstępie należy wykorzystać informacje zebrane podczas wydzielania serii geologiczno-inżynierskich (Tabela 14). W tym celu serie geologiczno-inżynierskie występujące na 2 m p.p.t. grupuje się w oparciu o zbliżone właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów i skał. Określając ich kategorię pod względem przydatności gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych, bierze się pod uwagę stopień skonsolidowania gruntów i dopuszczalne obciążenia. Serie geologiczno-inżynierskie zalicza się do jednej z trzech wymienionych grup kategorii przydatności gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych:

- małoprzydatne;
- średnioprzydatne;

- przydatne.

Kategoryzacji dokonuje się w oparciu o sumaryczną klasyfikację punktową (Tabela 16), w której brane są pod uwagę:

- geneza oraz stopień uporządkowania struktury;
- spistość gruntu lub stopień zdiagenezowania skały;
- zawartość substancji organicznej;
- stan gruntu lub wytrzymałość skały.

Tabela 16 Klasyfikacja punktowa dla poszczególnych kategorii przydatności gruntów/skał

Czynnik brany pod uwagę	Rodzaje gruntów/skał	Punktacja
Geneza i stopień uporządkowania struktury	flisz, grunty koluwalno-deluwialne, nasypy niebudowlane, porwaki, grunty zwietrzelinowe rumosze, pustki	5
	grunty czwartorzędowe nierozdzielone litologicznie, grunty organiczne (w tym gleby), grunty zwietrzelinowe rezydualne, węgiel brunatny,	10
	grunty jeziorne, grunty morskie, grunty zastoiskowe, grunty eoliczne, grunty rzeczne, grunty rzeczno-wodnolodowcowe, grunty lodowcowe, grunty starsze niż czwartorzęd nierozdzielone litologicznie i genetycznie, grunty i skały nierozdzielone litologicznie i genetycznie starsze niż czwartorzęd	15
	grunty wodnolodowcowe, grunty preglacjalne	20
	nasypy budowlane, skały	25
Spoistość gruntu, stopień zdiagenezowania skały	pustki	5
	grunty spoiste, grunty organiczne (w tym gleby), węgiel brunatny	10
	grunty nierozdzielone pod względem spoistości (spoiste wraz z niespoistymi), grunty koluwalno-deluwialne, nasypy budowlane i niebudowlane	15
	grunty niespoiste, grunty i skały starsze niż czwartorzęd nierozdzielone litologicznie, flisz	20
	skały	25
Zawartość części organicznych	grunty organiczne (w tym gleby), węgiel brunatny, pustki	5
	grunty z możliwą domieszką części organicznych: grunty koluwalno-deluwialne, nasypy niebudowlane, grunty i skały z przewarstwieniami węgla brunatnych	15
	grunty nieorganiczne, nasypy budowlane, skały (poza węglem brunatnym oraz gruntami i skałami z przewarstwieniami węgla brunatnych)	25
Stan gruntu, wytrzymałość skały	grunty organiczne holoceni (w tym gleby), grunty morskie holoceni, grunty eoliczne holoceni, grunty eoliczne czwartorzędowe nierozdzielone, grunty koluwalno-deluwialne, nasypy niebudowlane, grunty zwietrzelinowe rumosze, pustki	5
	grunty organiczne plejstoceni, grunty eoliczne plejstoceni, grunty zwietrzelinowe rezydualne, grunty jeziorne holoceni, grunty rzeczne holoceni, grunty czwartorzędowe nierozdzielone (poza gruntami eolicznymi, organicznymi, koluwalno-deluwialne)	10
	grunty plejstoceni (poza gruntami eolicznymi i organicznymi), grunty neogeńskie i paleogeńskie, grunty i skały neogeńskie nierozdzielone, grunty i skały paleogeńskie nierozdzielone, flisz, porwaki, węgiel brunatny	15
	nasypy budowlane, skały miękkie (poza węglem brunatnym), skały mezozoiczne nierozdzielone	20
	skały twarde, skały paleozoiczne i starsze nierozdzielone	25
SUMA PUNKTÓW		
Przydatność gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych	Małoprzydatne	20-50)
	Średnioprzydatne	≤50-70)
	Przydatne	≥70

Następnie należy utworzyć warstwę warunków budowlanych, którą 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: obszary zjawisk krasowych, tereny górnicze, tereny osuwiskowe wraz z obszarami zagrożonymi ruchami masowymi oraz obszary możliwych podtopień i powodzi o 0,2% prawdopodobieństwie wystąpienia - woda 500 letnia, (Tabela 17).

Tabela 17 Macierz dla mapy warunków budowlanych

Warunki budowlane	Głębokość zwierciadła wody nawierconej	Przydatność gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych	Spadki terenu	Obszary występowania zjawisk krasowych	Tereny górnicze	Osuwiska i obszary zagrożone ruchami masowymi	Podtopienia, powodzie
ograniczone	≤2 m p.p.t.	małoprzydatne	≥12%	jest	jest	jest	jest
przeciętne	2-5 m p.p.t.	średnioprzydatne	5%-12%	brak	brak	brak	brak

Warunki budowlane	Głębokość zwierciadła wody nawierconej	Przydatność gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych	Spadki terenu	Obszary występowania zjawisk krasowych	Tereny górnicze	Osuwiska i obszary zagrożone ruchami masowymi	Podtopienia, powodzie
dobrze	≥ 5 m p.p.t.	przydatne	≤ 5%				
nieokreślone	Jeśli brak danych do oceny						

Poprzez analizę istotnych składowych warunków geologiczno-inżynierskich na 2 m p.p.t. zgodnie z założeniami (Tabela 17) określa się trzy rodzaje warunków budowlanych

- **ograniczone** warunki budowlane – realizacja obiektów budowlanych jest utrudniona, a posadowienie bezpośrednie nie jest możliwe; są to obszary o bardzo zróżnicowanej morfologii terenu, którą charakteryzują duże spadki terenu (powyżej 12%) i/lub występowanie w podłożu gruntów/skał małoprzydatnych do posadawiania obiektów budowlanych (Tabela 16) i/lub wodę gruntową stwierdzono płycej niż 2 m p.p.t. i/lub występuje przynajmniej jednego z niekorzystnych zjawisk tj.: terenów górniczych, osuwisk, obszarów zagrożonych ruchami masowymi, powodziami lub podtopieniami, obszarów występowania historycznych zanieczyszczeń i zagrożeń szkodą w środowisku oraz obszarów, na których stwierdzono występowanie zjawisk krasowych;
- **przeciętne** warunki budowlane – posadowienie bezpośrednie typowych obiektów budowlanych jest potencjalnie możliwe, wymaga jednak potwierdzenia za pomocą szczegółowego rozpoznania geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego; są to obszary o zróżnicowanej morfologii terenu, którą charakteryzują spadki terenu 5%-12% i/lub występowanie w podłożu gruntów/skał średnioprzydatnych do posadawiania obiektów budowlanych (Tabela 16) i/lub wodę gruntową stwierdzono na głębokości 2-5 m p.p.t. i nie występuje żadne z niekorzystnych zjawisk geologicznych;
- **dobrze** warunki budowlane – możliwe jest bezpośrednie posadowienie większości obiektów budowlanych; są to obszary o mało zróżnicowanej morfologii terenu, które charakteryzują małe spadki terenu do 5% i występowanie w podłożu gruntów/skał przydatnych do posadawiania obiektów budowlanych (Tabela 16) a wodę gruntową stwierdzono na głębokości poniżej 5 m p.p.t. przy czym nie występuje żadne z niekorzystnych zjawisk geologicznych.

Na mapie przedstawia się warstwę warunków budowlanych na 2 m p.p.t. w odpowiednim zróżnicowaniu kolorystycznym dla każdego z wyznaczonych warunków.

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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

6.2.1.8 Mapa zagospodarowania powierzchni i obszarów chronionych z elementami antropopresji – skala 1:10 000

Mapę zagospodarowania powierzchni i obszarów chronionych z elementami antropopresji należy oprzeć o materiały archiwalne (w tym zewnętrzne bazy danych), kartowanie geologiczno-inżynierskie oraz analizy geoprzestrzenne. Jest to mapa syntetyczna, uwzględniająca istotne czynniki mogące wpływać na wybór lokalizacji posadowienia obiektu budowlanego oraz kształtujące przeznaczenie danego obszaru w planach zagospodarowania przestrzennego. Mapa obrazuje aktualne (na czas wykonania mapy) kierunki gospodarowania przestrzenią, wskazuje zasięg obszarów chronionych i objętych ochroną uzdrowiskową, przedstawia wybrane elementy presji człowieka na środowiska oraz prezentuje położenie złóż przydatnych w budownictwie.

Mapę, w części przedstawiającą zagospodarowanie przestrzenne terenu, należy opracować przede wszystkim na podstawie informacji uzyskanych z urzędów administracji publicznej (urzędy miejskie i gminy), głównie w oparciu o studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP) oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP). Umożliwia to przedstawienie na mapie zagospodarowania powierzchni terenu w podziale na zintegrowane, infrastrukturalne kompleksy przeznaczenia terenu (Tabela 18).

