



PROXIMA

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY

PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4,

tel. 022 849 53 51, fax. +48(22) 849 53 42

www.pgi.gov.pl

PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE

we WROCŁAWIU PROXIMA S.A.

50-056 Wrocław, ul. Wierzbowa 15,

Tel.: +48(71) 344 96 00, fax. +48(71) 344 96 05,

www.pg-proxima.pl

ATLASY GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

AGLOMERACJI MIEJSKICH

W SKALI 1:10 000

Instrukcja wykonywania

Wykonano na zamówienie

Ministra Środowiska

Za środki finansowe wypłacone przez

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



Finansowano ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony
Środowiska i Gospodarki Wodnej

Opracował zespół pod kierunkiem:

mgr Krzysztofa Majera

Warszawa, czerwiec 2012 r.

SKŁAD ZESPOŁU:

Nadzór merytoryczny:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy
dr Zbigniew Frankowski, upr. geol. 06 0295

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

mgr Monika Madej upr. geol. VII-1569

mgr Krzysztof Majer upr. geol. VI-0418

mgr Adam Roguski upr. geol. VII-1510

Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA S.A.

mgr inż. Janusz Supel, upr. VI-0325

mgr Małgorzata Supel, upr. VI-0361

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	5
2. CEL INSTRUKCJI	8
3. ZASADY OPRACOWANIA ATLASU	8
3.1 PRACE WSTĘPNE - STUDIUM WYKONALNOŚCI	8
3.2 GROMADZENIE I ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW ARCHIWALNYCH.....	9
3.3 KARTOWANIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE.....	10
3.3.1 Warunki geomorfologiczne	13
3.3.2 Procesy geodynamiczne	14
3.3.3 Warunki wodne	14
3.3.4 Warunki górnicze	15
3.4 OTWORY WIERTNICZE I ROBOTYZIEMNE ORAZ INNE OBSERWACJE	17
3.5 BADANIA POLOWE FIZYCZNYCH I MECHANICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI GRUNTÓW	17
3.6 BADANIA LABORATORYJNE WŁAŚCIWOŚCI GRUNTÓW I WÓD.....	18
3.7 OPROGRAMOWANIE	19
3.7.1 Baza danych, karty otworów i przekroje geologiczno-inżynierskie.....	19
3.7.2 Program GIS - Cyfrowe warstwy informacyjne i mapy tematyczne.	21
4. ATLAS GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKI	22
4.1 SERIE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE	23
4.2 BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH (BDGI)	24
4.3 MAPY TEMATYCZNE	26
4.3.1 Podstawowe mapy tematyczne	27
4.3.2 Mapy tematyczne prezentujące problematykę regionalną	32
4.4 PRZEKROJE GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE	36
4.5 OPRACOWANIE TEKSTOWE	37
4.6 AKTUALIZACJA DANYCH	38
4.7 DOSTĘP DO DANYCH	39

1. Wprowadzenie

Aktualizacja instrukcji sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich dla miast została wykonana pod nazwą: „*Atlasy geologiczno-inżynierskie aglomeracji miejskich w skali 1:10 000 - Instrukcja wykonywania*”. Instrukcję zaktualizowano na zlecenie Ministerstwa Środowiska i finansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na podstawie zawartej umowy nr 286/2009/Wn-07/FG-go-tx/D z dnia 10 lipca 2010 r.

Podstawą do przygotowania aktualizacji instrukcji były doświadczenia zebrane podczas wykonywania kolejnych atlasów geologiczno-inżynierskich dla aglomeracji miejskich.

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

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

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

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

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

jest system GIS (Geographical Information System), który w uporządkowany sposób gromadzi, integruje, przetwarza, udostępnia, analizuje i wizualizuje wszelkie informacje zebrane w bazach danych.

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

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

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

Do podstawowych zalet cyfrowych opracowań kartograficznych należą:

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

Instrukcja sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich dla miast z roku 2000 (wraz z aktualizacją o elementy górnicze w 2005r.) była nowatorska i wykorzystywała ówczesne możliwości i sposoby obróbki cyfrowej. Jednak z upływem czasu nastąpiła potrzeba aktualizacji Instrukcji z uwagi na rosnącą ilość informacji w bazach danych a także na rozwijające się oprogramowanie GIS z coraz większymi możliwościami i nowocześniejszymi metodami cyfrowych analiz geostatystycznych.

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

Niniejsza instrukcja opracowana została według zasad tworzenia współczesnego, cyfrowego, geograficznego systemu informacji i obejmuje zagadnienia geologiczno-inżynierskie w najszerszym tego pojęcia znaczeniu. Wchodzą tu w skład przede wszystkim zagadnienia przyrodnicze i geologiczne związane zarówno z twórczą jak i destrukcyjną działalnością człowieka. W tym znaczeniu instrukcja obejmuje kartograficzne przedstawienie geologicznych warunków budowlanych, zagadnień hydrogeologicznych, niszczenia środowiska i jego ochrony.

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

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

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

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

2. Cel instrukcji

Instrukcja dotyczy metodyki i procedur cyfrowego sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich aglomeracji miejskich w skali 1:10 000. Opracowanie atlasu obejmuje czynności zbierania, gromadzenia, analizowania, przetwarzania i wizualizacji danych, a więc ściśle nawiązuje do zasad tworzenia układu informacji GIS.

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

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

3. Zasady opracowania atlasu

Atlasy geologiczno-inżynierskie aglomeracji miejskich są tworzone na podstawie cyfrowej bazy danych geologiczno-inżynierskich (BDGI). Baza danych geologiczno-inżynierskich oparta jest głównie na wszelkich i dostępnych otworach badawczych. Zgromadzone są one w archiwach zarówno państwowych jak i firm prywatnych w postaci dokumentacji, ekspertyz oraz różnego rodzaju opracowań związanych mniej lub bardziej z geologią inżynierską.

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

3.1 Prace wstępne - studium wykonalności

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

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

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

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

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

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

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

3.2 Gromadzenie i zestawienie materiałów archiwalnych

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

Istotne jest sprawdzenie lokalizacji otworów badawczych i określenie ich rzędnej bezwzględnej w metrach nad poziomem morza oraz współrzędnych X i Y w układzie PUWG-1992. Może być konieczne przeliczenie zarówno rzędnych względnych jak i współrzędnych z innych układów (lokalnych, UWPP-1965 itp.). Jest to ważne ze względu na regulacje prawne dotyczące stosowania systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. 2000 nr 70 poz 821).

