



MINISTERSTWO ŚRODOWISKA



**Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych
w Warszawie**



w Warszawie

**BAZA DANYCH GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKICH
WRAZ Z OPRACOWANIEM
ATLASU GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIEGO
POZNANIA**

**Wykonano na zamówienie Ministra Środowiska
za środki finansowe wypłacone przez
Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**



**Opracował Zespół pod kierunkiem
mgr inż. Mirosława Musiatewicza**

**Dyrektor
Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych
inż. Andrzej Gajewski**

**Prezes
PGiGF „Geoprojekt” Sp. z o.o
mgr inż. Marian Strzelec**

Warszawa, sierpień 2007 r.

SKŁAD ZESPOŁU

Przedsiębiorstwo Badań Geofizycznych

mgr inż. Wojciech Katryński *upr. geol. nr VII-1349*

mgr Artur Ładoń

mgr Leszek Kacprzak *upr. geol. nr VII-1400*

mgr Tomasz Bąk

mgr Agnieszka Dziasek

mgr Sylwia Szczawińska

mgr Agnieszka Kocój

GEOPROJEKT Sp. z o.o. Przedsiębiorstwo Geodezyjne i Geologiczno - Fizjograficzne

mgr inż. Jerzy Kropp *upr. geol. nr 070662*

mgr Aleksandra Dyszy

mgr Andrzej Keczerski *upr. geol. nr VII-1410*

mgr Marcin Kołpaczyński

Spis treści

1. Wstęp	9
2. Cel pracy	11
3. Zakres pracy	11
4. Baza danych geologiczno-inżynierskich i narzędzia do jej przetwarzania	15
5. Ogólna charakterystyka geologiczna Poznania	20
5.1. Jednostki geomorfologiczne	20
5.2. Budowa geologiczna	23
5.3. Tektonika	26
5.4. Warunki gospodarczo-hydrologiczne	27
6. Serie geologiczno-inżynierskie	27
7. Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	44
7.1. Opis serii geologiczno-inżynierskich	44
7.2. Mapy geologiczno-inżynierskie	77
7.3. Przekroje geologiczno-inżynierskie	86
7.4. Procesy geodynamiczne	87
8. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych	82
9. Podsumowanie	86
10. Literatura	88

Spis rycin

- Ryc. 1. Skorowidz arkuszy map topograficznych w układzie „92” wchodzących w zakres opracowania (opracowano na podstawie Mapy Powiatu Poznańskiego, Pietruska & Mierkiewicz sp. z o.o., Wydawnictwo i Bank Geoinformacji).
- Ryc. 2. Podział na arkusze obszaru wchodzącego w skład opracowania, skala 1 : 200 000.
- Ryc. 3. Fragment mapy dokumentacyjnej, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 4. Fragment mapy gruntów antropogenicznych, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 5. Fragment mapy gruntów na głębokości 1 m, skala 1 : 10 000.
- Ryc. 6. Fragment mapy gruntów na głębokości 2 m, skala 1 : 10 000.
- Ryc. 7. Fragment mapy gruntów na głębokości 4 m, skala 1 : 10 000.
- Ryc. 8. Fragment mapy hydroizohips wody gruntowej, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 9. Fragment mapy głębokości do wody gruntowej (mapa hydroizobat), skala 1 : 50 000.
- Ryc. 10. Fragment mapy warunków budowlanych na głębokości 2m, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 11. Fragment mapy terenów zagrożonych i wymagających ochrony, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 12. Fragment mapy zagospodarowania powierzchni terenu, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 13. Fragment mapy stopnia udokumentowania terenu, skala 1 : 100 000.
- Ryc. 14. Fragment mapy stropu utworów plioceńskich, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 15. Fragment mapy głębokości do utworów plioceńskich, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 16. Fragment mapy gruntów słabych, skala 1 : 10 000.
- Ryc. 17. Fragment mapy kwasowości gleb, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 18. Fragment mapy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 19. Fragment mapy zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami pochodzenia rolniczego, skala 1 : 50 000.
- Ryc. 20. Fragment przekroju geologiczno-inżynierskiego nr V, skala pionowa 1 : 500, skala pozioma 1 : 25 000.
- Ryc. 21. Objaśnienia do przekrojów geologiczno-inżynierskich.
- Ryc. 22. Fragment szkicu geomorfologicznego, skala 1 : 50 000.

Spis tabel

Tabela 1	Zestawienie klas obiektów
Tabela 2	Serie geologiczno – inżynierskie
Tabela 3 i 4	Seria 1 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 5 i 6	Seria 3 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 7	Seria 4 – parametry fizyczne
Tabela 8 i 9	Seria 5 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 10	Seria 6 – parametry mechaniczne
Tabela 11	Seria 7 – parametry mechaniczne
Tabela 12 i 13	Seria 8 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 14 i 15	Seria 9 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 16 i 17	Seria 10 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 18 i 19	Seria 11 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 20 i 21	Seria 12 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 22 i 23	Seria 13 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 24 i 25	Seria 14 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 26 i 27	Seria 15 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 28 i 29	Seria 16 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 30 i 31	Seria 17 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 32 i 33	Seria 18 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 34 i 35	Seria 19 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 36 i 37	Seria 20 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 38	Seria 21 – parametry mechaniczne
Tabela 39 i 40	Seria 22 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 41 i 42	Seria 23 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 43 i 44	Seria 24 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 45	Seria 25 – parametry fizyczne
Tabela 46 i 47	Seria 26 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 48 i 49	Seria 27 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 50 i 51	Seria 28 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 52 i 53	Seria 29 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 54 i 55	Seria 30 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 56 i 57	Seria 31 – parametry fizyczne i mechaniczne

Tabela 58	Seria 32 – parametry mechaniczne
Tabela 59 i 60	Seria 33 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 61 i 62	Seria 34 – parametry fizyczne i mechaniczne
Tabela 63	Seria 35 – parametry fizyczne

Spis map tematycznych

1. Podział na arkusze obszaru wchodzącego w skład opracowania w skali 1 : 100 000
- 2a. Mapy dokumentacyjne, skala 1 : 10 000
- 2b. Mapa dokumentacyjna, skala 1 : 50 000
- 3a. Mapy gruntów antropogenicznych, skala 1 : 10 000
- 3b. Mapy gruntów antropogenicznych, skala 1 : 50 000
- 4a. Mapy gruntów na głębokości 1 m, skala 1 : 10 000
- 4b. Mapy gruntów na głębokości 1 m, skala 1 : 50 000
- 5a. Mapy gruntów na głębokości 2 m, skala 1 : 10 000
- 5b. Mapy gruntów na głębokości 2 m, skala 1 : 50 000
- 6a. Mapy gruntów na głębokości 4 m, skala 1 : 10 000
- 6b. Mapy gruntów na głębokości 4 m, skala 1 : 50 000
- 7a. Mapy hydroizohips wody gruntowej, skala 1 : 10 000
- 7b. Mapy hydroizohips wody gruntowej, skala 1 : 50 000
- 8a. Mapy głębokości do wody gruntowej (mapa hydroizobat), skala 1 : 10 000
- 8b. Mapa głębokości do wody gruntowej (mapa hydroizobat), skala 1 : 50 000
- 9a. Mapy warunków budowlanych na głębokości 2 m, skala 1 : 10 000
- 9b. Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m, skala 1 : 50 000
10. Mapa terenów zagrożonych i wymagających ochrony, skala 1 : 50 000
- 11a. Mapy zagospodarowania powierzchni terenu, skala 1 : 10 000
- 11b. Mapy zagospodarowania powierzchni terenu, skala 1 : 50 000
12. Mapa stopnia udokumentowania terenu, skala 1 : 50 000
- 13a. Mapy stropu utworów plioceńskich, skala 1 : 10 000
- 13b. Mapa stropu utworów plioceńskich, skala 1 : 50 000
- 14a. Mapy głębokości do utworów plioceńskich, skala 1 : 10 000
- 14b. Mapa głębokości do utworów plioceńskich, skala 1 : 50 000
- 15a. Mapy gruntów słabych, skala 1 : 10 000
- 15b. Mapa gruntów słabych, skala 1 : 50 000
16. Mapa kwasowości gleb, skala 1 : 50 000
17. Mapa zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, skala 1 : 50 000
18. Mapa zanieczyszczenia wód powierzchniowych metalami ciężkimi, skala 1 : 50 000
19. Mapa zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami pochodzenia rolniczego, skala 1 : 50 000
20. Szkic geomorfologiczny, skala 1 : 50 000

Spis przekrojów geologiczno-inżynierskich

- 21.1. Przekrój geologiczno-inżynierski nr I, skala pionowa 1 : 500,
skala pozioma 1 : 25 000
- 21.2. Przekrój geologiczno-inżynierski nr II, skala pionowa 1 : 500,
skala pozioma 1 : 25 000
- 21.3. Przekrój geologiczno-inżynierski nr III, skala pionowa 1 : 500,
skala pozioma 1 : 25 000
- 21.4. Przekrój geologiczno-inżynierski nr IV, skala pionowa 1 : 500,
skala pozioma 1 : 25 000
- 21.5. Przekrój geologiczno-inżynierski nr V, skala pionowa 1 : 500,
skala pozioma 1 : 25 000
- 21.6. Przekrój geologiczno-inżynierski nr VI, skala pionowa 1 : 500,
skala pozioma 1 : 25 000
- 21.7. Przekrój geologiczno-inżynierski nr VII, skala pionowa 1 : 500,
skala pozioma 1 : 25 000
- 21.8. Objasnienia do przekrojów geologiczno-inżynierskich.

1. Wstęp

Niniejszy atlas wykonano na zlecenie Ministerstwa Środowiska (umowa nr 46/2005/Wn-07/FG-go-tx/D z dnia 14 lutego 2005 r.). Pracę finansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Wykonawcami atlasu jest zespół pracowników Przedsiębiorstwa Badań Geofizycznych oraz Przedsiębiorstwa Geodezyjnego i Geologiczno-Fizjograficznego GEOPROJEKT.