Tabela 18 Zintegrowane wydzielienia zagospodarowania przestrzennego terenu

LP	Przeznaczenie terenu	Symbol
1	Tereny cmentarzy	CM
2	Tereny handlowo-usługowe	HU
3	Tereny infrastruktury technicznej	IT
4	Tereny leśne	L
5	Tereny zabudowy mieszkaniowej	M
6	Tereny zabudowy mieszkaniowo-usługowej	MU
7	Tereny zieleni nieleśnej	NL
8	Tereny niezagospodarowane	NZG
9	Obszary chronione (parki narodowe, parki krajobrazowe, rezerваты)	OCh
10	Tereny uzdrowiskowe i ochrony zdrowia	OZ
11	Tereny przemysłowe, produkcyjne, eksploatacyjne, magazyny, składy, wyrobiska	P
12	Tereny przemysłowo-usługowe	PU
13	Tereny rolne (pola, łąki, sady, pastwiska)	R
14	Składowiska odpadów komunalnych	SK
15	Składowiska odpadów przemysłowych, niebezpiecznych, pogórnich (w tym hałdy)	SP
16	Tereny sportowe i rekreacyjne	SR
17	Tereny transportu drogowego, kolejowego	TDK
18	Tereny inwestycyjne	TI
19	Tereny sakralne, szkolnictwa, kultury, opieki	TK
20	Tereny narefulowane	TN
21	Tereny oczyszczalni, osadniki	TO
22	Tereny transportu lotniczego	TTL
23	Tereny wojskowe i zamknięte	TW
24	Tereny ujęć wód	UW
25	Brak informacji	BD

W związku z tym na mapie wraz z zasięgiem opracowania należy przedstawić szczegółowy obraz rodzaju zabudowy, wykorzystania i przeznaczenia obszaru atlasu, dzięki czemu możliwe jest planowanie różnego rodzaju inwestycji. Wszystkie rodzaje przeznaczenia terenu należy odpowiednio zróżnicować graficznie a dodatkowo tam, gdzie na to pozwala wielkość poligonu, trzeba je zaetykietować.

Ponadto na mapie powinna się znaleźć (odpowiednio zróżnicowane graficznie) lokalizacja obszarów chronionych, a także wybrane elementy antropopresji, takie jak:

- obszary chronione:
 - Parki narodowe;
 - Parki krajobrazowe;
 - Rezerваты przyrody;
 - Natura 2000 – obszary specjalnej ochrony ptaków;
 - Natura 2000 – specjalne obszary ochrony siedlisk;
- ochrona uzdrowiskowa
 - Strefa ochronna A;
 - Strefa ochronna B;
 - Strefa ochronna C;
- elementy antropopresji:
 - Stacje paliw;
 - Emitory pyłów i gazów;
 - Miejsca zrzutu ścieków;
 - Oczyszczalnie ścieków;

- Stacje przeładunkowe odpadów;
 - Obiekty odzysku i unieszkodliwiania odpadów;
 - Składowiska odpadów;
 - Magazyny substancji niebezpiecznych;
 - Elektrownie i elektrociepłownie;
 - Zakłady przemysłowe;
 - Bazy transportowe/przeładunkowe;
 - Lotniska;
 - Porty;
- udokumentowane złoża surowców przydatnych dla budownictwa:
- Surowce ilaste do produkcji kruszywa lekkiego;
 - Surowce ilaste do produkcji cementu;
 - Piaski i żwiry;
 - Piaski podsadzkowe;
 - Surowce dla prac inżynierskich.

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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

6.2.1.9 Mapa geomorfologiczna – skala 1:50 000

Do wykonania mapy geomorfologicznej należy wykorzystać materiały archiwalne oraz kartowanie geologiczno-inżynierskie. Mapa powinna być opracowana w oparciu o numeryczny model terenu (NMT) pochodzący z zasobów ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju) oraz szkice geomorfologiczne wykonane na potrzeby Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000.

Mapa przedstawia informacje o położeniu wydzielonych i zintegrowanych na potrzeby opracowywania atlasów geologiczno-inżynierskich form geomorfologicznych (Tabela 9). Formy te wyznaczają procesy, które je ukształtowały, określając wiek, w którym powstały, a przede wszystkim ich genezę. Dzięki temu Mapa geomorfologiczna może być wykorzystana przy wydzielaniu serii geologiczno-inżynierskich w profilach otworów wprowadzonych do bazy BDGI, głównie tam, gdzie ich geneza na etapie dokumentowania nie mogła być określona.

Każde geomorfologiczne wydzielenie na mapie należy odpowiednio zobrazować graficznie oraz wypełnić tabelę atrybutów klas obiektów (odpowiednio powierzchniowych, liniowych i punktowych) zgodnie ze słownikiem zintegrowanych wydzieleni geomorfologicznych (Tabela 51 – Rozdział 12). 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).

Mapę należy zobrazować na rastrowym podkładzie topograficznym w skali 1:50 000 lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k). Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

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. Dla każdego atlasu z osobna należy stworzyć kilometrażową siatkę, dla której za pomocą metod statystycznych należy przypisać liczbę punktów dokumentacyjnych z Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich. Na potrzeby tworzenia atlasu geologiczno-inżynierskiego przyjmuje się 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.

Każde z wydzieli przedziałów należy odpowiednio zróżnicować graficznie. Ponadto na mapie należy zawrzeć: 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 lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

Atlasy o bardzo dużej powierzchni, których granice w skali 1:100 000 wykraczają poza obszar arkusza wydruku można przedstawić w arkuszach lub w skali mniejszej (np.: 1:150 000). Natomiast dla atlasów małoobszarowych można zastosować skalę większą (1:50 000, 1:25 000) z odpowiednio dobranym do skali podkładzie topograficznym.

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 zaznaczyć, że w zależności od problematyki związanej z podłożem budowlanym danego obszaru (lessy, stateczność skarp, kras itp.) mogą powstać inne mapy tematyczne nieopisane w 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. 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 powinna być elementem innej, podstawowej mapy tematycznej, na przykład na mapie gruntów problematycznych.

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 3 m, od 3 do 5 m, od 5 do 10 m 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 0,5 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 jasnoszarego do ciemnoszarego).

Na mapie należy zamieścić również zasięg (granice) opracowania oraz rozmieszczenie składowisk odpadów komunalnych i przemysłowych z rozróżnieniem na składowane na mokro (osadniki) i na sucho (zwałowiska), przebieg znacznie większych nasypów obiektów liniowych (drogowych, kolejowych, wałów) i powierzchniowych (lotniska, parkingi wielkopowierzchniowe).

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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

Jeżeli nie wpłynie to negatywnie na czytelność mapy mapę tę można przedstawić w mniejszej skali (1:50 000 lub 1:100 000) prezentując tym samym ogólny rozkład miąższości gruntów antropogenicznych w danym rejonie. W takim przypadku, należy zastosować odpowiedni rastrowy podkład topograficzny lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

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 sumarycznej (w profilu otworu) 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 zamieścić również 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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

Jeżeli nie wpłynie to negatywnie na czytelność mapy mapę tę można przedstawić w mniejszej skali (1:50 000 lub 1:100 000) prezentując tym samym ogólny rozkład przestrzenny gruntów słabych w danym rejonie. W takim przypadku, należy zastosować odpowiedni rastrowy podkład topograficzny lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

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, pomiarów zwierciadła wody w studniach dokonanych podczas kartowania geologiczno-inżynierskiego, jak i na podstawie informacji zawartych w archiwalnych dokumentacjach geologiczno-inżynierskich, które są zwykle umieszczane na kartach otworów. Dane o położeniu pierwszego zwierciadła wód podziemnych pochodzą zwykle 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 hydroizohips 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 1 m. W razie potrzeby (zbyt dużych zagęszczeń izolinii lub zbyt dużych odległości między nimi) hydroizohipsy można przedstawić w cieciu co 0,5 m lub co 2 m, a nawet co 5 m, przy czym 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. Umieszczone na mapie otwory 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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

Jeżeli nie wpłynie to negatywnie na czytelność mapy mapę tę można przedstawić w mniejszej skali (1:50 000 lub 1:100 000) prezentując tym samym ogólne położenie zwierciadła w danym rejonie wraz z kierunkami przepływu wód podziemnych. W takim przypadku, należy zastosować odpowiedni rastrowy podkład topograficzny lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

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 istnieje 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 powinny 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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

Jeżeli nie wpłynie to negatywnie na czytelność mapy mapę tę można przedstawić w mniejszej skali (1:50 000 lub 1:100 000) prezentując tym samym ogólną interpolowaną głębokość zwierciadła w danym rejonie. W takim przypadku, należy zastosować odpowiedni rastrowy podkład topograficzny lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

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.

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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

Jeżeli nie wpłynie to negatywnie na czytelność mapy mapę tę można przedstawić w mniejszej skali (1:50 000 lub 1:100 000) prezentując tym samym ogólne położenie podłoża podczwartorzędowego w danym rejonie. W takim przypadku, należy zastosować odpowiedni rastrowy podkład topograficzny lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

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 zaetykietowanej warstwy izolinowej 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 odpowiednio 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 i dostępności materiałów archiwalnych. 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. Ponadto arkusze mapy należy opatrzyć skorowidzem (w odpowiedniej skali), identyfikującym położenie arkusza na tle całego opracowania.

Jako podkład topograficzny, na potrzeby mapy należy wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się, wybrane i charakterystyczne elementy z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k) w skali 1:10 000.

Jeżeli nie wpłynie to negatywnie na czytelność mapy mapę tę można przedstawić w mniejszej skali (1:50 000 lub 1:100 000) prezentując tym samym ogólne trendy działalności górniczej w danym rejonie. W takim przypadku, należy zastosować odpowiedni rastrowy podkład topograficzny lub wykorzystać umożliwiające zlokalizowanie się wybrane i charakterystyczne (odpowiednio dostosowane do skali) elementy Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).

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. Ważne jest, aby przebieg przekrojów geologiczno-inżynierskich był skorelowany z badaniami geofizycznymi (Rozdział 5.5), ponieważ mogą one wspomóc w interpretacji przekrojów.