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

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

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

Należy pamiętać, że oprócz informacji z otworów badawczych 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 80 wierceń na 1 km² (dla skali opracowania 1:10 000) jest liczbą dużą i zwykle nawet przy złożonej budowie geologicznej wystarczającą do opracowania mapy w przyjętych dla atlasu skalach. Natomiast przy średniej liczbie mniejszej niż 20 otworów na 1 km² interpretacja i analizy geoprzestrzenne są utrudnione. Mapy tematyczne powstałe na ich podstawie przedstawiają uśrednioną, szkicową informację.

Orientacyjną liczbę otworów w zależności od złożoności warunków geologiczno-inżynierskich i skali mapy podano w tabeli 1 (Instrukcja, 1998)¹.

3.3 Kartowanie geologiczno-inżynierskie

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

¹ Instrukcja badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, Generalna Dyrekcja Dróg Publicznych, Warszawa, 1998

Kartowanie wykonuje się przede wszystkim w celu wstępnego określenia wzajemnego wpływu obiektów na środowisko. Jednak kartowanie geologiczno-inżynierskie na potrzeby atlasu ma dostarczyć w dużym stopniu informacji (wraz z oceną) o środowisku. Głównie do wykorzystania w planowaniu przestrzennym. Dlatego też ocena stopnia złożoności podłoża różni się nieco od stosowanej w kartowaniu geologiczno-inżynierskim pod konkretne obiekty budowlane co przedstawiono w tabeli 2 poniżej.

W geologiczno-inżynierskich pracach kartograficznych przy charakterystyce geologiczno-inżynierskiej podłoża budowlanego należy brać pod uwagę litologię, genezę i stratygrafię, z uwzględnieniem rodzaju i stanu gruntów, profilu wietrzeniowego oraz właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów.

Tabela 1 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	

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

Podczas kartowania istotne jest także wychwycenie procesów geodynamicznych jak i antropogenicznych. Zidentyfikować i określić należy zjawiska osuwiskowe, krasowe, glaciektoniczne, sufozyjne i tym podobne. Należy dołożyć starań, aby oznaczyć możliwości występowania zaburzeń warunków naturalnych, powstałych w przeszłości a także podczas eksploatacji obiektów budowlanych.

Tabela 2. Stopień złożoności podłoża

Stopień złożoności podłoża	Na potrzeby kartowania geologiczno-inżynierskiego	Na potrzeby projektowania badań podłoża budowlanych i drogowych oraz ustalania kategorii geotechnicznych
Warunki proste	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - 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 	<ul style="list-style-type: none"> - 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	<ul style="list-style-type: none"> - tereny podgórskie i górskie, doliny rzek, - złożona budowa geologiczna fałdowo-luskowa, zdyslokowana - na pozostałych terenach: duża zmienność litologiczna, - kilka poziomów wodonośnych o zróżnicowanym składzie chemicznym (wody krasowe, tereny kopalniane i pokopalniane) - intensywne procesy geodynamiczne w tym zaburzenia glacytektoniczne - silne procesy antropogeniczne (np.: szkody górnicze) 	<ul style="list-style-type: none"> - grunty objęte występowaniem niekorzystnych zjawisk geologicznych (zwłaszcza zjawisk i form krasowych, osuwiskowych, sufozyjnych, kurzawkowych oraz glacytektonicznych), - grunty ekspansywne i zapadowe, - obszary szkód górniczych, przy możliwych nieciągłych deformacjach górotworu, - obszary dolin i delt rzek oraz na obszarach morskich

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

- lokalizacja oraz opis naturalnych i sztucznych odsłoneń, w tym szczególnie wyrobisk surowców budowlanych,
- lokalizacja i opis form morfologicznych w powiązaniu z budową geologiczną,
- inwentaryzacja form antropogenicznych (wyrobiska, hałdy, zwałowiska, wysypiska, osadniki, odstojniki itp.),
- lokalizacja oraz opis form i zjawisk geodynamicznych, jak: osuwiska, kras, osiadanie zapadowe, sufozja, erozja, akumulacja itp.
- rejestracja zjawisk wywołanych działalnością człowieka, w tym szkód budowlanych i górniczych,
- lokalizacja przejawów wód gruntowych i powierzchniowych, jak: źródła, wysięki, podmokłości, zabagnienia,
- wykonanie pomiarów głębokości występowania wody gruntowej w studniach kopanych,
- wyznaczenie granic wydzielen geologicznych, geomorfologicznych, litologicznych i hydrogeologicznych.

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,
- wykonanie sond penetracyjnych wraz z opisem makroskopowym pobranych próbek oraz oznaczeniem litologii, konsystencji, zawodnienia itp., (*do głębokości 4-5 m, a w gruntach słabo nośnych głębiej, w celu ustalenia ich miąższości*),
- zaznaczenie granic zasięgu stanów powodziowych, obszarów odwadnianych itp.,
- inwentaryzacja źródeł skażeń i zanieczyszczeń środowiska (niekontrolowanych i kontrolowanych, czynnych i nieczynnych), takich jak: składowiska odpadów, surowców i paliw, wylewisk odpadów, emitorów gazów, pyłów, hałasu i wibracji, oczyszczalni ścieków itp.

Wymaga się, aby granice poszczególnych wydzieleni nanosić na podkładach topograficznych na bieżąco w terenie. W fazie projektowania badań uzupełniających może być przydatna fotointerpretacja zdjęć lotniczych, satelitarnych – ortofotomap. Wyniki kartowania geologiczno-inżynierskiego trzeba zamieścić w dokumentacji w formie tekstowej, fotograficznej lub kartograficznej.

Na podstawie kartowania geologiczno-inżynierskiego jak i materiałów archiwalnych (mapy, dokumentacje itp.) należy wykonać analizy warunków geomorfologicznych, procesów geodynamicznych, warunków hydrologicznych i hydrogeologicznych. Szczególnie jest to ważne tam gdzie jest duże nagromadzenie oraz powtarzalność niekorzystnych zjawisk.