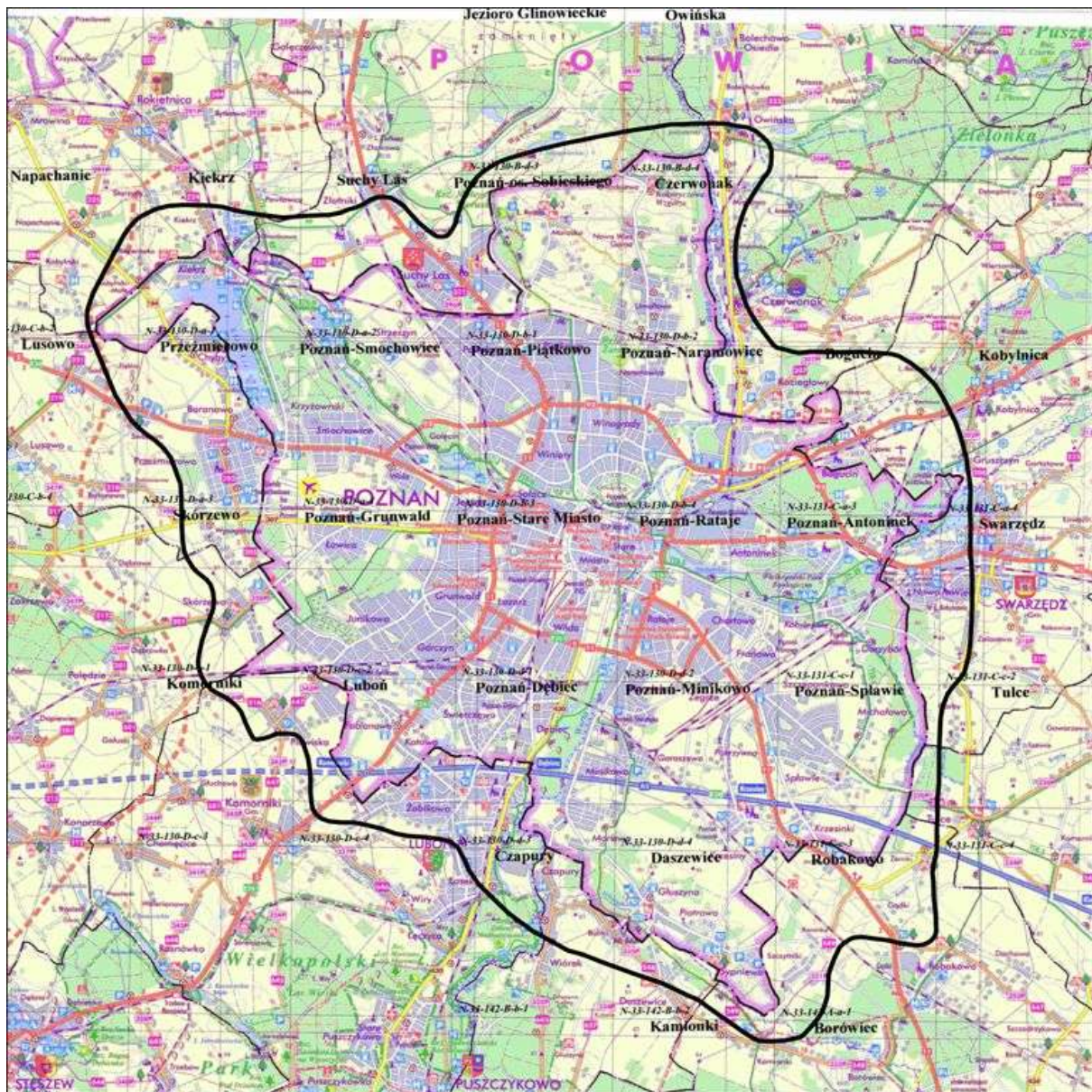
Podczas wykonywania atlasu wzorowano się na następujących opracowaniach:

- *Atlasy geologiczno-inżynierskie dla miast – instrukcja wykonywania techniką komputerową*. Warszawa 2000.
- *Atlasy geologiczno-inżynierskie dla miast – instrukcja wykonywania techniką komputerową (instrukcja rozszerzona)*. Katowice, Warszawa, Wrocław 2005.
- *Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy*. PIG, ITB. Warszawa 2000.
- *Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z opracowaniem atlasu geologiczno-inżynierskiego Aglomeracji Katowickiej*. Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne, PIG, Przedsiębiorstwo Geologiczne PROXIMA S.A., Soft-Projekt. Katowice 2005.

Bazę danych geologiczno-inżynierskich oraz Atlas geologiczno-inżynierski Poznania przygotowano zgodnie z „Kartą informacyjną przedsięwzięcia z dziedziny potrzeb geologii” (zał. nr 1 do umowy). Niniejszy opis stanowi uzupełnienie do przygotowanej bazy danych oraz kartograficznego opracowania Atlasu.

W roku 1973 powstał „*Atlas geologiczno-inżynierski Poznania*” w skali 1 : 25 000 (Żylińska J., Graniczny M., 1973). Powierzchnia terenu objęta atlasem wynosiła 400 km². W obrębie opracowania znalazł się obszar całego miasta wraz ze strefą okalającą miasto, a przewidzianą do dalszej zabudowy z wyłączeniem obszarów zamkniętych (cywilne lotnisko „Ławica” i wojskowe lotnisko „Krzesy”).

W związku z tym, że miasto cały czas poszerza swoje granice, w skład niniejszego opracowania wchodzi ok. 450 km² powierzchni (miasto o powierzchni 261,85 km² wraz z fragmentami sąsiadującymi z nim gmin). W zakres opracowania wchodzi 31 arkuszy map topograficznych w skali 1 : 10 000 (niektóre z nich tylko częściowo). Poniżej przedstawiono skorowidz arkuszy map topograficznych w układzie „92” wraz z ich nazwami oraz godłami – (Ryc. 1). Na skorowidzu tym naniesiona została granica administracyjna Poznania.



Ryc. 1. Skorowidz arkuszy map topograficznych w układzie „92” wchodzących w zakres opracowania, czarna linia obrazuje granicę opisywanego obszaru (opracowano na podstawie Mapy Powiatu Poznańskiego, Pietruska & Mierkiewicz sp. z o.o., Wydawnictwo i Bank Geoinformacji).

Atlas geologiczno-inżynierski Poznania ma charakter kompleksowy. Oceny warunków geologiczno-inżynierskich dokonano na tle budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych, w oparciu o wykonane prace terenowe oraz analizę materiałów archiwalnych. Do oceny wzięto pod uwagę charakterystykę litologiczną, genetyczną, geomorfologiczną oraz właściwości fizyczno-mechaniczne gruntów.

Występujące warunki wodne oceniono pod kątem ich wpływu na właściwości gruntów, a więc na budowlaną przydatność terenu. Przy ocenie brano również pod uwagę charakterystykę chemiczną wody gruntowej.

Wyniki wykonanych prac i badań przedstawiono w postaciach opisowej i graficznej, na które składają się m.in. mapy dokumentacyjne, mapy gruntów w cięciach na różnych głębokościach, mapy warunków budowlanych, przekroje geologiczno-inżynierskie, zestawienia tabelaryczne.

Dla wielu arkuszy liczba otworów jest niewystarczająca do opracowania map w skali 1 : 10 000. Obszary o słabym udokumentowaniu powinny być opracowane w skali 1 : 25 000 (wg Instrukcji dla skomplikowanej budowy przy tej skali liczba punktów wynosi 15-20 na 1 km²). Jednak biorąc pod uwagę fakt, że brak jest map topograficznych w skali 1 : 25 000 w układzie „92”, wszystkie mapy (także te z niewielką ilością otworów) opracowano w skali 1 : 10 000. Dodatkowo dla przedstawienia uogólnionego obrazu całego analizowanego obszaru, niektóre mapy wykonano również w skali 1 : 50 000.

2. Cel pracy

Celem pracy było wykonanie atlasu geologiczno-inżynierskiego Poznania składającego się z części tekstowej i graficznej w postaci map tematycznych (w skalach 1 : 10 000 oraz 1 : 50 000) wykonywanych w sposób automatyczny przy pomocy odpowiednich programów komputerowych. Atlas ten jest niezwykle przydatny w ocenie warunków geologiczno-inżynierskich występujących na analizowanym terenie oraz w planowaniu zagospodarowania przestrzennego. Zakres informacji zawartej w atlasie będzie przydatny do celów planistycznych i urbanistycznych miasta Poznania.

3. Zakres pracy

Atlas został opracowany przede wszystkim na podstawie materiałów archiwalnych. Źródłem danych w przeważającej części był zbiór kart otworów archiwalnych pozyskanych z różnych archiwów instytucji państwowych oraz firm prywatnych. Brak ujednoczenia przechowywania materiałów archiwalnych w poszczególnych instytucjach i firmach, bardzo komplikował zbieranie danych, a biorąc pod uwagę fakt, iż wiele firm zostało rozwiązanych, często materiały te zostały rozproszone lub zaginęły. Jednak udało się pozyskać ich znaczną ilość, z której wybrano potrzebne informacje. Karty otworów wybrano z dokumentacji

geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, hydrogeologicznych oraz z innych źródeł (bank HYDRO, archiwum wierceń CAG).

Ponadto wykorzystano materiały, które zostały zgromadzone podczas wykonywania „Atlasu geologiczno-inżynierskiego Poznania” w skali 1 : 25 000 (Żylińska J., Graniczny M., 1973). Dla tego atlasu zestawiono dane z 10 044 otworów i sond archiwalnych dla powierzchni zbliżonej (400 km²) do obszaru objętego niniejszym opracowaniem.

Głównymi źródłami, z których otrzymano informacje, były archiwa:

- Centralne Archiwum Geologiczne,
- Archiwum Wydziału Środowiska i Rolnictwa Wielkopolskiego Urzędu Wojewódzkiego,
- Archiwum Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Miasta Poznań,
- Archiwum Przedsiębiorstwa geotechnicznego i geologicznego S.C. - GEOPROJEKT-Poznań,
- Archiwum Przedsiębiorstwa Geologicznego PROXIMA S.A. we Wrocławiu, Oddział w Poznaniu.

Podczas korzystania z materiałów archiwalnych natrafiono na szereg trudności; często brakowało dokładnej lokalizacji oraz rzędnych wysokościowych otworów. Dlatego też zdarzały się przypadki, że otwory z niepewną lokalizacją były odrzucane. Do opracowania atlasu wybrano materiały archiwalne z dużego przedziału czasowego, tzn. od roku 1919 do roku 2006.

Z uzyskanych kart otworów w ilości ok. 50 000 wybrano do bazy danych i wykonania atlasu 21 574 otworów. Przy doborze otworów kierowano się głównie ich głębokością oraz zasobem informacji zawartej na profilach (wybierano otwory głębsze oraz zawierające więcej informacji geologiczno-inżynierskich). Lokalizację wybranych otworów przedstawiono na mapach dokumentacyjnych w skalach 1 : 10 000 oraz 1 : 50 000. Liczba otworów dla każdego arkusza zmienia się (od kilku do ponad 3300), co jest spowodowane różnym stopniem zagospodarowania terenu, a co za tym idzie, zróżnicowaną wielkością rozpoznania geologicznego. Do opracowania atlasu wykorzystano również otwory i sondy odwiercone podczas realizacji tematu (w latach 2005-2006). Na terenach przewidzianych pod inwestycje (wg wykazu miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego) oraz słabo rozpoznanych wykonano 219 otworów (6-10 m głębokości) o łącznej długości 1504 mb oraz 90 sond dynamicznych (6-10 m głębokości) o łącznej długości 622 mb.