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 (Tabela 14), 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 natomiast pionowa powinna wynosić 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 serii geologiczno-inżynierskich (Rozdział 6.2.1.3).

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.

Nazwa pliku przekroju jak i jego obrazu w formie dokumentu PDF lub innego formatu rastrowego powinna być oznaczona kodem atlasu (Tabela 1) i kolejnym numerem przekroju (np.: I18_PGI_04)

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. Wymienia 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 ogólne informacje opisujące źródło otworów archiwalnych oraz 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. USZCZEGÓLOWIENIE 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 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 I SKAŁ

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 Miejscowych 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 Tabelą 14), 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 skal w jakich zostały opracowane.

5.7 OBSZARY DO DALSZEGO 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. ZAŁĄCZNIKI GRAFICZNE I TABELARYCZNE

Zawiera wszelkie załączniki kartograficzne, wykresy oraz tabele.

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 oraz zwykłych obywateli. Najprostszym sposobem jest udostępnienie danych

w sieci internetowej. Dlatego całe opracowanie należy przystosować w końcowym etapie do zwizualizowania w sieci arkuszy map tematycznych i kart otworów w formacie PDF, z możliwością ich ściągnięcia na urządzenia osobiste oraz poszczególnych cyfrowych warstw informacyjnych za pomocą usług WMS lub/i WFS, z możliwością ich użycia we własnych projektach GIS. 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 [57];
- Serwis informacyjny o geologii inżynierskiej – atlasy.pgi.gov.pl [48];
- Przeglądarkę mapową Geologia – <http://geologia.pgi.gov.pl> [52];
- Aplikację mobilną GeoLOG – <https://geolog.pgi.gov.pl> [51] dostępna nieodpłatnie na urządzenia mobilne z Google Play i App Store;
- Usługi mapowe WMS/WFS – <https://gis.pgi.gov.pl> [53];
- Pliki SHP do pobrania – <http://dm.pgi.gov.pl> [54];
- Portal internetowy Centralnej Bazy Danych Geologicznych [49];
- Geoportal CBDG PIG-PIB [50].

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

W archiwum, aplikacjach i portalach internetowych można przeglądać:

- profile otworów wiertniczych w formacie danych rastrowych [51] [52];
- karty właściwości fizyczno-mechanicznych próbek gruntów i skał w formacie danych rastrowych [51] [52];
- atlasy geologiczno-inżynierskie w formacie danych rastrowych i wektorowych [48] [51] [52];
- warstwy informacyjne GIS BDGI w formacie WMS [53].

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. W tabeli przedstawiono podział czasowy wraz z komentarzem o prawie do informacji geologicznej oraz możliwościach jej udostępniania [40]:

Tabela 19 Regulacje prawne dotyczące informacji geologicznej i jej udostępniania [40]

Czas wykonania dokumentacji archiwalnej	Prawo do informacji geologicznej	Podstawa prawna	Możliwość udostępnienia informacji geologicznej
przed 31.01.1989 r.	Brak regulacji prawnych. Przyjmuje się, że prawo do informacji geologicznej przysługuje podmiotowi, który doprowadził do jej powstania, chyba, że rozporządził swoim prawem. Najczęściej prawo przysługuje Skarbowi Państwa	ustawa z dnia 16 listopada 1960 r. - <i>Prawo geologiczne</i>	udostępniane
1.02.1989-01.09.1994 r.	Prawo przysługuje podmiotom finansującym prace geologiczne, jeżeli nie doszło do przejścia tego prawa na Skarb Państwa zgodnie z art. 26c ust. 6	ustawa z dnia 31 stycznia 1989 r. o zmianie ustawy - <i>Kodeks cywilny</i> oraz	nieudostępniane

Czas wykonania dokumentacji archiwalnej	Prawo do informacji geologicznej	Podstawa prawna	Możliwość udostępnienia informacji geologicznej
		ustawa z dnia 9 marca 1991 r. o zmianie ustawy o <i>Prawie geologicznym</i>	
02.09.1994 - 31.12.2001 r.	Prawo do informacji geologicznej przysługuje podmiotowi, który sfinansował prace geologiczne, bez względu na to, czy jest to podmiot publiczny czy prywatny	ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. - <i>Prawo geologiczne i górnicze</i>	nieudostępniane
01.01.2002- 31.12.2011 r.	Prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiot, który sfinansował prace geologiczne ma prawo do nieodpłatnego i wyłącznego wykorzystywania informacji geologicznych przez okres 5 lat	ustawa z dnia 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy <i>Prawo geologiczne i górnicze</i>	udostępniane
01.01.2012- 31.12.2014 r.	Prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiot, który sfinansował prace geologiczne ma wyłączne prawo do informacji geologicznej przez okres 5 lat	ustawa z dnia 9 czerwca 2011 - <i>Prawo geologiczne i górnicze</i>	udostępniane
01.01.2015-obecnie	Prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiotowi finansującemu przysługuje wyłączne prawo do korzystania z informacji geologicznej przez 3 lata	ustawa z dnia 11 lipca 2014 r. o zmianie ustawy <i>Prawo geologiczne i górnicze</i> oraz niektórych innych ustaw	udostępniane

Od roku 2012 korzystanie z informacji geologicznej przysługującej Skarbu Państwa jest nieodpłatne z wyjątkiem informacji zawartych w art. 100 ustawy Prawo geologiczne i górnicze [11] [6].

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 przestrzenne warstwy wektorowe:

- 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_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 warstw przestrzennych i arkuszy map atlasów geologiczno-inżynierskich powinna być przeprowadzana co 5 lat w ramach zadań państwowej służby geologicznej.

10 LITERATURA

Akty Prawne:

- [1] Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 18 sierpnia 2020 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (t.j. Dz. U. 2022 poz. 1670)
- [2] 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)
- [3] 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)
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz. U. 2016 poz. 1395)
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 poz. 2033)
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017 poz. 2075)
- [7] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463)
- [8] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247)
- [9] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019 poz. 1839)
- [10] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 grudnia 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2019 poz. 2494)
- [11] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (t.j. Dz. U. 2022 poz. 1072 z późn. zm.)

Normy:

- [12] PN-B-04481:1988 (wycofana) Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [13] PN-EN ISO 17892-1:2015-02 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 1: Oznaczanie wilgotności naturalnej
- [14] PN-EN ISO 17892-2:2015-02 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 2: Oznaczanie gęstości objętościowej.
- [15] PN-EN ISO 17892-4:2017-01 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 4: Badanie uziarnienia gruntów
- [16] PN-EN ISO 17892-5:2017-06 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 5: Badanie edometryczne gruntów
- [17] PN-EN ISO 17892-7:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 7: Ściskanie jednoosiowe
- [18] PN-EN ISO 17892-8:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 8: Badania trójosiowe bez konsolidacji i bez odpywu

- [19] PN-EN ISO 17892-9:2018-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 9: Ściskanie trójosiowe z konsolidacją na próbkach całkowicie nasyconych wodą
- [20] PN-EN ISO 17892-11:2019-05 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 11: Badania filtracji
- [21] PN-EN ISO 17892-12:2018-08 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 12: Oznaczanie granic płynności i plastyczności
- [22] PN-EN 1997-2:2009P Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- [23] PN-EN ISO 22475-1:2022-04 Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych. Część 1: Techniczne zasady wykonywania
- [24] PN-EN ISO 22476-1:2013-03 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 1: Badanie sondą statyczną ze stożkiem elektrycznym lub stożkiem piezo-elektrycznym
- [25] PN-EN ISO 22476-2:2015/A1:2012 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 2: Sondowanie dynamiczne
- [26] PN-EN ISO 22476-9:2021-03 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 9: Badanie obrotową sondą krzyżakową (FVT i FVT-F)
- [27] PN-EN ISO 22476-11:2017-07 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 11: Badanie dylatometrem
- [28] PN-EN ISO 22476-14:2020-09 Rozpoznanie i badania geotechniczne - Badania polowe - Część 14: Badanie sondą dynamiczną
- [29] PN-G-02305-5:2002P Wiercenia małośrednicowe i hydrogeologiczne. Wiertnice. Wymagania bezpieczeństwa

Literatura:

- [30] Bażyński J., Drągowski A., Frankowski Z., Kaczyński R., Rybicki S., Wysokiński L. 1999 – Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich. PIG, Warszawa
- [31] Dobak P. i in. 2009 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla celów likwidacji kopalń. MŚ, Warszawa
- [32] Dojcz P., Troć M. 2008 – Rola stanu wód gruntowych w badaniach geotechnicznych. Inżynieria i Budownictwo, nr 11.
- [33] 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.
- [34] Frankowski Z. i in. 2009 – Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego. PIG, Warszawa
- [35] Frankowski Z. i in. 2012 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych. PIG-PIB, Warszawa
- [36] Jaros M. i in. 2018 – Instrukcja prowadzenia i aktualizacji Bazy Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych głównych typów litologicznych gruntów i skał Polski (stan na 30.11.2018 r.). PIG-PIB, Warszawa
- [37] Kaczyński R.R. 2017 – Warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze Polski. PIG-PIB, Warszawa
- [38] Kowalski W.C. 1988. – Geologia Inżynierska. Wyd. PWN.
- [39] Kurczyński Z. 2014 – Fotogrametria. Wyd. PWN