3.3.1 Warunki geomorfologiczne

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

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

3.3.2 Procesy geodynamiczne

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

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

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

3.3.3 Warunki wodne

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

Rozpoznanie warunków wodnych może ułatwić dobre ustalenie budowy geologicznej oraz związanego z nią rozprzestrzenienia warstw wodonośnych i nieprzepuszczalnych. Warunki wodne 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 archiwalia to umożliwiają należy określić i zinterpretować stan maksymalny a także minimalny zwierciadła wody oraz scharakteryzować wodę gruntową pod względem chemicznym i określić jej agresywność w stosunku do betonu.

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

3.3.4 Warunki górnicze

Na terenach objętych działalnością górniczą powinno być przeprowadzone bardzo wnikliwe rozpoznanie warunków górniczych. Dotyczy to głównie podziemnej eksploatacji złóż surowców skalnych. Albowiem prowadzona jak i zakończona eksploatacja podziemna ma znaczny wpływ na warunki budowlane podłoża.

We wstępnym etapie analizy należy określić granice obszarów i terenów 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, szybików, sztolni i głębokich otworów poszukiwawczo – rozpoznawczych
- rozpoznanie nierejestrowanej (dzikiej) eksploatacji z powierzchni.

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

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

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

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

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

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

Podczas eksploatacji, wzbogacania i wykorzystywania węgla kamiennego powstaje duża ilość odpadów, głównie skał płonnych oraz żużli i popiołów. Odpady te gromadzone przede wszystkim na powierzchni ziemi w formie zwałów 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 udostępnia np. dla potrzeb turystyki i rekreacji,

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

Analiza terenów antropogenicznych powinna uwzględniać przede wszystkim:

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

Rozpoznanie obszarów antropogenicznych, ich poprawne scharakteryzowanie jest ważną informacją środowiskową. Niezrekultywowane formy nadal oddziałują negatywnie na środowisko przyrodnicze. Są one przede wszystkim źródłem zapylenia powietrza, a ponadto wokół nich występują strefy o ograniczonej przydatności rolniczej. Formy te także w znacznym stopniu szpecą krajobraz. Odpowiednio ujęte i opisane w planach zagospodarowania przestrzennego gmin stanowią mogą cenne źródło informacji dla przyszłego projektowania rozwoju regionu. 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.

3.4 Otwory wiertnicze i roboty ziemne oraz inne obserwacje

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

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

Otwory badawcze powinny być projektowane i wykonywane zgodnie z zasadami prawa geologicznego i górniczego oraz odpowiednimi normami. W każdym przypadku konstrukcja otworów wiertniczych i sposób wiercenia powinien być tak dobrany, aby umożliwił prawidłowe wykonanie badań oraz nie spowodował zagrożeń środowiska w związku z wykonaniem zaprojektowanych prac. Podczas wykonywania punktów badawczych należy wykonać na pewno 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 zwietrzienia. 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.

3.5 Badania polowe fizycznych i mechanicznych właściwości gruntów

W razie konieczności studium wykonalności może przewidywać wykonanie polowych badań właściwości gruntów. Rodzaj polowych badań należy dobierać w zależności od rodzaju gruntów i potrzeb uzyskania odpowiednich parametrów geotechnicznych. Uzyskane wyniki z badań polowych umożliwiają sparametryzowanie poszczególnych warstw geologicznych, co pozwala na przypisanie tych warstw do konkretnych serii geologiczno-inżynierskich. Zalecane są następujące badania polowe:

- Sonda wciskana (CPT, CPTU) – stosuje się do badań gruntów spoistych i niespoistych, bez domieszek żwiru i otczaków oraz gruntów organicznych do głębokości 30 m. Pozwala ona na określenie profilu litologicznego, parametrów wytrzymałości, ustalenie ciśnienia wody porowej.

- Sonda wkręcana (ST) - ma zastosowanie w przypadku gruntów niespoistych, małospoistych i organicznych. Liczba póżobrotów na 0,2 m zagłębienia sondy umożliwia określenie stanu gruntów oraz wydzielenie w profilu pionowym warstw o większej i mniejszej wytrzymałości do głębokości 6 - 10 m.
- Sondy dynamiczne (DPL, DPM, DPH, DPSH) - służą do badania stanu gruntów niespoistych do głębokości od kilku do kilkunastu metrów.
- Sonda cylindryczna (SPT) – stosuje się w dnie otworów w czasie wiercenia do głębokości 20 – 30 m, w gruntach spoistych oraz niespoistych. Za jej pomocą można ustalić punktowo rodzaj gruntów, stopień ich zagęszczenia i plastyczności.
- Badania penetrometrem tłoczkowym (wciskowym) oraz ścinarką obrotową stosuje się do określenia w trakcie wierceń spójności gruntu.
- Badania filtracji gruntów - należy wykonywać w przypadku, gdy zmiany poziomów piezometrycznych mogą wpływać na roboty budowlane. Zaleca się wyznaczanie współczynnika filtracji metodą zalewania piezometru.
- Repery geodezyjne oraz inklinometry – należy stosować na obszarach o czynnych osuwiskach, zagrażających istniejącym lub projektowanym inwestycjom. Do pomiarów ruchów zboczny stosuje się repery powierzchniowe lub głębokie.

Należy tutaj zwrócić uwagę badania gruntów dla aglomeracji miejskich obszarów górskich i podgórskich powinny być ograniczone. 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 strefie posadowień obiektów budowlanych występują serie zwietrzelin. W ich składzie występują bardzo często okruchy skalne, głązy i żwiry w ilości powyżej 30% całej objętości, co w praktyce uniemożliwia pobór reprezentatywnych próbek do badań. Dla tego typu gruntów najbardziej właściwy jest szczegółowy opis makroskopowy wraz z określeniem genezy, litologii i formy występowania.

3.6 Badania laboratoryjne właściwości gruntów i wód

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

Zakres i rodzaj badań laboratoryjnych należy zsynchronizować z badaniami polowymi i istniejącymi danymi archiwalnymi. Przy programowaniu badań laboratoryjnych, w zależności od zróżnicowania litologiczno-genetycznego, dla reprezentatywnych typów gruntów trzeba uwzględnić następujące oznaczenia badania makroskopowe gruntów oraz oznaczenia uziarnienia wraz z określeniem wilgotności naturalnej.