Na terenach zabudowanych często liczba otworów przekraczała 100 na 1 km². Według Instrukcji wykonywania atlasów techniką komputerową [1] wymagana gęstość punktów dokumentacyjnych na 1 km² dla mapy w skali 1 : 10 000 wynosi 20-40 w przypadku prostej budowy geologicznej, 40-60 dla złożonej budowy, oraz 60-80 dla skomplikowanej. Liczba otworów przypadających na 1 km² dla niektórych arkuszy jest liczbą znacznie większą od liczby wymaganej do opracowania map w skali 1 : 10 000.

Dla niektórych arkuszy, gdzie występują tereny niezabudowane, gęstość punktów jest zbyt mała (poniżej 10 punktów na 1 km²) i niewystarczająca do wykonania map tematycznych, dla których niezbędne są informacje uzyskane z wierceń.

Z 31 arkuszy map topograficznych w skali 1 : 10 000, które były potrzebne do pokrycia całego obszaru badań, większość została wykorzystana (jako podkłady do map tematycznych) jedynie w niewielkich fragmentach.

Należy zaznaczyć, że brak jest punktów dokumentacyjnych dla terenów zamkniętych, na których zlokalizowane są lotniska: „Kzesiny” (lotnisko wojskowe) oraz „Ławica” (lotnisko cywilne). Lotnisko „Kzesiny” znajdują się na dwóch arkuszach map topograficznych w skali 1 : 10 000, tj. Poznań-Minikowo oraz Daszewice, natomiast lotnisko „Ławica” – na trzech arkuszach, tj. Przeźmierowo, Poznań-Smochowice, Poznań-Grunwald. W żadnym z pozyskanych materiałów archiwalnych (w tym także z „*Atlasu geologiczno-inżynierskiego Poznania*” w skali 1 : 25 000 (Żylińska J., Graniczny M., 1973)) nie stwierdzono występowania punktów dokumentacyjnych w tych rejonach. W celu ustalenia budowy geologicznej tych obszarów wykorzystano dane zawarte na Szczegółowej mapie geologicznej Polski oraz dane zawarte na mapach wchodzących w zakres opracowania „*Atlasu geologiczno-inżynierskiego Poznania*” w skali 1 : 25 000 (Żylińska J., Graniczny M., 1973).

W ramach niniejszego opracowania grunty scharakteryzowano w oparciu o serie geologiczno-inżynierskie, które zostały wyznaczone głównie na podstawie: litologii, genezy oraz na podstawie wieku osadów i własności geotechnicznych. Wydzielono 36 serii, których charakterystykę przedstawiono w rozdziale 6.1.

Z pozyskanych materiałów archiwalnych, w których na mapach sytuacyjnych były przedstawione lokalizacje poszczególnych otworów (przeważnie w skalach 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000) przenoszono wybrane punkty dokumentacyjne na podkłady map topograficznych w skali 1 : 10 000.

Lokalizację otworów, wybranych do bazy danych, przedstawiono na mapach topograficznych w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000. W programie SURFER osadzono podkłady topograficzne w odpowiednim układzie współrzędnych geograficznych, a następnie na tak przygotowane mapy naniesiono poszczególne lokalizacje otworów z dokumentacji archiwalnych, uzyskując w ten sposób ich współrzędne. Z ponad 50 000 otworów archiwalnych wybrano ponad 21 500, które zakodowano w bazie danych. Również otwory wykonane dla potrzeb atlasu (219 otworów o łącznej długości 1504 mb) zostały wprowadzone do bazy danych.

Do bazy danych wprowadzono profile wyselekcjonowanych otworów z podaniem litologii gruntów, ich wilgotności, stanu i genezy. W każdym z wybranych otworów archiwalnych oraz z otworów odwierconych w ramach tematu zostały wydzielone serie geologiczno-inżynierskie, które także zostały zakodowane w bazie. Łącznie w bazie danych zakodowano 21 574 otworów, przy czym zakodowano 131 132 wydzielonych warstw litologicznych. Wykonano konwersję wszystkich zebranych danych do komputerowego banku danych geologiczno-inżynierskich (BDGI). Do bazy wprowadzono także wyniki badań laboratoryjnych gruntów (wilgotność, stan, konsystencja, uziarnienie gruntów) oznaczonych na próbkach pobranych w trakcie wykonywania uzupełniających wierceń i sond podczas realizacji tematu. Po wprowadzeniu wszystkich danych do BDGI, sprawdzeniu i wniesieniu poprawek, przygotowano je do sporządzenia map tematycznych.

Wykorzystując wybrane programy komputerowe (m.in. GeoStar, Excel, Access, Corel, Surfer, ArcView) opracowano w wersji cyfrowej następujące mapy tematyczne:

- mapy dokumentacyjne,
- mapy gruntów antropogenicznych,
- mapy gruntów w cięciach na głębokościach 1, 2, 4 m,
- mapy położenia zwierciadła wód gruntowych (mapy hydroizohips, mapy hydroizobat),
- mapy warunków budowlanych na głębokości 2 m,
- mapy terenów zagrożonych i wymagających ochrony,
- mapy zagospodarowania powierzchni terenu,
- mapy stopnia udokumentowania terenu,
- mapy stropu utworów plioceńskich,
- mapy głębokości do utworów plioceńskich,
- mapy gruntów słabych,

- mapy kwasowości gleb,
- mapy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi,
- mapy zanieczyszczeń wód powierzchniowych metalami ciężkimi,
- mapy zanieczyszczeń wód powierzchniowych związkami pochodzenia rolniczego,
- szkic geomorfologiczny.

Poza w/w mapami tematycznymi wykonano także siedem przekrojów geologiczno-inżynierskich, które przedstawiają w sposób graficzny charakterystyczne fragmenty budowy geologicznej Poznania.

4. Baza danych geologiczno-inżynierskich i narzędzia do jej przetwarzania

Informacje niezbędne do przygotowania Atlasu geologiczno-inżynierskiego Poznania zostały zgromadzone w Systemie Informacji Przestrzennej (ang. GIS). Systemy te ułatwiają archiwizowanie, analizowanie i wizualizację danych. Przy tworzeniu atlasu wykorzystano pakiet ArcGIS 9.0 - ArcView, który jest powszechnie wykorzystywanym na świecie oprogramowaniem do opracowań przyrodniczych. Oprogramowanie to posłużyło do archiwizacji danych w formacie Geobazy. W formacie tym zgromadzono zarówno dane o punktach dokumentacyjnych (poprzez eksport z programu GeoStar), jak również inne klasy obiektów powstające w procesie tworzenia atlasu.

Baza danych geologiczno-inżynierskich została przygotowana do działania w strukturze Oracle (dostępna także w formacie MS Access).

Klasy obiektów w Geobazie podzielono na następujące kategorie:

- Geochemia
- Geologia
- Grunty
- Pliocen
- Przekroje
- Punkty dokumentacyjne
- Rastry
- Sozologia
- Topografia

- Warunki budowlane
- Wody podziemne
- Wody powierzchniowe
- Zagospodarowanie terenu

Na podstawie danych podstawowych (punkty dokumentacyjne) i zgromadzonych w czasie prac terenowych ich charakterystyk przeprowadzono analizy przestrzenne, w wyniku których powstały tematyczne klasy obiektów (grunty na głębokości 1, 2 i 4 m, strop utworów plicieńskich, głębokość do utworów plicieńskich, hydroizohipsy, hydroizobaty oraz warunki budowlane). Do interpolacji danych, w celu stworzenia map ciągłych (izoliniowych), wykorzystano oprogramowanie Surfer. W oprogramowaniu tym wykonano mapy: strop utworów plicieńskich, głębokość do utworów plicieńskich, hydroizohipsy oraz hydroizobaty. Ze względu na nierównomierne rozmieszczenie punktów dokumentacyjnych wykorzystano metodę krigingu. Wygenerowane w sposób automatyczny (interpolacja) mapy tematyczne zostały poddane weryfikacji poprzez nałożenie ich na podkład topograficzny oraz mapę geomorfologiczną i geologiczną. Utworzone w ten sposób mapy zostały przeniesione jako klasy obiektów do systemu GIS.

Mapy gruntów (na głębokości 1, 2, 4 m) wykonane zostały przy wykorzystaniu oprogramowania ArcGIS. Dane zawarte w bazie danych punktów dokumentacyjnych zostały wprowadzone do mapy GRIDowej (wielkość komórki 5 m). Stosując metodę Euklidesa określono odległości do najbliższego punktu i połączono połowy otrzymanych odcinków. W ten sposób każda komórka mapy gridowej została przyporządkowana do najbliższego punktu dokumentacyjnego. Mapy gridowe zostały następnie przetworzone na postać wektorową.

Mapa warunków budowlanych jest podsumowaniem wiedzy o terenie badań i powstała na podstawie nałożenia następujących klas obiektów: grunty na głębokości 2 m oraz hydroizobaty.

Szczegółowe informacje o klasach obiektów zawartych w poszczególnych kategoriach przedstawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1. Zestawienie klas obiektów.

TOPOGRAFIA	
arkusze	podział na arkusze w skali 1:10 000
granica_opracowania	granica opracowania
granice_miasta_poznania	granica administracyjna
poznań_dzielnice_region	dzielnice poznania
lasy	lasy
obszary_zielone	tereny zielone
ogródki_działkowe_sady	ogródki działkowe i lasy
WODY PODZIEMNE	
hydroizobaty	głębokość do pierwszego poziomu wodonośnego
hydroizohipsy	przebieg hydroizohips
bank hydro	lokalizacja studni banku hydro
studnie_kopane_piezometry	lokalizacja studni kopanych i piezometrów
WODY POWIERZCHNIOWE	
jeziora	jeziora
rzeki	rzeki
cieki	cieki
GEOLOGIA	
sciecie_1m	punkty zawierające opis geologii na głębokości 1m
sciecie_2m	punkty zawierające opis geologii na głębokości 2m
sciecie_3m	punkty zawierające opis geologii na głębokości 4m
serie_1m	geologia na głębokości 1 m
serie_2m	geologia na głębokości 2 m
serie_4m	geologia na głębokości 4 m

WARUNKI BUDOWLANE	
warunki_bud_2	warunki budowlane na głębokości 2 m
PUNKTY DOKUMENTACYJNE	
punkty_dokumentacyjne	punkty dokumentacyjne
sondy_sdl	sondy
ZAGOSPODAROWANIE TERENU	
t_uslug_zabud_przemysl	tereny usługowe
mpz_przes	miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego
udokumentowanie	stopień udokumentowania terenu
planowane_udokumentowanie	planowane udokumentowanie
f_ochrony_ograniczenia	formy ochrony i strefy ograniczonego użytkowania
SOZOLOGIA	
degradacja_pow_terenu	tereny zdegradowane
degradacja_wody_powierzchniowe	wody powierzchniowe zdegradowane
degradacja_wody_podziemne	wody podziemne zdegradowane
drogi_o_duzym_natezeniu	drogi o dużym natężeniu ruchu
granice_ochrony	obszary chronione
grunty_orne_chronione	grunty orne chronione
kolej	linie kolejowe
obiekty_szkodliwe	obiekty szkodliwe
rekultywacja	rekultywacja
rurociagi	rurociagi
uzytki_eko	użytki ekologiczne
GEOCHEMIA	
wody: w_al., w_cu, w_fe, w_k, w_mg, w_na, w_no2, w_no3, w_p, w_zn	zawartość w wodach powierzchniowych
gleby: gl_al., gl_cu, gl_hg, gl_pb, gl_pH, gl_zn	zawartość w glebach