- [40] Judkowiak M., Samel I., Majer E., Sokołowska M., Majer K. 2021 – Problemy i wyzwania w prowadzeniu Otworowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI). Przegląd Geologiczny vol 69, nr 11: 772-778
- [41] Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. (red.) i in. 2018 – Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego (w świetle wymagań Eurokodu 7). Wyd. PIG-PIB, Warszawa
- [42] Majer E. Sokołowska M. (red.) i in. 2021 - Wytyczne rozpoznania i badań podłoża budowlanego dla inwestycji kolejowych dużych prędkości. PIG-PIB, Warszawa
- [43] Ostrowski S., Pacanowski G., Majer E., Sokołowska M. (red.) i in. 2022 – Badania geologiczno-inżynierskie. Geofizyka inżynierska, PIG-PIB. Warszawa
- [44] Prost G.L. 2013 – Remote Sensing for Geoscientists, 3rd edition, CRC Press
- [45] Samel I. i in. 2022 – Baza Danych Geologiczno-inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych. PIG-PIB, Warszawa
- [46] 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.
- [47] Zarządzenie nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 27 czerwca 2019 roku w sprawie wprowadzenia "Wytycznych wykonywania badań podłoża gruntowego na potrzeby budownictwa drogowego"

Strony internetowe:

- [48] atlasy.pgi.gov.pl; http://geoportal.pgi.gov.pl/atlas_y_gi
- [49] <https://baza.pgi.gov.pl/>
- [50] <https://cbdgpportal.pgi.gov.pl/geoinz/>
- [51] <https://geolog.pgi.gov.pl/>
- [52] <http://geologia.pgi.gov.pl>
- [53] <https://gis.pgi.gov.pl/>
- [54] <http://dm.pgi.gov.pl>
- [55] <https://isok.gov.pl/index.html>
- [56] <https://www.gov.pl/web/klimat/plany-pracy-psg>
- [57] <https://www.pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne>

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

A. Warstwy trasowane

Tabela 20 Szablon struktury warstwy: Granica opracowania

Warstwa: AGI_GR_ATL_LIN					
Alias warstwy: BDGI: Granica opracowania					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NR	Numer atlasu	Short Integer	-	2	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
FULL_NAME	Pełna nazwa atlasu	Text	125	-	-
SHORT_NAME	Skrócona nazwa atlasu	Text	75	-	-
ROK	Rok pierwszego opracowania atlasu	Short Integer	-	4	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 21 Szablon struktury warstwy: Obszar opracowania

Warstwa: AGI_GR_ATL_POW					
Alias warstwy: BDGI: Obszar opracowania					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NR	Numer atlasu	Short Integer	-	2	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
FULL_NAME	Pełna nazwa atlasu	Text	125	-	-
SHORT_NAME	Skrócona nazwa atlasu	Text	75	-	-
ROK	Rok pierwszego opracowania atlasu	Short Integer	-	4	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 22 Szablon struktury warstwy: Linia przekroju geologiczno-inżynierskiego

Warstwa: AGI_PRZK_BDGI_LIN					
Alias warstwy: BDGI: Linia przekroju geologiczno-inżynierskiego					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
LINK	LINK: Nazwa pliku źródłowego przekroju	Text	10	-	-
ETYKIETA	Etykieta przekroju	Text	10	-	-
NAZWA_PRZE	Nazwa przekroju	Text	16	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 23 Szablon struktury warstwy: Strefa ochrony uzdrowiskowej

Warstwa: UZDR_STR_CBA					
Alias warstwy: BDGI: Strefy ochrony uzdrowiskowej					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
MIASTO	Nazwa uzdrowiska	Text	50	-	-
NAZWA_STR	Strefa ochronna ujęcia	Text	5	-	-
TYP_STR	Typ strefy ochronnej (ABC)	Text	1	-	-
NAZW_JEDN	Nadzorująca jednostka administracyjna	Text	50	-	-

Warstwa: UZDR_STR_CBA					
Alias warstwy: BDGI: Strefy ochrony uzdrowiskowej					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
NR_UCHW	Numer uchwały	Text	33	-	-
DATA_UCHW	Data uchwalenia strefy ochronnej	Text	10	-	-
RODZ_OCHR	Rodzaj strefy ochronnej	Text	30	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 24 Szablon struktury warstwy: Zagospodarowanie powierzchni terenu

Warstwa: AGI_ZPT_INTGR					
Alias warstwy: BDGI: Zagospodarowanie powierzchni terenu					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZWA	Kierunek zagospodarowania przestrzennego (według materiałów oryginalnych)	Text	250	-	-
SYMBOL	Symbol (według materiałów oryginalnych)	Text	5	-	-
WYDZ_INTGR	Kierunek zagospodarowania powierzchni terenu	Text	250	-	-
SYMB_INTGR	Symbol (kierunek zagospodarowania powierzchni terenu)	Text	5	-	-
ROK_VALID	Rok: aktualność informacji	Short Integer	-	4	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 25 Szablon struktury warstwy: Geomorfologia – formy powierzchniowe

Warstwa: AGI_GEOMRF_POW					
Alias warstwy: BDGI: Geomorfologia (formy powierzchniowe)					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
GENEZA_FORMY	Geneza wydzielenia geomorfologicznego	Text	50	-	-
NAZWA_FORMY	Nazwa zgeneralizowanego wydzielenia geomorfologicznego	Text	50	-	-
KOD_NZW_FORMY	Kod nazwy wydzielenia geomorfologicznego	Short Integer	-	4	-
NAZWA_FORMY_ARCH	Źródłowa nazwa wydzielenia geomorfologicznego	Text	100	-	-
KATEGORIA	Kod kategorii formy (do analiz)	Short Integer	-	2	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 26 Szablon struktury warstwy: Geomorfologia – formy liniowe

Warstwa: AGI_GEOMRF_LIN					
Alias warstwy: BDGI: Geomorfologia (formy liniowe)					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
GENEZA_FORMY	Geneza wydzielenia geomorfologicznego	Text	50	-	-
NAZWA_FORMY	Nazwa zgeneralizowanego wydzielenia geomorfologicznego	Text	50	-	-
KOD_NZW_FORMY	Kod nazwy wydzielenia geomorfologicznego	Short Integer	-	4	-
NAZWA_FORMY_ARCH	Źródłowa nazwa wydzielenia geomorfologicznego	Text	100	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 27 Szablon struktury warstwy: Geomorfologia – formy punktowe

Warstwa: AGI_GEOMRF_PKT					
Alias warstwy: BDGI: Geomorfologia (punkty)					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
GENEZA_FORMY	Geneza wydzielenia geomorfologicznego	Text	50	-	-
NAZWA_FORMY	Nazwa zgeneralizowanego wydzielenia geomorfologicznego	Text	50	-	-
KOD_NZW_FORMY	Kod nazwy wydzielenia geomorfologicznego	Short Integer	-	4	-
NAZWA_FORMY_ARCH	Źródłowa nazwa wydzielenia geomorfologicznego	Text	100	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

B. Warstwy wynikowe – powstałe w procesie analiz geoprzestrzennych

Tabela 28 Szablon struktury warstwy: Punkty dokumentacyjne

Warstwa: AGI_OTW_BDGI_PKT					
Alias warstwy: BDGI: Punkty dokumentacyjne					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZW	Nazwa otworu (BDGI)	Text	20	-	-
CBDG_ID	Numer otworu CBDG	Long Integer	-	9	-
X	X [PL1992, N]	Double	-	8	2
Y	Y [PL1992, E]	Double	-	8	2
H	H - rzędna otworu [m]	Double	-	6	2
GLUB	Głębokość otworu [m]	Double	-	7	2
TEMAT	Numer tematu BDGI	Text	3	-	-
ROK	Rok wywiercenia otworu	Short Integer	-	4	-
DOSTEP	Dostęp publiczny do otworu	Text	60	-	-
POCH_PKT	Wykorzystanie otworu w Atlasach Geo-Inż	Text	60	-	-
DOKUM_ID	Numer dokumentu CBDG	Long Integer	-	9	-
NAZWARCH	Nazwa archiwalna otworu (z dokumentu źródłowego)	Text	90	-	-
PRZECHOWANIE	Archiwum przechowywania dokumentu	Text	90	-	-
ID_PRZECHOWANIA	Kod identyfikacyjny przechowywania dokumentu	Long Integer	-	8	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 29 Szablon struktury warstwy: Skorowidz arkuszy mapy dla skali 1:50 000

Warstwa: AGI_SKOR50K_92_POW					
Alias warstwy: BDGI: Skorowidz arkuszy map atlasu - skala 1:50 000					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NUMER_ARK	Numer arkusza	Short Integer	-	4	-
NAZWA_ARK	Nazwa arkusza	Text	25	-	-
GODLO	Godło arkusza	Text	12	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHORT_NAME	Skrócona nazwa atlasu	Text	75	-	-
KAT	Kąt obrotu arkusza	Double	-	5	3
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 30 Szablon struktury warstwy: Skorowidz arkuszy mapy dla skali 1:10 000

Warstwa: AGI_SKOR10K_92_POW					
Alias warstwy: BDGI: Skorowidz arkuszy map atlasu - skala 1:10 000					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale

Warstwa: AGI_SKOR10K_92_POW					
Alias warstwy: BDGI: Skorowidz arkuszy map atlasu - skala 1:10 000					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
GODLO	Godło arkusza	Text	14	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHORT_NAME	Skrócona nazwa atlasu	Text	75	-	-
KAT	Kąt obrotu arkusza	Double	-	5	3
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 31 Szablon struktury warstwy: Skorowidz arkuszy mapy dla skali 1:5 000

Warstwa: AGI_SKOR5K_92_POW					
Alias warstwy: BDGI: Skorowidz arkuszy map atlasu - skala 1:5 000					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
GODLO	Godło arkusza	Text	16	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
SHORT_NAME	Skrócona nazwa atlasu	Text	75	-	-
KAT	Kąt obrotu arkusza	Double	-	5	3
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 32 Szablon struktury warstwy: Serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 1m p.p.t