Dla próbek gruntów spoistych należy wyznaczyć stopień plastyczności, wskaźnik plastyczności i pęcznienia natomiast tam gdzie to ma uzasadnienie należy oznaczyć zawartość części organicznych. O ile to możliwe, w gruntach o strukturze nietrwałej należy wyznaczyć wskaźnik osiadania zapadowego, a dla próbek skał wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość

i mięknięcie. Ponadto w gruntach spoistych należy wyznaczyć kąt tarcia wewnętrznego i spójność, a także, jeżeli zajdzie taka potrzeba (grunty spoiste słabe i grunty organiczne) powinno się dojść do wyznaczenia edometrycznych modułów ścisłości.

Próbki wody pobrane z wytypowanych studni, piezometrów oraz z otworów wiertniczych należy zbadać laboratoryjnie pod względem właściwości chemicznych. Badania należy wykonać zgodnie z obowiązującymi normami i instrukcjami dotyczącymi badań laboratoryjnych wody.

Wyniki kontrolnych badań laboratoryjnych gruntów i wody należy zestawić tabelarycznie oraz dokonać ich statystycznego opracowania.

3.7 Oprogramowanie

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

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

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

3.7.1 Baza danych, karty otworów i przekroje geologiczno-inżynierskie.

Podstawą do wykonania atlasu geologiczno-inżynierskiego jest baza danych geologiczno-inżynierskich (BDGI). Wymaga ona zgromadzenia profili otworów badawczych, wkopów, szurfów itp. Zebranie informacji w taki sposób pozwoli to na wykorzystanie jej w analizach geostatystycznych oraz do tworzenia map tematycznych atlasu i przekrojów geologiczno-inżynierskich.

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, gdzie zapisywane są wszystkie informacje o rodzajach i parametrach gruntu oraz wykonanych badaniach w każdym otworze badawczym. Informacje te to podstawa dla analiz geostatystycznych i tworzenia niektórych map tematycznych.

Baza danych powinna posiadać możliwości przyjmowania danych lokalizacyjnych oraz możliwości przeliczania ich pomiędzy różnymi układami współrzędnych geograficznych i geodezyjnych. Każdy zakodowany punkt badawczy powinien posiadać bezwzględnie współrzędne w układzie PUWG-1992, oraz rzędną w m n.p.m. (Dz.U. 2000 nr 70 poz 821).

Poza danymi lokalizacyjnymi program bazodanowy koniecznie powinien umożliwiać zapisanie profilu geologicznego punktu badawczego wraz z wydzielonymi seriami geologiczno-inżynierskimi, czyli dla każdego punktu badawczego powinna być określona 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 walczków, zawartość CaCO_3 itp.) także muszą mieć możliwość umieszczenia bazie danych otworowych.

Do prowadzenia otworowej bazy danych geologiczno-inżynierskich doskonale nadaje się program „GeoStar”. Przy wykonywaniu poprzednich 7 atlasów geologiczno-inżynierskich, użyto właśnie tego rodzimego oprogramowania do tworzenia otworowych baz danych zawierającej wszystkie konieczne narzędzia do tworzenia tabel i obsługi bazy. Poszczególne moduły programu mają własne tabele powiązane ze sobą za pomocą unikalnej identyfikatora, jakim jest nazwa otworu oraz unikalnego, generowanego przez program identyfikatora otworu.

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

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

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

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

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

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

3.7.2 Program GIS - Cyfrowe warstwy informacyjne i mapy tematyczne.

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

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

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

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

Ponadto należy mieć na uwadze rodzaj oprogramowania używanego przez docelowych odbiorców opracowania (jednostki rządowe i samorządowe) oraz rodzaj docelowego oprogramowania sieciowego przeznaczonego do dystrybucji danych poprzez internet.

Przy tworzeniu dotychczasowych atlasów geologiczno-inżynierskich korzystano z programu ArcGIS firmy ESRI w różnych wersjach. Z doświadczenia autorów wynika, że jest to najczęściej posiadany przez jednostki administracji rządowej program GIS.

Ponadto firma ESRI oferuje bezpłatne narzędzia do korzystania z danych GIS wytworzonych w aplikacji ArcGIS takie jak ArcReader, oraz ArcGIS Explorer. Oferują one łatwy sposób eksploracji, wizualizacji i wymiany informacji GIS. Można między innymi korzystać z gotowych warstw i map bazowych; łączyć swoje dane lokalne z serwisami mapowymi, tworząc dowolne nowe mapy, dodawać zdjęcia, raporty i inne informacje do mapy, jak i wykonywać proste analizy przestrzenne (analizy widoczności, bliskości możliwe jest także modelowanie oraz wyszukiwanie). Jak widać są dedykowane do obsługi map stworzonych z różnych rodzajów danych, będących kombinacją danych przechowywanych lokalnie, w sieci lokalnej i w internecie.

Program ArcGIS desktop posiada bogate możliwości zaawansowanego geoprzetwarzania i konwertowania danych.. Jest kompletnym systemem tworzenia, gromadzenia, aktualizowania, analizowania, tworzenia zapytań oraz wizualizacji i publikacji danych GIS.

Wizualizację i zarządzanie danymi w aplikacji ArcGIS cechuje bezpośrednie czytanie wielu formatów danych łącznie z danymi wektorowymi i rastrowymi, łączenie danych adresowych z lokalizacją geograficzną i wyświetlanie ich w określonym układzie współrzędnych, tworzenie, edycję, przeglądanie i przeszukiwanie metadanych oraz łączenie i tworzenie zarówno danych tabelarycznych jak i geoprzestrzennych.

Zaawansowane analizy przestrzenne programu ArcGIS charakteryzuje nieskomplikowane tworzenie skryptów analiz danych, intuicyjne wyszukiwanie danych na podstawie zapytań o atrybuty lub lokalizację oraz proste tworzenie buforów (łączenie wielu zbiorów danych w jeden, bazując na wartościach atrybutów) oraz tworzenie żądanych raportów przy użyciu standardowych zawartych w programie narzędzi. Podczas analiz geostatystycznych ArcGIS wykorzystuje rozległy zestaw zaimplementowanych narzędzi do analiz w pełnej strukturze, co ułatwia tworzenie, użytkowanie i wymianę modeli geoprzetwarzania.