GRUNTY	
antropogen_punkty	punkty dokumentujące grunty antropogeniczne
antropogen	grunty antropogeniczne
geomorfologia	geomorfologia
organiczne słabe	punkty gruntów organicznych słabych
organiczne_słabe_sz	grunty organiczne słabe
niespoiste słabe	punkty gruntów niespoistych słabych
niespoiste_słabe_sz	grunty niespoiste słabe
spoiste słabe	punkty gruntów spoistych słabych
spoiste_słabe_sz	grunty spoiste słabe
ily_glebokosc_do_stropu	głębokość do stropu iłów plioceńskich
ily_mnpm	powierzchnia zalegania iłów plioceńskich w m n.p.m.
Ily_punkty	punkty dokumentujące ily plioceńskie
ily_IV_mnpm_poligon_1	głębokość występowania iłów plioceńskich
PRZEKROJE	
przekroje	przebieg przekroi geologicznych
LOKALIZACJA	
Arkusze_2	arkusze na mapie lokalizacji
Poznan_dzielnice_reg_be	dzielnice Poznania na mapie lokalizacji
MASKI	
maski	maski map
RASTRY	
	podkłady topograficzne w skali 1:10 000

Mapy do atlasu przygotowane zostały w skalach 1:10 000, 1:50 000 oraz 1:100 000. Wszystkie mapy opracowano w układzie współrzędnych 1992.

5. Ogólna charakterystyka geologiczna Poznania

5.1. Jednostki geomorfologiczne

Dokumentowany obszar położony jest w obrębie makroregionu zwanego Pojezierzem Wielkopolsko-Kujawskim. Omawiana jednostka geomorfologiczna znajduje się w regionie pojezierzy wielkopolskich obejmującym w Polsce część podprovincji Pojezierzy Południowobałtyckich - od pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej po granicę zasięgu ostatniego zlodowacenia (faza poznańska i leszczyńska). Pojezierza Południowobałtyckie należą do prowincji Nizy Środkowoeuropejskiego, a ich charakterystyczną cechą jest występowanie krajobrazów młodoglacjalnych z dużą ilością zglębień bezodpływowych i jezior związanych z procesem zanikania lodu lodowcowego [11].

W obrębie makroregionu Pojezierza Wielkopolsko-Kujawskiego, w granicach opracowania, znajdują się trzy jednostki mezoregionalne: na zachodzie jest to Pojezierze Poznańskie, na wschodzie – Równina Wrzesińska oraz dzielący je Poznański Przełom Warty [11].

Pojezierze Poznańskie

Stanowi wysoczyznę, otoczoną z czterech stron dolinami: Obornicką Doliną Warty na północy, Poznańskim Przełomem Warty na wschodzie, Doliną Środkowej Obry na południu oraz Bruzdą Zbyszyńską na zachodzie. W granicach analizowanego obszaru wyróżnia się dwa mikroregiony: Równinę Poznańską oraz Wzgórza Owińsko-Kierskie [11].

Na dokumentowanym obszarze główne osie morfologiczne stanowią ukształtowane głównie przez wody lodowcowe obniżenie Warty oraz położone do niego skośnie rynny subglacjalne Bogdanki-Cybiny i Junikowskiego Potoku. Wymieniona druga rynna kontynuuje się na północnym zachodzie w postaci rynny Jeziora Kierskiego-Samicy, a jako rynna jezior kórnickich przedłuża się w kierunku południowego wschodu. Formę wysoczyznową buduje sandr Junikowa-Przeźmierowa przerywający ciągłość rynny kiersko-junikowskiej oraz sandr Naramowic-Umultowa występujący w strefie wzgórz morenowych w rejonie Moraska [11].

Równina Poznańska – stanowi zurbanizowaną część wysoczyzny morenowej na północ od Pojezierza Strzęszewskiego, na południe od Wzgórz Owińsko-Kierskich i na zachód od doliny Warty. Na zachodzie granicę mikroregionu wyznacza rynna Jeziora

Niepruszewskiego. Na omawianej równinie powstało nowe śródmieście Poznania i jego zachodnie przedmieścia [11].

Wzgórza Owińsko-Kierskie – tworzą pagórki morenowe i wzgórza spiętrzonych moren fazy poznańskiej, znajdujące się na północ od Poznania w Górze Morawskiej (153 m n.p.m) i obniżające się w kierunku zachodnim poniżej 100 m n.p.m. W obrębie opisywanego mikroregionu znajdują się jeziora: Kierskie (3.1 km²), Lusowskie (1.2 km²) i kilka mniejszych [11].

Ukształtowanie morfologii na omawianym obszarze powstało w wyniku wytopienia się masy lodowej pochodzącej z jednofazowego nasunięcia. Obniżenie Warty było blokowane przez martwy lód od południa w strefie Luboń-Mosina oraz od północy, poniżej Naramowic. Dzięki temu zostały wypełnione Rynny Junikowskiego Potoku oraz Bogdanki-Cybiny iłami i mułkami warwowymi do poziomu około 75 m n.p.m. [11].

Północna część sandru Junikowa-Przeźmierowa była formowana przez wody na powierzchni martwego lodu czego wynikiem jest urozmaicona morfologia wytopiskowa. Dzięki obecności martwego lodu w obniżeniach Warty, rzeki Główna i Cybina mogły przepływać w kierunku południowo-wschodnim tworząc dalsze równiny sandrowe (np. sandr Koli na arkuszu Kórnik) [11].

Podczas wytapiania się martwego lodu w obniżeniu Warty wody ablacyjne przedostawały się w zasięg starych powierzchni tarasowych pochodzących sprzed okresu zlodowacenia północnopolskiego. Częściowo wody te akumulowały tworząc tarasy kemowe, a częściowo kształtowały równiny erozyjne wód roztopowych odpływając dalej po lodzie głównie do Pradoliny Obry (Warszawsko-Berlińskiej) [11].

W północnej części dokumentowanego obszaru, w strefie spiętrzonych wzgórz morenowych, występują na rozległych powierzchniach wychodnie iłów plioceńskich. Pokrywa ostatniego lądolodu nie miała tu charakteru supraglacialnego, dlatego wzgórza nie tworzą strefy czołowomorenowej sensu stricto. Glacitektoniczne spiętrzenie osadów plioceńskich miało miejsce w okresie starszych glacjałów. Jedynie na południowym obrzeżu wzgórz morenowych oraz w pobliżu jeziora Kierskiego występuje morfologia pagórków morenowych akumulacyjnych, która związana jest z fazą poznańską ostatniego zlodowacenia [11].

Poznański Przełom Warty

Stanowi południkowy odcinek doliny Warty między Mosiną a Obornikami o długości 45 km, z czego w granicach dokumentowanego obszaru długość rzeki wynosi ok. 28 km [11].

W czasie kiedy funkcjonował odpływ pradolinny na zachód, dzięki drugorzędnym ciekom (potok Junikowski, Bogdanka, Główna, Cybina i inne) w odcinku przełomowym Warty kształtował się taras akumulacyjny I. Geomorfologicznie taras ten lokalnie uznaje się za powierzchnię stożków napływowych wymienionych rzek [11].

Stratygraficznie omawiany taras I odpowiada najwyższemu (65-63m n.p.m) tarasowi w pradolinny, równoleżnikowym odcinku Warty na obszarze arkusza Mosina.

Kształtowanie się tarasów rzecznych w dolinie Warty przebiegało odmiennie w odcinku południowym i północnym, ze względu na zróżnicowane warunki paleogeograficzne. W północnej części omawianego obszaru w plejstocenie zarysowała się wyraźniejsza tendencja erozyjna. Taras I przy północnej granicy obszaru arkusza Poznań ma wysokość 60,0 m n.p.m., natomiast taras II w tym rejonie sięga 56,0 m n.p.m. Przy czym taras I na obszarze arkusza Poznań odpowiada tarasowi II na obszarze arkusza Oborniki Wielkopolskie. W południowej części arkusza Poznań taras II nie jest oddzielony od tarasu I wyraźną krawędzią erozyjną i oba znajdują się na podobnej wysokości 60,0-61,0 m n.p.m. [11]

Na dokumentowanym obszarze wysokości względne tarasów rosną w kierunku dolnego biegu Warty.

Równina Wrzesińska

Zajmuje dokumentowany obszar na wschód od Poznańskiego Przełomu Warty. Krajobraz Równiny Wrzesińskiej jest monotony. Przeważają tutaj płaskie wysoczyzny morenowe poprzecinane płytkimi dolinami drobnych cieków i urozmaicone nielicznymi i niewielkimi wzniesieniami moren martwego lodu i kemów. W południowej części omawianego obszaru w obniżeniach dolinnych zachowały się dwa poziomy sandrowe: wyższy o wysokości 75,0 m n.p.m. w rejonie Czapur oraz niższy o wysokości 70,0 m n.p.m. w rejonie Daszewic [11].

Kształtowanie się morfologii glacialnej na badanym obszarze związane jest z procesami erozji i akumulacji zachodzącymi w czasie nasunięcia i deglacjacji lądolodu fazy leszczyńskiej ostatniego zlodowacenia.

5.2. Budowa geologiczna

Na obszarze Poznania na głębokości poniżej 3600 m znajdują się skały regionalnie zmetamorfizowane kompleksu waryscyjskiego. Powyżej zalega kompleks skał osadowych utworzony głównie z facji wapiennych, łupkowych, mułowcowych i piaskowcowych powstałych w ciągłej sedymentacji w środowiskach płytkomorskich w okresie od górnego karbonu aż po górną kredę. Na tym obszarze tylko osady czerwonego spągowca i niekiedy kajpru powstały w trakcie sedymentacji lądowej. We wschodniej części obszaru, w zależności od zmian lokalnej tektoniki, utwory kredowe są całkowicie zdenudowane.

Utwory trzeciorzędowe leżą bezpośrednio na utworach kredowych. Rozpoczynają się utworami oligocenu i składają się głównie z piasków, mułków, ilów, węgla brunatnych i piasków glaukonitowych dolnego oligocenu powstałych w wyniku transgresji morskiej. W końcu dolnego oligocenu nastąpiła przejściowa regresja i odsłonił się ląd. W tym czasie osadziła się seria mułkowo-piaszczysta z cienkimi warstwami węgla brunatnego. W górnym oligocenie nastąpiła ponowna transgresja morza, w wyniku której powstała druga seria piasków kwarcowo-glaukonitowych.

Sedymentacja utworów mioceńskich następowała w środowisku jeziornym i częściowo bagiennym. W tym czasie uformowała się miąższa seria piasków kwarcowo-łyszczkowych z wkładkami mułków i cienkich warstw węgla brunatnego. Są to dolno mioceńskie warstwy rawickie. Charakter sedymentacji był podobny na całym obszarze, zróżnicowany w obrębie strefy rowu tektonicznego i obszarów skrzydłowych.