Warstwa: AGI_SERIE_BDGI_1_POW					
Alias warstwy: BDGI: grunty i skały na głębokości 1 m p.p.t.					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
SERIA_NR	Nr serii geologiczno-inżynierskiej	Short Integer	-	3	-
SERIA_SYMB	Symbol serii geologiczno-inżynierskiej	Text	12	-	-
PRZYD_BUD	Przydatność dla budownictwa	Text	20	-	-
PRZY_B_KOD	Kod przydatności dla budownictwa	Short Integer	-	1	-
WAR_GRUNT	Warunki gruntowe	Text	15	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 33 Szablon struktury warstwy: Serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 2m p.p.t

Warstwa: AGI_SERIE_BDGI_2_POW					
Alias warstwy: BDGI: grunty i skały na głębokości 2 m p.p.t.					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
SERIA_NR	Nr serii geologiczno-inżynierskiej	Short Integer	-	3	-
SERIA_SYMB	Symbol serii geologiczno-inżynierskiej	Text	12	-	-
PRZYD_BUD	Przydatność dla budownictwa	Text	20	-	-
PRZY_B_KOD	Kod przydatności dla budownictwa	Short Integer	-	1	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 34 Szablon struktury warstwy: Serie geologiczno-inżynierskie na głębokości 5m p.p.t

Warstwa: AGI_SERIE_BDGI_5_POW					
Alias warstwy: BDGI: grunty i skały na głębokości 5 m p.p.t.					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
SERIA_NR	Nr serii geologiczno-inżynierskiej	Short Integer	-	3	-
SERIA_SYMB	Symbol serii geologiczno-inżynierskiej	Text	12	-	-
PRZYD_BUD	Przydatność dla budownictwa	Text	20	-	-
PRZY_B_KOD	Kod przydatności dla budownictwa	Short Integer	-	1	-
WAR_GRUNT	Warunki gruntowe	Text	15	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 35 Szablon struktury warstwy: otwór, w którym nawiercono zwierciadło wód podziemnych lub nienawiercono do głębokości jego wykonania

Warstwa: AGI_GLW_PKT					
Alias warstwy: BDGI: otwór, w którym nawiercono zwierciadło wód podziemnych lub nienawiercono do głębokości jego wykonania					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZW	Nazwa otworu (BDGI)	Text	20	-	-
HOR	Głębokość nawierconego pierwszego zwierciadła wód podziemnych [m]	Double	-	5	2
HORU	Głębokość ustalonego pierwszego zwierciadła wód podziemnych [m]	Double	-	5	2
HORSACZ	Głębokość stwierdzonego najpłytszego sączenia [m]	Double	-	5	2
SUCH	Głębokość rozpoznania braku nawierconego zwierciadła [m]	Double	-	5	2
ZAWOD	Nawiercone/nienawiercone zwierciadło	Text	3	-	-
ZAWOD_KOD	Kod nawiercenia	Short Integer	-	2	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
TEMAT	Numer tematu BDGI	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 36 Szablon struktury warstwy: Głębokość nawierconego zwierciadła wód podziemnych

Warstwa: AGI_GLW_POW					
Alias warstwy: BDGI: głębokość do pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
HOR_SU_TXT	Głębokość położenia zwierciadła wód podziemnych [m] lub głębokość rozpoznania braku nawierconego zwierciadła [m]	Text	25	-	-
ZAWOD	Nawiercone/nienawiercone zwierciadło	Text	3	-	-
ZAWOD_KOD	Kod nawiercenia	Short Integer	-	2	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 37 Szablon struktury warstwy: Otwór, w którym nawiercono pustki w górotworze

Warstwa: AGI_GLW_POW					
Alias warstwy: BDGI: głębokość do pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
HOR_SU_TXT	Głębokość położenia zwierciadła wód podziemnych [m] lub głębokość rozpoznania braku nawierconego zwierciadła [m]	Text	25	-	-
ZAWOD	Nawiercone/nienawiercone zwierciadło	Text	3	-	-

Warstwa: AGI_GLW_POW					
Alias warstwy: BDGI: głębokość do pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
ZAWOD_KOD	Kod nawiercenia	Short Integer	-	2	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 38 Szablon struktury warstwy: Szacunkowy zasięg pustek w górotworze

Warstwa: AGI_PUST_BUF_POW					
Alias warstwy: BDGI: Szacunkowy zasięg pustek w górotworze					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
ZAKR_PUS	Przedział miąższości pustki (przelot) [m]	Double	12	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 39 Szablon struktury warstwy: Otwór, w którym nawiercono grunty antropogeniczne

Warstwa: AGI_NASYP_PKT					
Alias warstwy: BDGI: Otwór, w którym nawiercono grunty antropogeniczne					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZW	Nazwa otworu (BDGI)	Text	20	-	-
MIAZSZ_NAS	Miąższość gruntów antropogenicznych [m]	Double	-	4	2
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
TEMAT	Numer tematu BDGI	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 40 Szablon struktury warstwy: Szacunkowy zasięg występowania gruntów antropogenicznych

Warstwa: AGI_NASYP_BUF_POW					
Alias warstwy: BDGI: Szacunkowy zasięg występowania gruntów antropogenicznych					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
ZAKR_NAS	Przedział miąższości gruntów antropogenicznych [m]	Double	12	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 41 Szablon struktury warstwy: Otwór, w którym nawiercono grunty organiczne

Warstwa: AGI_ORG_PKT					
Alias warstwy: BDGI: Otwór, w którym nawiercono grunty organiczne					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZW	Nazwa otworu (BDGI)	Text	20	-	-
STROP_ORG	Głębokość stropu nawierconych gruntów organicznych [m]	Double	-	6	2
MIAZSZ_ORG	Miąższość gruntów organicznych [m]	Double	-	4	2
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
TEMAT	Numer tematu BDGI	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 42 Szablon struktury warstwy: Szacunkowy zasięg gruntów organicznych

Warstwa: AGI_ORG_BUF_POW					
Alias warstwy: BDGI: Szacunkowy zasięg występowania gruntów organicznych					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
ZAKR_ORG	Przedział miąższości gruntów organicznych [m]	Double	12	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 43 Szablon struktury warstwy: Otwór, w którym nawiercono lessy

Warstwa: AGI_LESS_PKT					
Alias warstwy: BDGI: Otwór, w którym nawiercono lessy					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZW	Nazwa otworu (BDGI)	Text	20	-	-
STROP_LESS	Głębokość stropu nawierconych lessów [m]	Double	-	6	2
MIĄZSZ_LESS	Miąższość lessów [m]	Double	-	4	2
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
TEMAT	Numer tematu BDGI	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 44 Szablon struktury warstwy: Szacunkowy zasięg lessów

Warstwa: AGI_LESS_BUF_POW					
Alias warstwy: BDGI: Szacunkowy zasięg występowania lessów					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
ZAKR_LESS	Przedział miąższości lessów [m]	Double	12	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 45 Szablon struktury warstwy: Otwór, w którym nawiercono grunty ekspansywne

Warstwa: AGI_EKSP_PKT					
Alias warstwy: BDGI: Otwór, w którym nawiercono grunty ekspansywne					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
NAZW	Nazwa otworu (BDGI)	Text	20	-	-
STROP_EKSP	Głębokość stropu nawierconych gruntów ekspansywnych [m]	Double	-	6	2
MIĄZSZ_EKSP	Miąższość gruntów ekspansywnych [m]	Double	-	4	2
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
TEMAT	Numer tematu BDGI	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 46 Szablon struktury warstwy: Szacunkowy zasięg gruntów ekspansywnych

Warstwa: AGI_EKSP_BUF_POW					
Alias warstwy: BDGI: Szacunkowy zasięg występowania gruntów ekspansywnych					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
ZAKR_EKSP	Przedział miąższości gruntów ekspansywnych [m]	Double	12	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-

Tabela 47 Szablon struktury warstwy: Spadki terenu

Warstwa: AGI_SPADKI_TRN_POW					
Alias warstwy: BDGI: Spadki terenu					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
SPAD_OPIS	Przedział spadków terenu [%]	Text	25	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 48 Szablon struktury warstwy: Warunki budowlane na głębokości 2m p.p.t.

Warstwa: AGI_WAR_BUD_POW					
Alias warstwy: BDGI: Warunki budowlane na głębokości 2 m p.p.t.					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
WAR_BUD	Warunki budowlane	Text	12	-	-
WAR_BUD_KO	Kod warunków budowlanych	Short Integer	-	1	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 49 Szablon struktury warstwy: Siatka dyskretyzacyjna (km²)

Warstwa: AGI_SIATKA_ZUT_POW					
Alias warstwy: BDGI: Siatka dyskretyzacyjna na potrzeby warstwy "Stopień udokumentowania terenu" (km ²)					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

Tabela 50 Szablon struktury warstwy: Stopień udokumentowania terenu (otwór/km²)

Warstwa: AGI_ZUT_POW					
Alias warstwy: BDGI: Stopień udokumentowania terenu (otwór/km ²)					
Field Name	Alias	Data Type	Length	Precision	Scale
OBJECTID	OBJECTID	Object ID	-	-	-
DENS_OTW	Udokumentowana liczba otworów w kilometryr kwadratowym	Short Integer	-	4	-
DENS_OPIS	Przedział liczby otworów na km ²	Text	10	-	-
ATLAS	Atlas	Text	35	-	-
KOD	Kod atlasu	Text	3	-	-
SHAPE	SHAPE	Geometry	-	-	-
SHAPE.LEN	SHAPE	Double	-	-	-
SHAPE.AREA	SHAPE	Double	-	-	-