Bogaty zbiór narzędzi interakcji z mapą zawarty w ArcGIS pozwala na łatwe nawigowanie i tworzenie zapytań do mapy, jak również pozyskiwanie dodatkowych informacji, takich, jak na przykład hiperłącza, które integrują mapę z informacjami zewnętrznymi. Program ten ułatwia użytkownikom wykorzystanie i komponowanie tysięcy symboli oraz oferuje zaawansowane środowisko etykietowania, obejmujące automatyczne etykietowanie w locie oparte bezpośrednio o wartości z tabeli atrybutów. Dlatego właśnie, dzięki narzędziom obejmującym zintegrowane sterowniki rasteryzacji mapy podczas wydruku ArcGIS oferuje wysokiej jakości wydruki map oraz umożliwia na korzystanie z wyników pracy poprzez internet, zarówno poprzez serwisy WMS jak i WFS.

4. Atlas geologiczno-inżynierski

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

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 terenie.

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

4.1 Serie geologiczno-inżynierskie

Zasadniczym wymogiem przy wykonywaniu tego typu opracowań jest stworzenie regionalnego (dla danej aglomeracji, obszaru) modelu budowy geologicznej uwzględniającego litologię, genezę jak i stratygrafię. Model ten, jako dostosowany do potrzeb geologiczno-inżynierskich powinien różnicować zespoły litologiczne oraz stany gruntów. Bardzo ważnym elementem jest również zmienność położenia wód gruntowych oraz wielkość ich wahań. Decyduje to bowiem o możliwości i środkach przy wykonaniu obiektów budowlanych.

Opracowanie modelu powinno ustalić następstwo wiekowe warstw (stratygrafię), proces, w wyniku którego dany grunt powstał (genezę) oraz rodzaj gruntów w obrębie wydzielonej jednostki (litologię). Model powinien wziąć też pod uwagę stan gruntów (stopień plastyczności, stopień zagęszczenia), warunki wodne (poziom nawiercony i ustalony) oraz inne przydatne informacje takie jak badania laboratoryjne, sondowania polowe itp.

W wyniku skompilowania informacji należy dokonać syntezy i zespolić wydzielone warstwy w charakteryzującą daną warstwę serie geologiczno-inżynierskie. Trzeba przy tym uwzględnić częstości występowania warstw, miąższości i ich wkład w generowanie i udział w problemach na danym obszarze.

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

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

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

4.2 Baza danych geologiczno-inżynierskich (BDGI)

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

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

- współrzędne **x, y** wraz z rzędną terenu **z**,
- głębokość punktu dokumentacyjnego,
- przelot warstw,
- rodzaj gruntu,
- podział na serie geologiczno-inżynierskie (według określonych kryteriów),
- stan gruntu,
- genezę i wiek gruntu,
- głębokość do każdego poziomu nawierconego wody podziemnej,
- głębokość do każdego poziomu ustalonego wody podziemnej.

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

- wyniki polowych oznaczeń fizycznych i mechanicznych cech gruntów i skał,
- wyniki laboratoryjnych oznaczeń fizycznych i mechanicznych cech gruntów i skał,
- wyniki chemicznego badania gruntów i wody gruntowej,
- nazwę dokumentacji lub innego opracowania, z którego zaczerpnięto informacje,
- numer archiwalny punktu badawczego,
- rok wykonania badania,
- dane o firmie wykonującej wiercenia i dokumentacje
- miejsce przechowywania dokumentacji i profili punktów badawczych.

oraz inne dane przydatne do sporządzenia map atlasu.

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

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

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

Niejednokrotnie zatem może okazać się konieczne przeliczenie zarówno rzędnych względnych na bezwzględne jak i współrzędnych z innych układów. Zgodnie z prawem dla skal 1:10 000 i mniejszych obowiązuje układ współrzędnych UWPP-1992 (PUWG-1992), rzędne należy podawać w metrach nad poziomem morza w odniesieniu do średniego poziomu Morza Bałtyckiego w Kronsztadzie (Dz.U. 2000 nr 70 poz 821).

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

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

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

Należy wyraźnie podkreślić, że tworzeniu bazy danych poświęcić trzeba wyjątkową uwagę. Każdy błąd w bazie będzie powtarzany i zwielokrotniony w dalszych pracach przy atlasie jak i innych opracowaniach kartograficznych, co może stać się przyczyną poważnych błędów we wnioskowaniu.

4.3 Mapy tematyczne

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

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

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

Przy tworzeniu map należy wykorzystać podkłady topograficzne w układzie PUWG 1992 lub (w przypadku braku dostępu) w układzie PUWG 1942 w skali 1: 10 000 - dla arkuszy w skali 1:10 000, oraz 1:100 000 - dla arkuszy w skali 1: 100 000. Możliwe też jest wykorzystanie Topograficznej Bazy Danych (TBD) dedykowanej dla skali 1:10 000 jeżeli dla danego rejonu została taka utworzona. Podkłady bądź TBD powinny zostać pozyskane z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK) i muszą być wykorzystane za jego pozwoleniem. Wszystkie podkłady topograficzne trzeba przystosować (skalibrować) do państwowego układu współrzędnych geodezyjnych PUWG-1992.

4.3.1 Podstawowe mapy tematyczne

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

- mapa lokalizacyjna w skali 1:100 000,
- mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 4m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych w skali 1:10 000
- mapa warunków budowlanych na głębokości 2m p.p.t. w skali 1:10 000,
- mapa zagospodarowania powierzchni terenu w skali 1:10 000,
- mapa terenów zagrożonych i wymagających ochrony w skali 1:10 000,
- mapa geomorfologiczna w skali 1:10 000,
- mapa zakresu udokumentowania w skali 1:100 000.

Mapa lokalizacyjna – skala 1:100 000.

Na mapie należy przedstawić zasięg (granice) opracowania z podziałem na arkusze w skali 1:10 000 wraz z przebiegiem linii przekrojów geologiczno-inżynierskich na tle podziału administracyjnego. Na schemacie podziału arkuszowego oprócz numeru arkusza należy umieścić międzynarodowe godła podkładów topograficznych i ich nazwy stosowane w bazie danych do opisu otworów archiwalnych. Arkuszom należy przydzielić numerację rosnącą począwszy od numeru 1. Kolejność arkuszy ma być zachowana dla wszystkich map tematycznych skali 1:10 000. Mapa musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę i podziałkę kilometrową oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapa dokumentacyjna - skala 1:10 000.