W środkowym miocenie, na obszarze rowu tektonicznego, wykształcił się pokład węgla brunatnego o miąższości głównej ławy do 25 m, rozdzielony warstwami piasków i mułków. Główna ława przewarstwiona jest piaskami węglistymi i mułkami o miąższości kilkunastu centymetrów. Utwory środkowo mioceńskie są to tzw. warstwy ścinawskie, w których łączna miąższość wszystkich ław węglowych wynosi 34 m. Poza strefą rowu miąższość warstw ścinawskich nie przekracza 7 m.

W górnym miocenie kończy się sedymentacja pokładów węgla brunatnego, tzw. środkowopolskiego. Miąższość tego pokładu wynosi kilka metrów, w obrębie rowu rozdziela się on na trzy ławy, a na pozostałym obszarze jest jednolity. Pokład ten jest oddzielony od pokładu węgla warstw ścinawskich piaskami i mułkami barwy szarobrunatnej. Miejscami powyżej pokładu węgla warstw środkowopolskich występują szare lub brunatne ily górnio mioceńskie. Łączna miąższość utworów miocenu w rowie dochodzi do 177,8 m.

Utwory dolnego pliocenu rozpoczynają się serią ilów i ilów mułkowych o barwie szaroniebieskiej lub szarozielonej. W pliocenie górnym wykształciły się w postaci ilów poznańskich barwy szaroniebieskiej, szarozielonej lub pstrej. W strefie rowu Poznania miąższość ilów plioceńskich wynosi od 110 m, a na jego skrzydłach 30-40 m. W rejonie południowo-zachodnim i południowo-wschodnim obszaru, ily plioceńskie zostały całkowicie lub częściowo zredukowane do kilkumetrowej miąższości przez plejstocенską erozję subglacialną. Na północy obszaru oraz na zboczach doliny Warty, w strefie zaburzeń glacitektonicznych, ily występują na powierzchni.

Czwartorzęd na obszarze Poznania reprezentowany jest przez utwory należące do zlodowacenia południowopolskiego, środkowopolskiego (zlodowacenie Odry, zlodowacenie Warty), interglacjału eemskiego, zlodowacenia północnopolskiego (zlodowacenie bałtyckie) oraz utwory holocenu.

Zlodowacenie południowopolskie reprezentowane jest przez gliny występujące w obrębie subglacialnych rynien rozcinających utwory trzeciorzędowe; miejscami tną one miocene formacje burowęglowe. Rynny takie występują w rejonie Złotnik, Kiekrza, Krzyżownik, Przeźmierowa, Junikowa, Komandorii i są znane z wierceń. Występują w nich ciemnoszare, zwarte gliny zwałowe z wkładkami węgla brunatnego o miąższościach do 36 m, w stropie tych glin występują głazy. Osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych z tego okresu nie stwierdzono w wierceniach.

W graniach Arkusza Swarzędz Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski stwierdzono osady interglacjału mazowieckiego (wielkiego), które występują w obrębie doliny kopalnej i zagłębień podłoża, na glinach zwałowych południowopolskich i iłach mioceńskich. W otworze w rejonie Krzesinek spąg tych osadów leży na wysokości 30 m n.p.m., a strop 50,5 m n.p.m. W rejonie Kobylnicy strop leży na wysokości 46,0 m n.p.m. Miąższość tych osadów wynosi około 20 – 30 m. Osady interglacialne reprezentowane są przez piaski o różnym uziarnieniu i piaski ze żwirami, niekiedy w osadach występują przewarstwienia mułków. Są to osady pochodzenia rzecznego.

Na obszarze Poznania zlodowacenie środkowopolskie zaznacza się obecnością utworów zlodowacenia Odry i zlodowacenia Warty. W obrębie zlodowacenia środkowopolskiego zachodziła głównie sedymentacja glin zwałowych. Maksymalna miąższość glin zwałowych zlodowacenia Odry wynosi 62 metry, a maksymalna miąższość glin zlodowacenia Warty wynosi 40 metrów. Lokalnie gliny są rozdzielone międzymorenową serią osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych. Do osadów zlodowacenia Odry zostały zaliczone dolne gliny zwałowe, a także kompleks piasków i żwirów wodnolodowcowych o

miąższości 22 m zalegających na glinach dolnych. Zlodowacenie Warty reprezentują górne gliny zwałowe o miąższości dochodzącej do 28 m .

Sedymentację okresu zlodowaceń środkowopolskich kończą piaski i żwiry wodnolodowcowe.

Do osadów interglacjału eemskiego zwanego "interglacjałem poznańskim" należą piaski ze szczątkami organicznymi, mułki jeziorne oraz torfy.

Zlodowacenie północnopolskie reprezentowane jest przez osady zlodowacenia bałtyckiego (stadiał leszczyńsko-pomorski), w którym wyróżniane są fazy: leszczyńska, poznańska, pomorska oraz bölling-młodszy dryas. W fazie leszczyńskiej wkroczenie lądolodu zaznaczyło się akumulacją mułków piaszczystych zastoiskowych, powyżej których leżą piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne. Gliny zwałowe zaliczone do fazy leszczyńskiej są silnie piaszczyste o barwie żółtej, miąższość ich wynosi od 3-5 m , miejscami do 12 m. Na glinach zwałowych występują osady pokrywy supraglacialnej. Są to głównie piaski ilasto-pyłowe lub żwiry piaszczysto-pylaste. W fazie leszczyńskiej doszło do rozcięcia wysoczyzny i powstania rynien na liniach Jezioro Kierskie - Potok Junikowski - Jeziora Kórnickie oraz Bogdanka-Cybina, w których osadziły się ły, a później mułki zastoiskowe (warwowe).

W fazie poznańskiej utworzone zostały przez lądolód piaski i żwiry oraz gliny moren czołowych. Występują one głównie w rejonie Suchy Las – Morasko - Czerwonak. Piaski i gliny tworzą pagórki i wzgórza powstałe przez glacitektoniczne zaburzenia utworów trzeciorzędowych. Na obszarze arkusza Poznań, piaski i żwiry wodnolodowcowe podzielone są na trzy poziomy: najwyższy (poziom sandrowy I) - poziom proglacialnej sedymentacji sandrowej, średni (poziom sandrowy II) i niższy (poziom sandrowy III), powstałe w trakcie akumulacji na tzw. poziomach tarasowych. Poziomy te zbudowane są głównie z glin zwałowych fazy leszczyńskiej i zlodowacenia środkowopolskiego, odsłaniają się także ły trzeciorzędowe. W rejonie Naramowic, wydzielono piaski i żwiry tarasów kemowych należących do poziomu sandrowego II. Osady te są pozostałością półki przyklejonej do zbocza doliny Warty. W obrębie zagłębień eworsyjnych w rejonie Kiekrza i Suchego Lasu wydzielono ły zastoiskowe, których geneza związana jest z wytapianiem się lodu fazy poznańskiej.

W fazie pomorskiej rozpoczął się proces kształtowania dna doliny Warty. W tym czasie utworzyły się piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych (I) rzeki Warty.

W fazie bölling - młodszy dryas ustało pogłębianie dna doliny i następowała akumulacja warstwy tarasu II na wykształconej powierzchni erozyjnej. W obrębie tarasu II w wielu miejscach stwierdzono obecność łów trzeciorzędowych.

Na obszarze Poznania osady plejstocenu są oddzielone od osadów holocenijskich utworami należącymi do czwartorzędu nie rozdzielonego. Utwory te są to głównie eluvia piaszczysto - pylaste glin zwałowych. Na tarasie II powstała pokrywa piasków eolicznych na wysokości Różanego Młyna. Do czwartorzędu nie rozdzielonego należą także piaski deluwialne występujące w obrębie dolnej części stromych zboczy doliny Warty.

W holocenie, na dnie doliny Warty osadziły się piaski rzeczne z wkładkami namulów organicznych w postaci wyższego tarasu zalewowego. Późniejsza silna erozja spowodowała obniżenie się dna doliny Warty. W tym czasie utworzyły się torfy znane tylko z odwiertów. Postępujący rozwój dna doliny Warty zapisał się akumulacją piasków i mułków zawierających szczątki organiczne i utworzeniem tarasów rzecznych zalewowych. Gromadzenie się aluwii w najmłodszym okresie holocenu oraz podnoszenie się poziomu wód podziemnych spowodowało akumulację torfów w starorzeczach Warty.

5.3. Tektonika

Poznań leży na granicy dwóch jednostek tektonicznych: monokliny przedsudeckiej i niecki mogileńsko-łódzkiej. Granica między tymi jednostkami pokrywa się z granicą wychodni utworów kredy i jury. Obszar ten leży w wąskiej strefie 2-3 km tworzącej rów tektoniczny przebiegający południkowo i ciągnący się aż po Gostyń.

Pliocenijskie iły poznańskie na obszarze na południe od miasta zrzucone są uskokowo do rowu o 35 m, a w części północnej o 20 m. Obniżanie się dna rowu trwało z pewnością przez znaczny okres sedymentacji serii poznańskiej, bowiem jej miąższość w strefie rowu jest największa. Jednak ukształtowanie stropu tej serii sugeruje, że w końcowym okresie jej sedymentacji aktywność tektoniczna ustała.

Czwartorzędowe zaburzenia glacitektoniczne dokonały się zasadniczo w stadiale maksymalnym zlodowacenia środkowopolskiego. Amplituda spięrzeń glacitektonicznych na północ od Poznania dochodzi do 100 m. Geneza i styl glacitektoniki na tym obszarze nie została dotychczas dostatecznie rozpoznana.

5.4. Warunki gospodarczo - hydrologiczne

Na obszarze Poznania głównym elementem hydrograficznym są: dolina Warty oraz drugorzędne ciek: Wirenka, Potok Junikowski, Bogdanka, Główna i Cybina. Występują też naturalne zbiorniki wodne: Jezioro Kierskie, Jezioro Kierskie Małe, Jezioro Strzeszyńskie, a także tuż za wschodnią granicą miasta Jezioro Swarzędzkie oraz dwa jeziora podpiętrzone: Jezioro Maltańskie i Jezioro Rusalka.

W opisywanym rejonie brak jest obszarów podmokłości stałych, występują tylko podmokłości okresowe związane z dolinami rzek: Warty, Bogdanki, Samicy Kierskiej, Strumienia Junikowskiego, Wirenki i Przeźmierki oraz jeziorami Kierskim i Rusalką.

W rejonie Poznania do celów gospodarczych wykorzystywane są wody z utworów czwartorzędowych i trzeciorzędowych. Występują one do głębokości 150 - 200 m. Do tej pory wykorzystywanych jest 49 ujęć z utworów czwartorzędowych, których łączny pobór wynosi 239,9 m³/h oraz 50 ujęć z utworów trzeciorzędowych o łącznym poborze 284,0 m³/h.