12 ZAŁĄCZNIK NR 2: Słownik form geomorfologicznych

Tabela 51 Słownik integracji stosowanych form geomorfologicznych

Rodzaj formy	Forma zintegrowana (kod formy)			Forma podstawowa
A: FORMY POCHODZENIA LODOWCOWEGO	Wysoczyzny polodowcowe	1101	A01	wysoczyzna morenowa
		1101	A01	wysoczyzna morenowa w ogólności, nierozdzielona
		1101	A01	wysoczyzna niezdenudowana
		1101	A01	wysoczyzna morenowa falista
		1101	A01	wyżyna gliny zwałowej zdenudowana
		1101	A01	wysoczyzna morenowa falista (wysokości względne do 2-5m, nachylenie około 5°)
		1101	A01	wysoczyzna morenowa płaska
		1101	A01	wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2m)
		1101	A01	wysoczyzna morenowa płaska (wysokości względne do 2m, nachylenie do 2°),
		1101	A01	wysoczyzna morenowa płaska i falista
		1101	A01	grzbiety wypiętrzeń strukturalnych
		1101	A01	wysoczyzna polodowcowa płaska i falista
		1101	A01	wysoczyzna lodowcowa płaska lub falista
		1101	A01	wysoczyzna lodowcowa pagórkowata
		1101	A01	wysoczyzna polodowcowa pagórkowata
		1101	A01	wysoczyzna polodowcowa (o zróżnicowanym ukształtowaniu)
		1101	A01	wysoczyzna polodowcowa (wytopiskowa)
		1101	A01	wysoczyzny polodowcowe
		1101	A01	wyżyna gliny zwałowej
		1101	A01	wyżyna gliny zwałowej płaska
	Moreny czołowe	1102	A02	moreny martwego lodu
		1102	A02	wzgórza morenowe martwego lodu (ponad 10m wysokości względnej)
		1102	A02	pagórki morenowe martwego lodu
		1102	A02	pagórki morenowe martwego lodu (5-10m wysokości względnej) lub moreny martwego lodu w ogólności, nierozdzielone
		1102	A02	pagórki morenowe martwego lodu (5-10m wysokości względnej)
		1102	A02	pagórki morenowe akumulacyjne
		1102	A02	pagórki morenowe spiętrzone
		1102	A02	pagórki morenowe (wysokości względne 5-10m, nachylenie różne)
		1102	A02	pagórki morenowe akumulacyjne (wysokości względne 5-10m, nachylenie różne)
		1102	A02	moreny czołowe przekształcone peryglacialnie
		1102	A02	wzgórza morenowe
		1102	A02	wzgórza morenowe akumulacyjne
		1102	A02	wzgórza morenowe akumulacyjne (wysokości względne 10m, nachylenie różne)
		1102	A02	wzgórza morenowe spiętrzone (moreny wyciśnięcia)
		1102	A02	wzgórza morenowe (wysokości względne ponad 10m, nachylenie różne): przeważnie akumulacyjne
		1102	A02	wzgórza morenowe (wysokości względne ponad 10m, nachylenie różne): przeważnie spiętrzone (moreny wyciśnięcia)
		1102	A02	moreny spiętrzone (wyciśnięcia)
		1102	A02	moreny wyciśnięcia
		1102	A02	strefa moren wyciśnięcia
		1102	A02	pagórki i wały moren czołowych
		1102	A02	moreny czołowe
		1102	A02	moreny czołowe akumulacyjne
		1102	A02	moreny czołowe spiętrzone
		1102	A02	pagórki moren czołowych (wysokości względne 5-10 m, nachylenie różne)
		1102	A02	wzgórza moren czołowej
		1102	A02	wzgórza moren czołowych
		1102	A02	moreny czołowe: przeważnie akumulacyjne
		1102	A02	moreny czołowe: przeważnie spiętrzone (moreny wyciśnięcia)
		1102	A02	moreny czołowe: akumulacyjne
		1102	A02	moreny czołowe: spiętrzone
		1102	A02	moreny czołowe przeważnie spiętrzone

Rodzaj formy	Forma zintegrowana (kod formy)		Forma podstawowa	
		1102	A02	obniżenia w strefie moren czołowych
		1102	A02	strefa moren czołowych kobylnickich
	Zagłębienia polodowcowe	1103	A03	niecki wytopiskowe
		1103	A03	wytopiska
		1103	A03	zagłębienia końcowe
		1103	A03	zagłębienia końcowe wytopiskowe
		1103	A03	zagłębienia po zastoisku
		1103	A03	zagłębienia bezodpływowe
		1103	A03	zagłębienia bezodpływowe wytopiskowe
		1103	A03	zagłębienia bezodpływowe zatorfione
		1103	A03	drobne zagłębienia po martwym lodzie
		1103	A03	zagłębienia po martwym lodzie
		1103	A03	zagłębienia powstałe po martwym lodzie
		1103	A03	zagłębienia powstałe po martwym lodzie, miejscami po lodzie sandrowym
		1103	A03	zagłębienia powstałe na skutek nierównomiernej działalności lodowcowej i po martwym lodzie
		1103	A03	zagłębienia powstałe na skutek nierównomiernej działalności lodowca
B: FORMY POCHODZENIA WODNO-LODOWCOWEGO (akumulacyjne i erozyjne)	Tarasy i równiny wodnolodowcowe	1201	B01	starorzeczka po przepływach wód lodowcowych
		1201	B01	niższy poziom zasypania lodowcowego
		1201	B01	wyższy poziom zasypania lodowcowego
		1201	B01	pokrywy wodnolodowcowe
		1201	B01	powierzchnie przepływu wód lodowcowych na wysoczyźnie
		1201	B01	powierzchnie przepływu wód lodowcowych w obszarze kemów
		1201	B01	powierzchnie przepływu wód rzeczno-lodowcowych
		1201	B01	równiny wytopiskowo-jeziorne
		1201	B01	równiny sandrowe i wodnolodowcowe
		1201	B01	równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności
		1201	B01	równiny sandrowe zdenudowane
		1201	B01	powierzchnie sandrowe
		1201	B01	poziomy sandrowe
		1201	B01	poziomy sandrowe: I - starsze
		1201	B01	poziomy sandrowe: II - młodsze
		1201	B01	poziom sandrowy wysoki
		1201	B01	równiny sandrowe - poziomy: a - od 145 do 123 m n.p.m.
		1201	B01	równiny sandrowe - poziomy: b- od 132 do 125 m n.p.m.
		1201	B01	równiny sandrowe - poziomy: c- od 126 do 115 m n.p.m.
		1201	B01	obszary sandrowe
		1201	B01	równiny sandrowe w ogólności
		1201	B01	równiny sandrowe (obszary sandrowe)
		1201	B01	równiny sandrowe
		1201	B01	równiny akumulacji wodnolodowcowej budującej wysoczyznę
		1201	B01	równiny akumulacji wodnolodowcowej sandrowe i wytopiskowe
		1201	B01	równiny akumulacyjne wód roztopowych
		1201	B01	równiny akumulacji rzeczno-lodowcowej
		1201	B01	równiny erozyjne wód sandrowych
		1201	B01	erozyjne równiny wód roztopowych
		1201	B01	równiny erozyjne wód roztopowych
		1201	B01	równiny wodnolodowcowe
		1201	B01	równiny wodnolodowcowe (lokalnie z pokrywą utworów lessowych)
		1201	B01	równiny wodnolodowcowe: I -poziom wyższy
		1201	B01	równiny wodnolodowcowe: II - poziom niższy
		1201	B01	poziom wodnolodowcowy wysoki
		1201	B01	poziom wodnolodowcowy średni
		1201	B01	poziom wodnolodowcowy niski
		1201	B01	poziomy wodnolodowcowe erozyjno-akumulacyjne (92,0-81,0 m n.p.m)
		1201	B01	poziomy wodnolodowcowe erozyjne (92,0-81,0 m n.p.m)
		1201	B01	poziomy wodnolodowcowe erozyjne