Na mapie należy zaznaczyć zasięg opracowania, podział administracyjny, przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz położenie otworów wiertniczych uwzględnionych w bazie danych geologiczno-inżynierskich aglomeracji miejskiej. Na mapie należy zróżnicować graficznie otwory wiertnicze na archiwalne i wykonane na potrzeby opracowania. Ewentualne sondowania polowe należy zróżnicować graficznie nie tylko na archiwalne i wykonane na potrzeby opracowania, ale i ze względu na rodzaj sondowań. Każdy z punktów dokumentacyjnych na mapie musi posiadać etykietę z nazwą punktu.

Obszary, na których występuje znaczne zagęszczenie punktów dokumentacyjnych rzutujące na czytelność mapy należy przedstawić dodatkowo w powiększeniu do skali 1:5000. Arkusz mapy musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

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

Na mapie, na podstawie informacji z bazy danych, należy przedstawić wyznaczony analizą geoprzestrzenną (za pomocą alokacji euklidesowej) zasięg występowania serii, czyli wydzielen o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych na zadanej głębokości. Ponadto na mapie należy zaznaczyć zasięg (granice) opracowania.

Mapy serii przedstawione jako „cięcie” na zadanej głębokości mają zilustrować stopień złożoności budowy geologicznej oraz odzwierciedlić występowanie wydzielonych serii w poszczególnych punktach badawczych na danej głębokości. Obszary wydzielonych serii na mapach muszą być zetykietowane numerem serii oraz posiadać kolory zgodne z wydzieleniami na przekrojach geologiczno-inżynierskich.

Arkusze mapy musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapa położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych – skala 1:10 000

Na mapie należy przedstawić głębokości pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych w otworze badawczym. Do poligonowego zobrazowania położenia zwierciadła wody wykorzystać należy geoprzestrzenną analizę: alokację euklidesową. Głębokość położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych należy przedstawić niezależnie od tego czy jest napięte czy swobodne. Poligony przedstawiające głębokość wody należy zróżnicować graficznie przedziałami głębokości nawierconego zwierciadła w m p.p.t.: mniej niż 0,5 m, od 0,5 do 1m, od 1 do 2m, od 2 do 5m, od 5 do 10m, od 10 do 15m, od 15 do 20m i więcej niż 20m. Przedziały te można zagaęścić, jeżeli autor mapy uzna to za zasadne.

Informację o charakterze zwierciadła (swobodne, napięte) należy przedstawić różnicując je graficznie przy zlokalizowaniu na omawianej mapie otworów, w których stwierdzono występowanie zwierciadła wód podziemnych. Każdy umieszczony na mapie otwór należy oznaczyć etykietą wartości głębokości nawierconego zwierciadła oraz ustabilizowanego w przypadku zwierciadła napiętego. Ponadto na mapie należy zaznaczyć zasięg (granice) opracowania. Arkusz mapy musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapę tę należy uznawać niejako za syntetyczną gdyż wykorzystuje ona informacje o położeniu pierwszego zwierciadła wód podziemnych pochodzą z długiego okresu czasu. Powstaje ona na podstawie danych o głębokości pierwszego zwierciadła uzyskanych podczas wierceń wykorzystując do tego zarówno informacje zawarte w archiwalnych dokumentacjach geologiczno-inżynierskich jak i z otworów wiertniczych wykonanych na potrzeby opracowania. Podkreślenia wymaga także fakt, że zwykle analizie poddawany jest zakres danych z okresu kilkudziesięciu lat, a przez ten okres położenie zwierciadła wód podziemnych podlega zmianom, zarówno z przyczyn naturalnych jak i antropogenicznych. W związku z tym przedstawiony na mapie obraz położenia stabilizacji napiętego jak i swobodnego zwierciadła wód podziemnych może się różnić od stanu obecnego i należy go traktować jako orientacyjny.

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

Przy kwalifikowaniu terenów pod względem ich przydatności dla celów budowlanych należy wykorzystać informacje zebrane podczas wydzielania serii geologiczno-inżynierskich poprzez grupowanie gruntów o zbliżonych właściwościach. Wydzielone serie geologiczno-inżynierskie występujące na 2m p.p.t., przy uwzględnieniu ich stanu, stopnia skonsolidowania, a także dopuszczalnych obciążeń (zgodnie z „Instrukcją sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach”, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 1999 r.) grupuje się na:

- grunty przenoszące obciążenia maksymalnie do 0,05 MPa,
- grunty przenoszące obciążenia od 0,05 MPa do 0,3 MPa.,
- grunty przenoszące obciążenia powyżej 0,3 MPa..

Na tej podstawie na mapie poza zasięgiem (granicami) opracowania należy przedstawić odpowiednio zróżnicowane graficznie i zetykietowane następujące wydzielania:

1. Niekorzystne warunki budowlane (niezalecane posadowienie bezpośrednie obiektów), dzieląc na:

1a grunty przenoszące obciążenia maksymalnie do 0,05 MPa z wodą gruntową na głębokości większej niż 1 m p.p.t.,

1b grunty przenoszące obciążenia maksymalnie do 0,05 MPa z wodą gruntową na głębokości od 0 do 1 m p.p.t.,

1c grunty przenoszące obciążenia większe od 0,05 MPa z wodą gruntową na głębokości od 0 do 1 m p.p.t..

2. Mało korzystne warunki budowlane (możliwe posadowienie bezpośrednie obiektów budownictwa lekkiego przy konieczności szczegółowego rozpoznania geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego) dzieląc na:

2a grunty przenoszące obciążenia od 0,05 MPa do 0,3 MPa z wodą gruntową na głębokości większej niż 2 m p.p.t.,

2b grunty przenoszące obciążenia od 0,05 MPa do 0,3 MPa z wodą gruntową na głębokości od 1 do 2 m p.p.t.,

2c grunty przenoszące obciążenia powyżej 0,3 MPa z wodą gruntową na głębokości od 1 do 2 m p.p.t..

3. Korzystne warunki budowlane – możliwe bezpośrednie posadowienie obiektów budowlanych wszelkiego typu bez względu na obciążenia jednostkowe:

3 grunty przenoszące obciążenia powyżej 0,3 MPa z wodą gruntową na głębokości większej niż 2 m p.p.t.