W obrębie analizowanego obszaru zlokalizowany jest Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP) o numerze 144 i nazwie Dolina Kopalna Wielkopolska. Jest to zbiornik typu porowego o powierzchni 4000 km²; średnia głębokość ujęcia wynosi 60 m, szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą 480 tys. m³/d.

6. Serie geologiczno-inżynierskie

Utwory występujące w obrębie Poznania i najbliższych okolic podzielono na serie geologiczno-inżynierskie. Do opracowania serii wykorzystano materiały geologiczne: w szczególności opracowania map (m.in. Szczegółową mapę geologiczną Polski, arkusz Poznań w skali 1 : 50 000 wraz z objaśnieniami – R. Chmal 1997).

Serie geologiczno-inżynierskie wraz z ich krótkimi charakterystykami zostały przedstawione w poniższej TABELI NR 2.

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Czwartorzęd	Holocen					A	Nasypy budowlane, nasypy niebudowlane	Różne	-	Zawsze w stropie profilu, na różnego rodzaju gruntach rodzimych. Pochodzenia antropogenicznego często wyróżniają się w rzeźbie terenu. Miąższość do kilkunastu metrów w centralnej części miasta.	
2							H	Gleba	Różne	-	Zawsze w stropie profilu, na różnego rodzaju gruntach rodzimych. Miąższość maksymalnie do około 1 metra.	
3								RZ	Współczesne aluwia Warty i aluwia facji korytovej	Piaski różnej granulacji i żwiry z wkładkami pyłów, namulów oraz innych osadów organicznych. W korycie żwiry i bruki	FSa, MSa, CSa, Sa _{si} , Sa _{or} , Gr	I. Dolina Warty - osady na niższym tarasie zalewowym 2,5 do 4,5 m n.p. rzeki. W rejonie Dębca miąższość aluwii sięga 9 m. Występują na powierzchni na różnych wiekach i genetycznie utworach. III. Równina sandrowa - w dolinach drugorzędnych cieków.

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	Czwartorzęd	Holocen					H	Osady organiczne, osady den dolinnych i starorzeczy	Namuły, gytie, kreda jeziorna, pyły, torfy. Miejscami z przewarstwieniami pyłów, piasków, piasków próchnicznych	Or, Or _{si} , Or _{sa}	I. Dolina Warty - osady organiczne na wyższym tarasie zalewowym w obniżeniach terenu. I. Dolina Warty - osady organiczne w starorzeczach. I. Dolina Warty - osady organiczne w obniżeniach terenu leżą na utworach akumulacji rzecznej. II. Wysoczyzna polodowcowa - osady organiczne wypełniające zagłębienia bezodpływowe i doliny cieków drugorzędnych. Leżą na utworach pochodzenia lodowcowego. III. Równina sandrowa - w dolinach drugorzędnych cieków i w zagłębieniach bezodpływowych na piaskach sandrowych i osadach lodowcowych. Maksymalna miąższość tych osadów wynosi 10 m.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
5	Czwartorzęd	Holocen					RZ	Osady rzeczne tarasów zalewowych	Pyły, pyły piaszczyste, piaski różnej granulacji i piaski gliniaste, gliny, gliny pylaste, gliny piaszczyste. Miejscami z domieszką części organicznych (często opisywane jako namuły)	Si, saSi, FSa, MSa, CSa, saclSi, saclSa, Or	I. Dolina Warty - osady na wyższym tarasie zalewowym 4,0 do 6,0 m n.p. rzeki, zachowanym fragmentarycznie, miąższość osadów nie przekracza 3 metrów. Leżą pod madami, torfami lub na powierzchni na różnych osadach od pliocenu do holocenu. W starorzeczach Warty mogą występować na torfach.	
6		Plejstocen-Holocen					RZ	Osady stożków napływowych	Piaski różnej granulacji	FSa, MSa, CSa	I. Dolina Warty - zaznaczają w rzeźbie przy ujściach drugorzędnych dolinek do Warty. Często występują na piaskach tarasów zalewowych. Średnia miąższość warstwy nie przekracza 4 m.	
7							W	Osady eoliczne i osady eoliczne na piaskach rzecznych	Piaski drobne, pylaste i średnie wydmowe	FSa, MSa, siSa	I. Dolina Warty - występują na piaskach tarasu nadzalewowego na wysokości Różanego Młyna. III. Równina sandrowa - na piaskach sandrowych w rejonie Czerwonaka i Borówca. Miąższość maksymalnie do 4,5 m.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	Czwartorzęd	Plejstocen-Holocen					D	Osady deluwialne i osady deluwialne na iłach, pyłach, miejscami piaskach	Piaski różnej granulacji z przewarstwieniami pyłów oraz piaski gliniaste, gliny, gliny piaszczyste i żwiry.	Sasi, saclsi, siclSa, Gr	I. Dolina Warty - występują głównie w obrębie dolnej części załamań stromych zboczy doliny Warty w postaci pokrywy o miąższości do 2,5 m oraz na zboczach drugorzędnych dolin. II. Wysoczyzna polodowcowa - na krawędziach wysoczyzny w rejonie Kiekrza i Zegrza na osadach pochodzenia lodowcowego. Miąższość maksymalnie do 5 m.	
							E	Eluwia piaszczysto-pyłowate glin zwałowych i eluwia na glinach zwałowych	Piaski różnej granulacji ze żwirem oraz pyły i pyły piaszczyste, słabo przemyte	FSa, MSa, CSa, grSa, Si, saSi	II. Wysoczyzna polodowcowa - eluwia przede wszystkim na glinach zwałowych ale również na osadach różnego wieku. Miąższość maksymalnie do 5,5 m.	
		Plejstocen	Zlodowacenie Północnopolskie	Zlodowacenie Bałtyckie	Stadiał Leszczyński-Pomorski	Pomorska	RZ	Osady rzeczne tarasów nadzalewowych	Piaski różnej granulacji i żwiry z przewarstwieniami mad (namuły, gliny) oraz pyły, piaski i ily zastoiskowe	FSa, MSa, CSa, Gror, Grsi, Grsa, Grcl	I. Dolina Warty - taras nadzalewowy : 8-12 m n.p. rzeki - osady grubofrakcyjne. I. Dolina Warty - taras nadzalewowy II - 6-9 m n.p.rzeki - osady bez szczątków org. Leżą na różnych osadach od pliocenu po eem. Miąższość maksymalnie do kilkunastu metrów.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
11	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Północnopolskie	Zlodowacenie Bałtyckie	Stadiat Leszczyńsko-Pomorski	Poznańska	WL	Osady tarasów kemowych	Piaski różnej granulacji z domieszkami pyłów i żwiry	FSa, MSa, CSa, siSa, Gr	I. Dolina Warty - występują w rejonie Naramowic w postaci półki przyklejonej do zbocza doliny Warty. Typowy przykład sedimentacji wodnolodowcowej w strefie między lodem wypełniającym dolinę a jej zboczem. Znajdują się w poziomie sandrowym II. Miąższość maksymalnie do 6 metrów.	
12							Z	Osady zastoiskowe	Pyły, ily, gliny pylaste przewarstwione piaskiem, gliny piaszczyste	Si, Cl, saclSisa, siclSa	III. Równina sandrowa - na powierzchni występują w rynnach od miejscowości Garby do miejscowości Krzesinki. Leżą najczęściej na piaskach sandrowych. Miąższość maksymalnie do 3 metrów.	
13							WL	Osady wodnolodowcowe moren martwego lodu	Piaski różnej granulacji i żwiry, z wkładkami glin	FSasaclsi, MSasaclsi, CSasaclsi, Grsaclsi	II. Wysoczyzna polodowcowa - w rejonie Nowej Wsi Wielkiej występują na piaskach wodnolodowcowych i glinach fazy poznańskiej. III. Równina sandrowa - w rejonie Przeźmierowa na osadach sandrowych fazy poznańskiej. Miąższość maksymalnie do 6 metrów.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Północnopolskie	Zlodowacenie Bałtyckie	Stadiał Leszczyńsko-Pomorski	Poznańska	WL	Osady kemów i ozów	Piaski różnej granulacji i żwiry z wkładami pyłów i glin	<u>FS</u> <u>siasa</u> <u>clsi</u> , <u>MS</u> <u>siasa</u> <u>clsi</u> , <u>CS</u> <u>siasa</u> <u>clsi</u>	Występują w różnych pozycjach geomorfologicznych zarówno na równinie sandrowej, na wysoczyźnie polodowcowej jak i w dolinach cieków drugorzędnych. Występują w rejonie miejscowości Krzyżowniki-Strzeszyn, Chyby, Suchy Las, Swarzędz. Miąższość maksymalnie 7-8 metrów.	
15							WL	Osady wodnolodowcowe poziomu sandrowego I, II, III	Piaski różnej granulacji i żwiry	FSa, MSa, CSa, Gr	III. Równina sandrowa - zajmuje znaczną część obszaru, głównie rejon: Ławicy, Umultowa, Naramowic, Bogucina, Dąbrowy. Leżą głównie na osadach lodowcowych różnego wieku. Na tarasach, na glinach środkowopolskich (Minikowo, Marlewo), na glinach zl. Bałtyckiego (Naramowice), osady na mułkach zastoiskowych w obniżeniach rynnowych (Ławica-Janikowo). Miąższość maksymalnie do kilkunastu metrów.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
16	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Północnopolskie	Zlodowacenie Bałtyckie	Stadiał Leszczyński-Pomorski	Poznańska	WL	Osady lodowcowe i osady lodowcowe na glinach zwałowych	Piaski różnej granulacji i żwiry z wkładkami piasków gliniastych i pyłów	<u>FSasiSaasi</u> , <u>MsasiSaasi</u> , <u>CsasiSaasi</u>	I. Dolina Warty - występują w rejonie Naramowic i Nowej Wsi w zboczu doliny, leżą głównie na glinach starszych zlodowaceń i na osadach pliocenских. II. Wysoczyzna polodowcowa - w rejonie Suchego Lasu i Złotnik, leżą głównie na glinach fazy poznańskiej. III. Równina sandrowa - w rejonie miejscowości Krzyżowniki, odsłaniają się spod piasków sandrowych. Miąższość maksymalna do 10 metrów.	
17							L	Osady moren czołowych	Piaski różnej granulacji, żwiry, gliny	FSa, MSa, CSa, Gr, saclsi	II. Wysoczyzna polodowcowa - osady morenowe występują w rejonie Suchego Lasu, Moraska i na północ od Czerwonaka. W morfologii wyróżniają się jako wzniesienia. Leżą głównie na glinach fazy poznańskiej, a w rejonie Czerwonaka na piaskach fazy leszczyńskiej i glinach zlodowacenia Warty. Miąższość maksymalna do kilkunastu metrów.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Północnopolskie	Zlodowacenie Bałtyckie	Stadiał Leszczyńsko-Pomorski	Poznańska	L	Gliny zwałowe	Gliny, piaski gliniaste z domieszką kamieni z przewarstwieniami piasków	saclsicoa _{sa}	I. Dolina Warty - występują lokalnie w rejonie Nowej Wsi Dolnej w zboczu doliny. Leżą na glinach zlodowacenia Odry. II. Wysoczyzna polodowcowa - w rejonie miejscowości Chyby, Kiekrz, Pawłowice, Michałkowo, Psarskie, Złotniki, Suchy Las, Nowa Wieś Górna. Leżą na starszych osadach wodnolodowcowych i lodowcowych. Miąższość maksymalna do kilkunastu metrów.	
19						WL	Osady zastoiskowe	Iły, pyły	Cl, Si	Występują w rejonie rynny Bogdanki-Cybiny i Jezioro Kierskie-Potok Junikowski-Jezioro Kórnickie. Leżą głównie na glinach starszych zlodowaceń. Miąższość maksymalnie do kilkunastu metrów.		
20						Leszczyńska	WL	Osady wodnolodowcowe górne	Piaski różnej granulacji i żwiru z domieszką pyłów	FSasi, MSasi, CSasi, Grsi	II. Wysoczyzna polodowcowa - piaski w obrębie wysoczyzny występują w rejonie Krzesin, Zegrza i Swarzędza. Leżą na glinach i piaskach wodnolodowcowych fazy leszczyńskiej. Miąższość maksymalnie do kilkunastu metrów.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
21	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Północnopolskie	Zlodowacenie Bałtyckie	Stadium Leszczyńsko-Pomorski	Leszczyńska	WL	Osady kemów i ozów	Piaski różnej granulacji, żwiry z domieszką piasków gliniastych	FSa, MSa, CSa, GrsiSa	II. Wysoczyzna polodowcowa - osady w obrębie wysoczyzny występują w rejonie Krzesin, Gruszczyna, Kobylnicy, Bogucina. Leżą na glinach fazy leszczyńskiej. Miąższość maksymalnie do 8 metrów.	
22							L	Osady lodowcowe	Piaski różnej granulacji z domieszką ilów i pyłów, żwiry, kamienie	FSaclasi, MSaclasi, Csaclasi, Gr, Co	II. Wysoczyzna polodowcowa - występują wyłącznie na wysoczyźnie na dużym obszarze w rejonach: Plewiska, Skórzewo, Wysogotowo, Komorniki, Kamionki, Poznań-Grunwald, Poznań-Osiedle Sobieskiego, Poznań-Winogrody, Poznań-Rataje, Zegrze, Krzesiny. Najczęściej leżą na glinach fazy leszczyńskiej. Miąższość maksymalnie do kilkunastu metrów.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
23	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Północnopolskie	Zlodowacenie Bałtyckie	Stadium Leszczyńsko-Pomorski	Leszczyńska	L	Gliny zwałowe	Gliny głównie piaszczyste, piaski gliniaste z domieszką kamieni i piasków	sa1s1, si1s1acoasa	II. Wysoczyzna polodowcowa - występują wyłącznie na wysoczyźnie na dużym obszarze w rejonach: Plewiska, Skórzewo, Wysogotowo, Komorniki, Kamionki, Poznań-Grunwald, Poznań-Osiedle Sobieskiego, Poznań-Winogrody, Poznań-Rataje, Zegrze, Krzesiny. Najczęściej leżą na osadach zlodowacenia Warty i Odry. Miąższość maksymalnie do kilkunastu metrów.	
24							WL	Osady wodnolodowcowe dolne	Piaski różnej granulacji z domieszkami pyłów i piasków gliniastych	FSa, MSa, CSa, Sasiasic1Sa	I. Dolina Warty - na powierzchni występują w zboczu doliny w rejonie Kozichłów, leżą tu na glinach zlodowacenia Warty. W profilach stwierdzono, że zalegają także na osadach zlodowacenia Odry. II. Wysoczyzna polodowcowa - zalegające horyzontalnie osady w obrębie wysoczyzny w rejonie miejscowości Garby. Miąższość maksymalnie do kilkunastu metrów.	