Rodzaj formy	Forma zintegrowana (kod formy)			Forma podstawowa
C: FORMY POCHODZENIA JEZIORNEGO		1201	B01	Poziomy wodnolodowcowe Skrwy (I-IV)
		1201	B01	Poziomy wodnolodowcowe Skrwy, wysokości bezwzględne w m n.p.m. poszczególnych poziomów: I- 115-107
		1201	B01	Poziomy wodnolodowcowe Skrwy, wysokości bezwzględne w m n.p.m. poszczególnych poziomów: II- 107-100
		1201	B01	erozyjno-akumulacyjne równiny wód roztopowych i wytopiskowych
		1201	B01	doliny odpływowe zlodowacenia środkowopolskiego
		1201	B01	doliny odpływowe zlodowacenia bałtyckiego
		1201	B01	dolina o założeniu rynnowym
		1201	B01	dolina odpływu wód lodowcowych
		1201	B01	doliny rynnowe
		1201	B01	doliny wodnolodowcowe
		1201	B01	doliny erozyjne wód roztopowych
		1201	B01	doliny wód roztopowych
		1201	B01	tarasy pradolinne
		1201	B01	tarasy pradolinne akumulacyjne
		1201	B01	tarasy rzeczno lodowcowe
		1201	B01	tarasy wodnolodowcowe erozyjno-akumulacyjne (I, Iia, IIb, III, IV)
		1201	B01	tarasy wodnolodowcowe erozyjne (I, II, IV)
	Ozy i formy szczelinowe	1202	B02	ozy
		1202	B02	ozy i formy szczelinowe
		1202	B02	ozy i formy akumulacji szczelinowej
		1202	B02	pagórek akumulacji szczelinowej
		1202	B02	pagórki akumulacji szczelinowej i moren martwego lodu
		1202	B02	pagórki akumulacji szczelinowej
		1202	B02	pagórki akumulacji szczelinowej (5-10 m wysokości względnej, nachylenie różne)
		1202	B02	formy akumulacji szczelinowej
	Kemy	1203	B03	kompleksy kemowe
		1203	B03	kemy i tarasy kemowe
		1203	B03	kemy
		1203	B03	tarasy kemowe
		1203	B03	kemy, plateau kemowe
		1203	B03	kemryny
		1203	B03	poła kemowe
		1203	B03	plateau kemowe
	Drumliny	1204	B04	formy drumlinopodobne
		1204	B04	drumliny
	Rynny polodowcowe	1205	B05	rynny lodowcowe
		1205	B05	erozyjne plateau rynnowe
		1205	B05	rynny subglacjalne
		1205	B05	wyniosłości i progi w dnach rynien
		1205	B05	formy subglacjalne przekształcone przez wody pradolinne
		1205	B05	rynny subglacjalne przekształcone przez rzeki
		1205	B05	rynny subglacjalne i doliny wód roztopowych
		1205	B05	rynny subglacjalne wykorzystywane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone
		1205	B05	rynny wykorzystane przez rzeki i częściowo przez nie przekształcone
	Obszary zastoiskowe	1206	B06	równiny zastoiskowe
		1206	B06	równiny zastoiskowe (obszary zastoiskowe),
Formy pochodzenia jeziornego	1301	C01	równiny jeziorne, stare dna jezior	
	1301	C01	równiny rozlewiskowo-jeziorne	
	1301	C01	równiny pojeziorne	
	1301	C01	równiny jeziorne	
	1301	C01	tarasy jeziorne	
	1301	C01	stare dna jezior	

Rodzaj formy	Forma zintegrowana (kod formy)		Forma podstawowa
D: FORMY POCHODZENIA MORSKIEGO	Mierzeje i plaże	1401 D01	mierzeje
		1401 D01	mierzeje i plaże
		1401 D01	plaża (łącznie z wałem brzegowym)
		1401 D01	plaże
E: FORMY POCHODZENIA EOLICZNEGO	Wydmy	1501 E01	wydmy
		1501 E01	Wydmy paraboliczne
		1501 E01	Wydmy nieregularne
		1501 E01	Wydmy walowe
		1501 E01	wydmy i wały wydmore
		1501 E01	poła piasków wydmowych
		1501 E01	Wydmy i kompleksy wydm
		1501 E01	wydmy i kopalne wydmy
	Równiny piasków przewianych	1502 E02	obszary piasków przewianych
		1502 E02	równiny piasków przewianych i wydmy
		1502 E02	wydmy i równiny piasków eolicznych
		1502 E02	poła piasków przewianych
		1502 E02	wydmy i poła piasków wydmowych
		1502 E02	równiny piasków przewianych
	Zagłębienia deflacyjne	1503 E03	misy deflacyjne
		1503 E03	zagłębienia deflacyjne
		1503 E03	zagłębienia bezodpływowe śródwymowe
		1503 E03	zagłębienia deflacyjne i przywymowe
	Pokrywy lessowe	1504 E04	pokrywy lessowe i pyłowe
		1504 E04	równiny lessowe
		1504 E04	pokrywy lessowe
		1504 E04	pokrywy pyłowe
F: FORMY UTWORZONE PRZEZ ROŚLINNOŚĆ	Równiny torfowe	1601 F01	zatorfione dna obniżeń terenu
		1601 F01	równiny torfowo-gytiowe
		1601 F01	równiny torfowe i bagniska
		1601 F01	równiny torfowe
G: FORMY POCHODZENIA RZECZNEGO (akumulacyjne i erozyjne)	Tarasy zalewowe	1701 G01	roztoki
		1701 G01	ślady przepływu wód powodziowych i obniżenia podkrawędziowe
		1701 G01	dna dolin rzecznych (tarasy erozyjno-akumulacyjne)
		1701 G01	doliny meandrowe i opuszczone koryta rzeczne
		1701 G01	dna dolin rzecznych, jeziora oraz doliny wód roztopowych
		1701 G01	dna dolin rzecznych
		1701 G01	dna dolin rzecznych i tarasy zalewowe
		1701 G01	dna dolin rzecznych i równiny deltowe
		1701 G01	dno koryta rzeczne, nasypy i mielizny
		1701 G01	dolinki w ogólności
		1701 G01	dolinki wcosowe
		1701 G01	dolinki w ogólności, nierozdzielone
		1701 G01	dolinki przepływowe
		1701 G01	doliny rzeczne
		1701 G01	doliny rzeczne młodopleistocenyjskie
		1701 G01	doliny młodopleistocenyjskie
		1701 G01	interstadialna dolina rzeczna
		1701 G01	efemeryczne kępy madowo-piaszczyste w korycie rzeczne
		1701 G01	efemeryczne kępy w korycie rzeczne Wisły
		1701 G01	efemeryczne kępy w korycie rzeczne
		1701 G01	kępy i mielizny
		1701 G01	dna dolin Wisły i Utraty
		1701 G01	taras zalewowy niższy
		1701 G01	taras zalewowy wyższy
		1701 G01	taras akumulacyjny zalewowy 0,5-1,0 m n.p.rzeki
		1701 G01	taras akumulacyjny zalewowy niski 1,0-2,0 m n.p.rzeki

Rodzaj formy	Forma zintegrowana (kod formy)			Forma podstawowa
		1701	G01	taras akumulacyjny zalewowy wyższy 2,0-3,0 m n.p.rzeki
		1701	G01	tarasy zalewowe - strefa powodziowa
		1701	G01	tarasy akumulacyjne zalewowe
		1701	G01	tarasy zalewowe akumulacyjne w dolinach rzecznych
		1701	G01	tarasy zalewowe akumulacyjno-erozyjne w dolinach rzecznych
		1701	G01	tarasy zalewowe
		1701	G01	wyższy taras zalewowy Wisły
		1701	G01	niższy taras zalewowy i efemeryczne kępy w dolinie Wisły
		1701	G01	nasypy powodziowe
		1701	G01	tereny erozyjno-akumulacyjne, młodsze
		1701	G01	dolina Wisły i Bzury taras zalewowy: a- poziom najniższy
		1701	G01	dolina Wisły i Bzury taras zalewowy: b- poziom średni
		1701	G01	dolina Wisły i Bzury taras zalewowy: c- poziom najwyższy
		1701	G01	tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych
		1701	G01	tarasy zalewowe i dna dolin bocznych
		Równiny delltowe	1702	G02
	Tarasy nadzalewowe i równiny akumulacyjne	1703	G03	taras nadzalewowy (praski, niższy)
		1703	G03	taras nadzalewowy (praski, wyższy)
		1703	G03	taras nadzalewowy (kampinoski)
		1703	G03	taras erozyjno-akumulacyjny zdenudowany (warszawsko-błoński)
		1703	G03	taras nadzalewowy niższy (praski)
		1703	G03	taras nadzalewowy wyższy (falenicki)
		1703	G03	taras nadzalewowy najwyższy (otwocki)
		1703	G03	tarasy akumulacujne nadzalewowe 2,5-7,5 m n.p. rzeki
		1703	G03	taras rzeczny nadzalewowy
		1703	G03	tarasy akumulacyjne nadzalewowe
		1703	G03	tarasy akumulacyjne nadzalewowe 3,0-5,0 m n.p. rzeki
		1703	G03	tarasy nadzalewowe akumulacyjno-erozyjne w dolinach rzecznych
		1703	G03	tarasy nadzalewowe
		1703	G03	tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych (nadzalewowe)
		1703	G03	tarasy nadzalewowe wyższe
		1703	G03	tarasy nadzalewowe niższe
		1703	G03	taras nadzalewowy otwocki
		1703	G03	taras nadzalewowy falenicki
		1703	G03	taras nadzalewowy praski
		1703	G03	tarasy akumulacyjno-erozyjne w dolinach rzecznych
		1703	G03	równiny tarasów akumulacyjnych
		1703	G03	tereny erozyjno-akumulacyjne, starsze
		1703	G03	taras akumulacyjno-erozyjny 5,0-10,0 m n.p.rzeki
		1703	G03	taras akumulacyjno-erozyjny 10,0-15,0 m n.p.rzeki
		1703	G03	tarasy akumulacyjne i erozyjne
		1703	G03	tarasy akumulacyjne
		1703	G03	tarasy erozyjno-akumulacyjne od II do VI
		1703	G03	tarasy erozyjne od I do V
		1703	G03	tarasy erozyjno-akumulacyjne (I-IV)
		1703	G03	tarasy erozyjno-akumulacyjne (V, VI, VII, VIIIa, VIIIb)
1703		G03	tarasy erozyjne (V, VI, VIII)	
1703		G03	tarasy erozyjno-akumulacyjne od I do V	
1703		G03	tarasy erozyjno-akumulacyjne	
1703		G03	dolina Wisły i Bzury : taras itowski	
1703		G03	dolina Wisły i Bzury : taras chmielewski	
1703		G03	dolina Wisły i Bzury : taras kampinoski obszary nadbudowane madami	
1703		G03	dolina Wisły i Bzury : taras kampinoski wydmy	