Jeżeli na danym terenie występują to na mapie można przedstawić także tereny osuwiskowe i predysponowane do osuwania a także wyznaczone z odpowiedniego cyfrowego modelu terenu obszary spadków terenu w przedziałach do 2%, od 2% do 10% oraz powyżej 10%. Arkusz mapy musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapa zagospodarowania powierzchni terenu – skala 1:10 000

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

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

- Zabudowa mieszkaniowa
 - M – tereny zabudowy mieszkaniowej (jednorodzinnej, wielorodzinnej)
 - M/U – tereny zabudowy mieszkaniowo – usługowej
- Zabudowa społeczno-techniczna
 - CM – tereny cmentarzy
 - PG – tereny eksploatacji powierzchniowej i do rekultywacji
 - I – tereny infrastruktury technicznej
 - KK – tereny kolejowe
 - KM – tereny komunikacji miejskiej
 - URB – tereny do przekształceń urbanistycznych
 - KL – tereny transportu lotniczego
 - P – tereny wielko powierzchniowych obiektów przemysłowych
 - PP – tereny zabudowy przemysłowej, produkcyjnej, magazynów, składów
 - P/U – tereny zabudowy przemysłowo-usługowej
 - U – tereny zabudowy usługowej
- Tereny zielone i uprawne
 - ZL – tereny leśne
 - R – tereny rolne (pola, łąki, sady, zagrody)
 - ZM – tereny zieleni (miejskiej, parkowej, niskiej, ogrodowej, urządzonej)
 - ZN – tereny zieleni naturalnej i dolin rzecznych.

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

Arkusz mapy musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

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

Mapa ta wprowadza cenne informacje, które są istotne podczas planowania przestrzennego. Ukazuje bowiem tereny, na których ze względu na zagrożenia lub ochronę środowiska istnieją znaczne ograniczenia dotyczące projektowania obiektów budowlanych. Dlatego musi opierać się o kartowanie terenowe oraz podstawowe źródła informacji o zagrożeniach naturalnych (geozagrożeniach) i antropogenicznych takie jak na przykład Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami czy baza Systemu Osłony Przeciwoświatowej (SOPO). Mapę należy wykonać także w oparciu o dane uzyskane z urzędów administracji publicznej (PZP, SUiKZP itp.) oraz na podstawie informacji zawartych na arkuszach Mapy geologiczno-gospodarczej Polski oraz arkuszach Mapy hydrogeologicznej Polski.

Na mapie należy przedstawić obszary zagrożone występowaniem elementów niekorzystnych z punktu widzenia kształtowania struktur funkcjonalno-przestrzennych dla potrzeb budownictwa. Są to elementy związane z eksploatacją górnictwem oraz inne obszary i obiekty stanowiące zagrożenie dla środowiska naturalnego takie jak:

- obiekty stanowiące zagrożenie dla środowiska naturalnego: zakłady przemysłowe, składowiska odpadów, miejsca zrzutu ścieków komunalnych i przemysłowych, oczyszczalnie, magazyny paliw, autostrady, lotniska itp.,
- obszary związane z eksploatacją górnictwem: wyrobiska, obszary górnicze, tereny górnicze, szyby kopalniane itp.

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

- formy ochrony środowiska naturalnego: pomniki przyrody, zabytkowe aleje drzewostanu, użytki ekologiczne, rezerваты, parki krajobrazowe, gleby chronione, obszary chronionego krajobrazu, obszary Natura 2000,
- elementy środowiska przyrodniczego: tereny zieleni urządzonej i naturalnej, tereny leśne, źródła.
- obiekty dziedzictwa kulturowego: pomniki, parki podworskie, stanowiska archeologiczne, zabytki architektoniczne i sakralne, zabytkowe obiekty techniczne, cmentarze.

Elementy na mapie oraz sposób ich przedstawienia mogą być zmienne w zależności od specyfiki aglomeracji miejskiej. Arkusz mapy musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapa geomorfologiczna - skala 1:10 000

Charakterystykę morfologiczną obszaru aglomeracji miejskiej opracowuje się przede wszystkim na podstawie kartowania geologiczno-inżynierskiego opierając się na literaturze, archiwalnych mapach i szkicach geomorfologicznych, głównie wykonanych na potrzeby Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000. Na mapie należy przedstawić informacje dotyczące ukształtowania powierzchni terenu i form geomorfologicznych w oparciu o główne jednostki geomorfologiczne rejonu opracowania.

Każde geomorfologiczne wydzielenie na mapie należy odpowiednio zobrazować graficznie oraz opatrzyć etykietą. Ponadto należy na mapie zaznaczyć zasięg (granice) opracowania a każdy arkusz mapy musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapa zakresu udokumentowania terenu - skala 1:100 000

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

Przy prostej budowie należy przyjąć następujące przedziały zakresu udokumentowania:

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

Przy złożonej budowie należy przyjąć następujące przedziały zakresu udokumentowania:

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

Przy skomplikowanej budowie należy przyjąć następujące przedziały:

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

Mapa musi posiadać numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę i podziałkę kilometrową oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

4.3.2 Mapy tematyczne prezentujące problematykę regionalną

Do przykładowych map przedstawiających elementy związane z problematyką danego regionu i dedykowanych dla konkretnego aglomeracji należą takie mapy w atlasie, jak:

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

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

Mapa gruntów antropogenicznych – skala 1:10 000

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

Na mapie należy przedstawić miejsca/otwory, gdzie stwierdzono grunty antropogeniczne różnicując symboliką z podziałem na miąższość nawierconych gruntów antropogenicznych w zakresach: poniżej 0,5 m, od 0,5 do 1 m, od 2 do 3m, od 3 do 5m, od 5 do 10m oraz powyżej 10,0 m. Dodatkowo punkty na mapie można opatrzyć etykietą wartości miąższości antropogenu. Przy znacznym zagęszczeniu otworów ze stwierdzonymi gruntami antropogenicznymi gdzie istnieje duże prawdopodobieństwo ciągłości warstwy można pokusić się o wykonanie interpolowanej mapy miąższości gruntów antropogenicznych. Wartości izolini miąższości na mapie powinny wynosić 0,5m, 1m, 2m, 3m, 5m, 10m i muszą być opatrzone etykietą. Pola między izoliniami powinny być zróżnicowane symboliką poprzez stopniową gradacją kolorów (na przykład od jasnoszarego do ciemnoszarego).