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
25	Czwartorzęd	Plejstocen	Interglacja Eemski				Z	Osady zastoiskowe	Namuły, pyły, gliny, torfy, piaski gliniaste	Or, Si, saclsi, siclSa	W profilach osady interglacjału eemskiego stwierdzono między innymi w rejonie rynny Bogdanki-Cybiny. Leżą na osadach zlodowacenia Warty i Odry. Miąższość maksymalnie do 10 metrów.	Nie występują na powierzchni terenu.
26			Zlodowacenie Środkowopolskie	Zlodowacenie Warty				WL	Osady wodnolodowcowe	Piaski różnej granulacji i żwiru	FSa, MSa, CSa, Gr	Występują lokalnie w rejonie wzgórz, mogą być to kemy. W profilach osady wodnolodowcowe zlodowacenia Warty stwierdzono między innymi w rejonie dzielnicy Poznań-Grunwald. Leżą one najczęściej na glinach zlodowacenia Warty. Miąższość maksymalnie do 9 m.

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
27	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Środkowopolskie	Zlodowacenie Warty			L	Gliny zwałowe	Gliny, piaski gliniaste z domieszkami pyłów i piasków	saclsi, siclSasiasa	I. Dolina Warty - na zboczu doliny w rejonie Czerwonaka, Kozichłów, Wildy, Dębca, Naramowic, Komandorii, Poznania-Rataje, Starołęki, Minikowa, Czapur, Lubonia. Leżą na osadach zlodowacenia Odry i na łąkach plioceńskich. II. Wysoczyzna polodowcowa - niewielkie obszary w rejonie Żegrza, Komornik. Leżą na osadach zlodowacenia Odry. III. Równina sandrowa - niewielkie obszary pośród równiny w rejonie Świerczewa i Bogucina. Leżą na osadach zlodowacenia Odry. Maksymalna miąższość do 30-40 metrów.	
28				Zlodowacenie Odry			WL	Osady wodnolodowcowe	Piaski różnej granulacji i żwiry z domieszką kamieni i piasków gliniastych	FSa, MSa, CSa, GrcoasiclSa	Mają duże rozprzestrzenienie co stwierdzono w wielu profilach. Najczęściej rozdzielają gliny zlodowacenia Warty od glin zlodowacenia Odry. Maksymalna miąższość do 22 metrów.	Nie występują na powierzchni terenu.

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
29	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Środkowopolskie	Zlodowacenie Odry			Z	Osady zastoiskowe	Pyły, ły, gliny, torfy	Si, Cl, saclsi, Or	Występują lokalnie. Maksymalna miąższość do 9 metrów.	Nie występują na powierzchni terenu.
30					L	Gliny zwałowe	Gliny, piaski gliniaste z domieszką pyłów i piasków	saclsi, siClSasiasa	Występują także pod osadami akumulowanymi przez Wartę. Najbliżej powierzchni stwierdzono je w rejonie Moraska. Leżą głównie na łożach plioceńskich ale także na glinach zlodowacenia południowopolskiego. Miąższość maksymalna do 62 metrów.	Nie występują na powierzchni terenu.		
31			Interglacjał Mazowiecki(Wielki)				J	Osady rzeczne	Piaski różnej granulacji i żwiry z domieszką pyłów i kamieni	FSa, MSa, CSa, Grsiaco	Stwierdzono je w wierceniach w rejonie Sławia i Krzesin. Rozdzielają gliny zlodowacenia środkowopolskiego i południowopolskiego. Maksymalna miąższość do 35 metrów.	Nie występują na powierzchni -chni.

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
32	Czwartorzęd	Plejstocen	Zlodowacenie Południowopolskie				L	Gliny zwałowe	Gliny z wkładkami iłów z domieszką kamieni i piasków	saclsi <u>cl</u> acoasa	Leżą na iłach plioceńskich. Wyróżniono je w obrębie rynien subglacialnych rozcinających utwory trzeciorzędowe w rejonie Żłotnik, Kiekrza, Krzyżownik, Przeźmierowa, Junikowa i Komandorii. Maksymalnie do 36 metrów miąższości.	Nie występują na powierzchni.
33							L	Kry osadów starszych w różnych poziomach gliny	Iły, węgiel brunatny, piaski	Cl, Or, Sa	Występują jako kry osadów starszych pośród osadów młodszych, wyciśniętych w czasie ruchów glacictektonicznych. Lokalnie nawet do kilkunastu metrów miąższości.	Nie występują na powierzchni.

Nr serii	Stratygrafia						Geneza	Litogeneza serii	Rodzaje gruntów wchodzących w skład serii	Symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688	Sytuacja geomorfologiczna, sytuacja w profilu, miąższość	Uwagi
	System	Oddział	Pododdział	Piętro	Podpiętro	Faza						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
34	Trzeciorzęd	Pliocen					J	Osady jeziorne	Iły, miejscami piaski, pyły, pyły ilaste, iły piaszczyste, iły pylaste	Cl, Sa, Si, cISi, saCl, siCl	I. Dolina Warty - na zboczach doliny Warty w rejonie Starołęki, Wildy, Miłostowa i Naramowic. II. Wysoczyzna polodowcowa - występują w strefie zaburzeń glacictektonicznych w rejonie Moraska. Leżą na osadach mioceńskich. Maksymalna miąższość do 90 metrów.	
35		Miocen					J	Osady jeziorne	Piaski, pyły, iły i węgiel brunatny	Sa, Si, Cl, Or	Osady te stwierdzono w bardzo głębokich otworach. Leżą na osadach oligocenu. Maksymalna miąższość do 180 metrów.	Nie występują na powierzchni.
36		Oligocen						M	Osady morskie	Piaski, pyły z wkładkami ilów i żwirów	Sa, Si cl agr	Najstarsze osady stwierdzone w otworach wiertniczych. Miąższość oligocenu stwierdzona w wierceńiach dochodzi do 60 metrów.

Poniżej przedstawiono użyte w Tabeli nr 2 symbole rodzajów gruntów wchodzących w skład serii wg PN-EN ISO 14688.

Symbole i proponowane polskie nazwy gruntów wg PN-EN ISO 14688-2:2006

1. Żwir – Gr
2. Żwir piaszczysty – saGr
3. Piasek ze żwirem (pospółka) – grSa
4. Piasek drobny – FSa
Piasek średni – MSa
Piasek gruby – CSa
5. Żwir pylasty – siGr
Żwir ilasty (pospółka ilasta) – clGr
6. Żwir pylasto-piaszczysty – sisiGr
Żwir piaszczysto-pylasty – sisaGr
7. Piasek pylasty ze żwirem – grsiSa, grclSa
8. Piasek zapyłony (zailony) – siSa, clSa
9. Żwir ilasty, pył ze żwirem – grSi, grclSi, siGr
10. Gлина:
Gлина pylasta – saclSi
Gлина ilasta – sisiCl
11. Pył – Si
12. Pył ilasty – clSi
13. Ił – Cl
14. Ił pylasty – siCl
15. Grunty różne – brak
16. Symbole dla zwietrzelin – brak
17. Grunty organiczne - Or

7. Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich

7.1. Opis serii geologiczno-inżynierskich

Charakterystyki poszczególnych serii opracowano na podstawie materiałów archiwalnych (dotyczących gruntów występujących na terenie miasta Poznania) zebranych podczas realizacji tematu.