Rodzaj formy	Forma zintegrowana (kod formy)		Forma podstawowa	
	Starorzecza	1704	G04	starorzecza zatorfione
		1704	G04	starorzecza
		1704	G04	starorzecza świeże
		1704	G04	starorzecza na tarasach zalewowych i nadzalewowych (podmokłości)
		1704	G04	starorzecza świeże z wodą
		1704	G04	starorzecza świeże (zawodnione)
		1704	G04	starorzecza suche
		1704	G04	starorzecza suche lub częściowo zawodnione
		1704	G04	starorzecza: świeże
		1704	G04	starorzecza: stare
		1704	G04	paleomeandry
		1704	G04	zatorfione dna starorzeczy, zagłębień bezodpływowych i obniżeń podkrawędziowych
H: FORMY POCHODZENIA DENUDACYJNEGO	Ostańce	1801	H01	ostańce erozyjne,
		1801	H01	ostańce
		1801	H01	ostańce erozyjne w rynnach
		1801	H01	ostańce denudacyjne
		1801	H01	ostańce rynnowe
		1801	H01	ostańce powstałe wskutek erozji wód roztopowych
		1801	H01	twardziele
	Stożki napływowe	1802	H02	stożki napływowe, napływowo-usypiskowe, usypiskowe
		1802	H02	stożki napływowe
	Suche doliny	1803	H03	suche doliny
		1803	H03	suche doliny/dolinki denudacyjne
	Pokrywy deluwialne	1804	H04	powierzchnie soliflukcyjne i złaziskowe (deluwia)
		1804	H04	powierzchnie deluwii
		1804	H04	pokrywy zboczowe w strefie aglacji
	Powierzchnie erozyjno-denudacyjne	1805	H05	powierzchnie zrównań i spłaszczeń erozyjno-denudacyjnych
		1805	H05	powierzchnie denudacyjno-akumulacyjne
		1805	H05	powierzchnie erozyjno-denudacyjne niższe
		1805	H05	powierzchnie erozyjno-denudacyjne wyższe
		1805	H05	moreny przekształcone peryglacialnie
		1805	H05	wysoczyzna morenowa zdenudowana
		1805	H05	strefa zdenudowanych moren wyciśnięcia
		1805	H05	fragmenty wysoczyzny zdenudowanej
		1805	H05	wysoczyzna morenowa płaska zdenudowana
		1805	H05	wysoczyzna morenowa płaska zdenudowana (wysokości względne do 2 m, nachylenie do 2°)
		1805	H05	poziom erozyjno-denudacyjny
		1805	H05	wysoczyzna zdenudowana
		1805	H05	równiny denudacyjne
		1805	H05	równiny denudacyjne wokół wypiętrzeń
	Niecki i doliny erozyjno-denudacyjne	1806	H06	dolinki denudacyjne (suche)
		1806	H06	dolinki denudacyjne
		1806	H06	doliny denudacyjne
		1806	H06	dolinki i doliny denudacyjne
		1806	H06	dolinki denudacyjne na zapleczu dolin erozyjnych
		1806	H06	obniżenia na tarasie zalewowym i na wyżynie lodowcowej
		1806	H06	niecki denudacyjne
		1806	H06	niecki korazyjno-denudacyjne
		1806	H06	dolinki, doliny, parowy, młode rozcięcia erozyjne lub dolinki w ogólności, nierozdzielone
		1806	H06	młode rozcięcia erozyjne, parowy, młode dolinki
		1806	H06	dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne lub dolinki w ogólności
		1806	H06	doliny, parowy i młode rozcięcia erozyjne
		1806	H06	dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne, nierozdzielone
		1806	H06	dolinki, parowy, młode rozcięcia erozyjne

Rodzaj formy	Forma zintegrowana (kod formy)		Forma podstawowa	
		1806	H06	dolinki, młode rozcięcia erozyjne
		1806	H06	dolinki erozyjne
		1806	H06	doliny erozyjne
		1806	H06	wąwozy
		1806	H06	wąwozy lessowe,
		1806	H06	doliny kaptaży
	Osuwiska	1807	H07	osuwiska
		1807	H07	osuwiska na zboczach dolinnych
		1807	H07	obszary występowania zjawisk geodynamicznych
	Stoki denudacyjno-erozyjne	1808	H08	stoki denudacyjne o założeniach strukturalnych
		1808	H08	stoki denudacyjno-erozyjne
		1808	H08	stoki o różnym nachyleniu (na krawędziach innych niż wysoczyzny lodowcowe)
		1808	H08	zdenudowane zbocza
I: FORMY POCHODZENIA ANTROPOGENICZNEGO	Wyrobniska	1901	I01	wyrobniska
		1901	I01	kamieniołomy, glinianki, piaskownie
		1901	I01	zagłębienia i niecki związane z robotami górniczymi
	Składowiska i hałdy	1902	I02	hałdy
		1902	I02	hałdy kopalniane
		1902	I02	hałdy, nasypy, wysypiska
		1902	I02	wysypiska odpadów komunalnych i składowiska popiołów
		1902	I02	składowiska
		1902	I02	wysypiska odpadów komunalnych
	Nasypy	1903	I03	nasypy kolejowe
		1903	I03	nasypy
	Tereny zabudowane i przemysłowe	1904	I04	tereny przemysłowe (silnie przekształcone antropogenicznie)
		1904	I04	obszary zabudowane
	Obiekty archeologiczne	1905	I05	fortyfikacje
		1905	I05	zasypyane fosy z XVIII wieku
	Osadniki	1906	I06	osadniki
		1906	I06	suche zbiorniki
		1906	I06	dna stawów
	Wkopy drogowe i kolejowe	1907	I07	wcięcia kolejowe
J: INNE	Zagłębienia o różnej genezie	2001	J01	zagłębienia o różnej genezie, miejscami równiny torfowe
		2001	J01	drobne zagłębienia o różnej genezie
	Długie stoki	2002	J02	długie stoki (strefa degradacji)
		2002	J02	długie stoki
		2002	J02	stoki o różnym nachyleniu
		2002	J02	stoki
		2002	J02	strefa agradacji i degradacji
		2002	J02	strefa degradacji i agradacji

13 ZAŁĄCZNIK NR 3: Wykaz zmian

1. W Instrukcji przedstawionej w listopadzie 2020 r., w stosunku do *Instrukcji w wersji z grudnia 2017 r. pn. Atlasy Geologiczno-Inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania* wprowadzono następujące zmiany:
 - w rozdziale 6.1 dodano informację o kwalifikacji serii geologiczno-inżynierskich do jednej z kategorii przydatności do budownictwa, w zależności od właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów w nich występujących;
 - w rozdziale 13, w załączniku nr 3 Tabeli serii geologiczno-inżynierskich dołączono kolumnę pn. Właściwości fizyczno-mechaniczne, która odpowiada kategoriom przydatności do budownictwa opisanych w rozdziale 6.1.
2. W obecnej Instrukcji, w stosunku do *Instrukcji w wersji z listopada 2020 r. pn. Atlasy Geologiczno-Inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania* wprowadzono następujące zmiany:
 - zmieniono liczbę serii geologiczno-inżynierskich z 168 na 83 – zmiana ta wynikała z potrzeby uczytnienia wydzielen na mapach serii na wybranych głębokościach, poprzez połączenie serii o podobnej charakterystyce litologicznej i właściwościach geologiczno-inżynierskich, zwłaszcza gdy ich połączenie nie miało wpływu na zmianę warunków budowlanych;
 - zmieniono liczbę oraz nazewnictwo części podstawowych map tematycznych tak, aby były bardziej czytelne i lepiej odzwierciedlały zawartość, przy czym ich wartość merytoryczna nie uległa zmianie; dla przykładu przeniesiono wybrane warstwy tematyczne na inną mapę lub połączono dwie mapy w jedną, co spowodowało konieczność zmiany tytułu mapy. Dodatkowo zmniejszono liczbę warstw na ścięciach głębokościowych (rezygnacja ze ścięcia na gł. 4 m p.p.t.), gdyż są one generowane automatycznie z bazy danych i można je dowolnie generować na wybranych głębokościach, a w przeglądarce zostaną zaprezentowane tylko te najistotniejsze z punktu widzenia budownictwa (1, 3 i 5 m p.p.t.);
 - rozdział Wybrane reguły topologiczne zastąpił rozdział Przegląd wybranych reguł. Dodatkowo usunięto rysunki prezentowane w obrębie rozdziału;
 - dopisano nowy rozdział o projektowaniu punktów dokumentacyjnych (Rozdział 5.1);
 - w rozdziale Warunki geomorfologiczne wstawiono tabelę 9 z zintegrowanymi formami morfologicznymi, która wcześniej była częścią załącznika nr 2;
 - regulacje prawne dotyczące udostępniania informacji geologicznej przeniesiono z tekstu do formy tabelarycznej;
 - zaktualizowano strukturę tabel w załączniku nr 1;
 - usunięto z Instrukcji wykaz tabel słownikowych p-BDGI, które uprzednio przedstawiono w rozdziale 12, załączniku nr 2 – tabele przedstawiają techniczne informacje zawarte w otworowej bazie danych, nieistotne z punktu widzenia celu instrukcji, czyli wykonania atlasów geologiczno-inżynierskich;
 - w obecnym rozdziale 12, załączniku nr 2 Instrukcji przedstawiono słownik form geomorfologicznych;
 - zmieniono zapisy kategorii serii geologiczno-inżynierskich z uwagi na przydatność do posadawiania obiektów budowlanych z korzystne/ średniokorzystne/ niekorzystne na przydatne/ średnioprzydatne/ nieprzydatne;
 - tabelę serii geologiczno-inżynierskich z dawnego rozdziału 13, załącznika 3 Instrukcji przeniesiono do rozdziału 6.1. Dodatkowo zmieniono nazwę kolumny z Właściwości fizyczno-mechaniczne na Przydatność gruntów/skał do posadawiania obiektów budowlanych, co jest zgodne z opisem w rozdziale 6.1;
 - redakcyjne i edycyjne.