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

Na każdym arkuszu mapy musi się znaleźć: numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

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

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 3m, od 3 do 5m, od 5 do 10m oraz powyżej 10,0 m. Dodatkowo punkty na mapie można opatrzyć etykietą wartości miąższości gruntów słabych. Przy znacznym zagęszczeniu otworów ze stwierdzonymi gruntami słabymi gdzie istnieje duże prawdopodobieństwo ciągłości warstwy należy na mapie przedstawić izoliniową, interpolowaną warstwę miąższości gruntów słabych. Wartości izolini miąższości na mapie powinny wynosić 0,5m, 1m, 2m, 3m, 5m, 10m i muszą być opatrzone etykietą. Pola między izoliniami powinny być zróżnicowane symboliką poprzez stopniową gradację kolorów (na przykład od jasnozielonego do ciemnozielonego).

Na mapie należy również zamieścić również zasięg (granice) opracowania. Każdy arkusz mapy powinien posiadać: numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

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

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 uzwierciadła sobodnego lu ustalonego. Mapa ta powstaje na podstawie danych o stanie pierwszego zwierciadła uzyskanych podczas wierceń geologiczno-inżynierskich na potrzeby atlasu jak i na podstawie informacji zawartych w archiwalnych dokumentacjach geologiczno-inżynierskich na kartach otworów. Informacje o położeniu pierwszego zwierciadła wód podziemnych pochodzą więc z długiego okresu czasu, w którym położenie zwierciadła wód podziemnych podlega zmianom, zarówno z przyczyn naturalnych jak i antropogenicznych. W związku z tym przedstawiony na mapie hydroizobat obraz położenia zwierciadła wód podziemnych jest uśredniony i może się różnić od obecnego stanu. Należy go zatem traktować jako orientacyjny.

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

Na mapie należy również zamieścić zasięg (granice) opracowania, a każdy arkusz mapy powinien posiadać: numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

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

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

Na mapie głębokość położenia pierwszego zwierciadła wód podziemnych należy przedstawić przy pomocy wyinterpolowanych izolinii o wartościach w m p.p.t.: 0,5m, 1m, 2m, 3m, 5m i 10m. Hydroizobaty muszą być opatrzone etykietą. Pola między izoliniami mogą być zróżnicowane symboliką poprzez stopniową gradację kolorów (na przykład od jasnoniebieskiego do ciemnoniebieskiego). Jeżeli to nie zaburzy obrazu mapy to należy na niej umieścić lokalizację wszystkich punktów dokumentacyjnych, w których stwierdzono występowanie zwierciadła wód podziemnych oznaczając etykietą wartości głębokości nawierconego zwierciadła oraz ustabilizowanego w przypadku zwierciadła napiętego w m p.p.t..

Na mapie należy również zamieścić zasięg (granice) opracowania. Każdy arkusz mapy powinien posiadać: numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy przedstawione na mapie.

Mapa stropu podłoża podczwartorzędowego – skala 1:10 000

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

Mapa może być wykonywana zarówno w postaci izoliniowych głębokości do stropu (stratoizobaty) podłoża podczwartorzędowego jak i w postaci rzędnych (stratoizohipsy). Należy przy tym dobrać rozdzielczość cięcia izoliniowego aby mapa była czytelna. Wydzielone izolinie 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..

Mapa warunków górniczych – skala 1:10 000

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

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

Na mapie należy również zamieścić również zasięg (granice) opracowania a każdy arkusz mapy powinien posiadać: numer załącznika, tytuł, symbol wskazujący północ, skalę, podziałkę kilometrową, nazwę i numer arkusza, oraz objaśnienia omawiające elementy na mapie.

4.4 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 przyjąć jeden przekrój na 50-100 km² opracowania, nie mniej niż 4. Przebieg przekrojów należy umieścić na mapie lokalizacyjnej i mapie dokumentacyjnej oraz w razie potrzeb na innych mapach tematycznych atlasu.

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

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

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

4.5 Opracowanie tekstowe

Opracowanie tekstowe jest integralną częścią atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji miejskiej. 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

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

2. Cel prac

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

3. Zakres i metodykę opracowania

Rozdział podaje szczegółowe źródła otworów archiwalnych w tym nazwy instytucji i adres, z których pochodzą. Opisuje bazę danych geologiczno-inżynierskich jej strukturę oraz przebieg tworzenia bazy danych geologiczno-inżynierskich, w tym liczbę otworów wpisanych do bazy danych w rozróżnieniu na liczbę otworów archiwalnych i wykonanych na potrzeby atlasu.

Przedstawia zakres prac terenowych poprzez podanie liczby otworów wykonanych na potrzeby opracowania (wraz z numerem decyzji zatwierdzającej projekty robót geologicznych) oraz ich lokalizację na tle podziału administracyjnego. Podaje ponadto charakterystykę terenu wytypowanego do lepszego rozpoznania otworami badawczymi.

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

Opisuje prace kameralne podając liczbę i rodzaj zestawu map tematycznych i ich skal w jakich zostały opracowane oraz liczbę przekrojów geologiczno-inżynierskich.

4. Charakterystyka ogólna aglomeracji

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

5. Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich :

Rozdział zawiera opis wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich (wydzielenia o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych), przedstawia rozmieszczenia serii w rejonie opracowania, litologii i miąższości. Zestawia tabelaryczne wydzielone serie przedstawiając numer serii, stratygrafię, genezę 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.

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

W tym rozdziale omawia się także wykonane przekroje geologiczno-inżynierskie.

6. Podsumowanie

Krótko podsumowuje i opisuje wykonane prace przyw wykonaniu atlasu geologiczno-inżynierskiego i ich efekt rzeczowy.

7. Literatura

Wymienia literaturę na której opiera się całe opracowanie.

4.6 Aktualizacja danych

Każdy rodzaj danych powinien być aktualizowany przez wyspecjalizowane, przygotowane do tego zadania odpowiednie jednostki (służby, firmy).

Dane planistyczno-urbanistyczne (plany zagospodarowania przestrzennego, w stosunku do których pozostałe dane pełni¹ 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 cyfrowych zasobów w tej dziedzinie powinna należeć do regionalnych służb geologicznych, wyspecjalizowanych regionalnych jednostek geologicznych lub Państwowego Instytutu Geologicznego pełniącego rolę Państwowej Służby Geologicznej i Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Aktualizowanie bazy danych geologiczno-inżynierskich wraz z rosnącą ilością wiedzy na temat opracowywanego rejonu powinien być obowiązkowy ponieważ uszczegóławia to informacje na temat budowy podłoża i może skorygować i udoskonalić kształt

4.7 Dostęp do danych

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