CZWARTORZĘD

Seria 1 - Nasypy budowlane, nasypy niebudowlane

Na omawianym obszarze wyróżnione zostały dwa rodzaje nasypów: nasypy budowlane powstałe w trakcie realizacji inwestycji tj.: nasypy kolejowe lub drogowe czy nasypy pod budownictwo wysokie. Nasypy niebudowlane powstały jako wynik niekontrolowanego składowania odpadów takich jak gruz, cegła, kamienie, szkło, fragmenty drewniane wymieszane z gruntami sypkimi lub spoistymi.

Żwirownie, piaskownie, glinianki zostały zasypane materiałem różnego pochodzenia i występują na terenie całego miasta. Nasypy mogą także występować w formie sztucznych form terenowych pochodzenia antropogenicznego. Należą do nich: forty, stadiony, hałdy, wysypiska miejskie, składowiska popiołów lub wały przeciwpowodziowe.

Grunty nasypowe są zróżnicowane pod względem składu granulometrycznego i pochodzenia materiału. Nasypy zostały zredeponowane w różnych obszarach miasta w różnym czasie, przy czym najstarsze osady pochodzą z XI wieku. Nasypy stare są zagęszczone i mogą być dostatecznym podłożem budowlanym, jednak ze względu na ich zróżnicowany skład i wiek (nierównomierne zagęszczenie), w przypadku posadowienia nowych obiektów budowlanych wymagają każdorazowo szczegółowych badań geologicznych.

Nasypy znajdują się zawsze w stropie profilu, leżą na różnego rodzaju gruntach rodzimych. Są to grunty pochodzenia antropogenicznego, często wyróżniają się w rzeźbie terenu. Najczęściej są to grunty bardzo zróżnicowane o niejednorodnym stopniu

zagęszczenia. Ze względu na zróżnicowany stan gruntów antropogenicznych, występujące tu warunki budowlane należy uznać za niekorzystne.

Miąższość nasypów dochodzi do kilkunastu metrów w centralnej części miasta.

Tabela 3. Seria 1 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	I_L
X_{min}	14.9	0.10	0.00
X_{max}	18.1	0.90	0.70
X_{śr}	16.9	0.41	0.23
n	3	455	348

Tabela 4. Seria 1 - parametry mechaniczne

	c_U⁽ⁿ⁾ [kPa]	φ_U⁽ⁿ⁾ (I_D) [°]	φ_U⁽ⁿ⁾ (I_L) [°]
X_{min}	6.0	-	7.0
X_{max}	30.0	35.5	18.0
X_{śr}	16.0	32.3	16.5

gdzie:

X_{min} – wartość minimalna

X_{max} – wartość maksymalna

X_{śr} – wartość średnia

n – liczba oznaczeń

Wartości charakterystyczne parametrów mechanicznych tj. spójność gruntu c_U⁽ⁿ⁾ oraz φ_U⁽ⁿ⁾ podane w tabelach przy opisach serii geologiczno-inżynierskich wyznaczono z wykresów z normy PN-81/B-03020 *Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli*.

Seria 2 – Gleby

Gleba występuje zawsze w stropie profilu lub pod nasypami, na różnego rodzaju gruntach rodzimych. Rodzaj gleby zależy od gruntu zalegającego poniżej. Głównie są to piaski drobne próchniczne. Miąższość gleb wynosi maksymalnie do 1 metra.

Seria 3 - Współczesne aluwia Warty i aluwia facji korytowej

Seria trzecia wykształcona jest w postaci piasków różnej granulacji i żwirów z wkładkami pyłów, namulów oraz innych osadów organicznych. Żwiry i bruki występują w korytach rzek i większych cieków. Aluwia Warty oraz aluwia facji korytowej występują na powierzchni, leżą na różnych wiekowo i genetycznie utworach. W Dolinie Warty, osady serii trzeciej występują na niższym tarasie zalewowym od 2,5 do 4,5 m n.p. rzeki.

Podnoszenie się poziomu wód podziemnych związane z narastaniem aluwiów w najmłodszym okresie holocenu sprzyjało akumulacji torfów w starorzeczach Warty i w dnach drugorzędnych dolin.

W rejonie Dębca miąższość aluwiów sięga 9 m. Na równinie sandrowej osady facji korytowej występują w dolinach drugorzędnych cieków.

W rejonach występowania gruntów serii trzeciej warunki budowlane są niekorzystne do celów bezpośredniego posadowienia obiektów budowlanych.

Współczesna akumulacja przykorytowa (mady) zajmuje w dolinie Warty strefę o szerokości od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów.

Tabela 5. Seria 3 - parametry fizyczne

	I_D	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]
X_{min}	0.15	0.0	86.0	0.0
X_{max}	0.80	4.0	99.0	14.0
X_{sr}	0.46	0.8	95.0	4.2
n	1311	5	5	5

Tabela 6. Seria 3 - parametry mechaniczne

	$\phi U^{(n)}(ID) [^\circ]$
X_{min}	-
X_{max}	35.0
X_{sr}	32.8

Seria 4 - Osady organiczne, osady den dolinnych i starorzeczy

Do serii czwartej na omawianym obszarze zaliczono namuły, gytie, kredę jeziorną, pyły i torfy. Miejscami osady te przewarstwione są piaskiem lub piaskiem próchnicznym. Osady serii czwartej występują głównie w rejonie Warty, Bogdanki - Cybiny, Górczynki - Strumienia Janikowskiego oraz w rejonie skanalizowanych cieków Saganka i Wierzbak.

W obrębie doliny Warty, osady organiczne występują na wyższym tarasie zalewowym w obniżeniach terenu. W dolinie Warty osady wykształcone są w postaci soczew i przewarstwień wśród piasków rzecznych i tarasów zalewowych. Miejscami w dolinie Warty osady organiczne pojawiają się w starorzeczach. Osady organiczne w obniżeniach terenu leżą na utworach akumulacji rzecznej.

Na wysoczyźnie polodowcowej oraz równinie sandrowej osady organiczne wypełniają zagłębienia bezodpływowe i doliny cieków drugorzędnych, leżą na utworach pochodzenia lodowcowego.

Najczęściej są to obszary podmokłe ze zwierciadłem pierwszego poziomu wody gruntowej na głębokości od 0 do 2 metrów pod powierzchnią terenu. W rejonie występowania gruntów organicznych warunki geologiczno – inżynierskie zabudowy powierzchniowej są niekorzystne, a więc grunty te nie nadają się do bezpośredniego posadowienia.

Maksymalna miąższość tych osadów wynosi 7-10 m.

Tabela 7. Seria 4 - parametry fizyczne

	W_n [%]	ρ [g/cm³]	I_D	I_L	W_L	W_p	I_p
X_{min}	7.8	1.15	0.10	0.00	19.2	11.1	8.1
X_{max}	461.4	1.95	0.74	0.82	21.2	12.7	8.5
X_{śr}	99.4	1.55	0.43	0.45	20.2	11.9	8.3
n	11	3	700	891	2	2	2

Seria 5 - Osady rzeczne tarasów zalewowych

Do tej serii należą: pyły, pyły piaszczyste, piaski różnej granulacji i piaski gliniaste, gliny, gliny pylaste, gliny piaszczyste. Osady te występują na tarasach zalewowych Warty i drugorzędnych cieków. Miejscami z domieszką części organicznych, często opisywane są jako namuły. Osady rzeczne leżą pod madami, torfami lub na powierzchni na różnych osadach od pliocenu do holocenu. W starorzeczach Warty mogą występować na torfach.

W Dolinie Warty osady te znajdują się na wyższym tarasie zalewowym 4,0 do 6,0 m n.p. rzeki. Taras ten zachowany jest fragmentarycznie w obrębie doliny.

Warunki geologiczno – inżynierskie na obszarze tej serii są niekorzystne z uwagi na płytkie zawodnienie, domieszki części organicznych i niesprzyjające stany gruntów.

Miaższość osadów nie przekracza 3 metrów.

Tabela 8. Seria 5 - parametry fizyczne

	I_D	I_L	f_z [%]	f_p [%]
X_{min}	0.20	0.00	0.0	94.0
X_{max}	1.00	0.70	6.0	100.0
X_{śr}	0.54	0.28	1.5	98.5
n	791	49	4	4

Tabela 9. Seria 5 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(ID)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(IL)$ [°]
X_{min}	6.0	29.0	7.0
X_{max}	30.0	36.1	18.0
$X_{\acute{s}r}$	14.0	33.2	13.5

Seria 6 - Osady stożków napływowych

Osady stożków napływowych występują głównie w dolinie Warty jako piaski różnoziarniste. Zaznaczają się w rzeźbie terenu przy ujściach drugorzędnych cieków do Warty. Nie mają dużego rozprzestrzenienia, występują jedynie lokalnie w rejonie Czerwonaka. Często występują na piaskach tarasów zalewowych.

Średnia miąższość warstwy nie przekracza 4 m.

Warunki budowlane na obszarze występowania gruntów serii 6 można uważać za mało korzystne z uwagi na spadki terenu (zbocza doliny).

Uśredniony stopień zagęszczenia I_D wynosi 0.36 (11 pomiarów), co wskazuje iż są to grunty średnio zagęszczone.

Tabela 10. Seria 6 - parametry mechaniczne

	$\phi_u^{(n)}(ID)$ [°]
X_{min}	31.9
X_{max}	33.0
$X_{\acute{s}r}$	32.1

Seria 7 - Osady eoliczne i osady eoliczne na piaskach rzecznych

Seria siódma wykształcona jest w postaci piasków drobnych, piasków pylastych i średnich tworzących wydmy lub pola piasków przewianych. Występują głównie w rejonie doliny Warty, leżą na piaskach tarasu nadzalewowego na wysokości Różanego Młyna, do czego przyczyniła się boczna dostawa drobnych piasków przez Różany Potok oraz na piaskach sandrowych w rejonie Czerwonaka i Borówca.

Ze względu na zróżnicowaną morfologię obszarów występowania osadów serii 7 nie są one dobrym podłożem budowlanym.

Mięszkość osadów eolicznych wynosi maksymalnie do 4,5 m.

Piaski są średnio zagęszczone, a ich I_D wynosi 0.53 (12 pomiarów).

Tabela 11. Seria 7 - parametry mechaniczne

	$\phi_{U^{(n)}}(ID)[^\circ]$
X_{min}	30.4
X_{max}	31.5
X_{sr}	30.8

Seria 8 - Osady deluwialne i osady deluwialne na łąkach, pyłach, miejscami na piaskach

Osady deluwialne występują na omawianym obszarze w postaci piasków o różnej granulacji z przewarstwieniami pyłów oraz piasków gliniastych, glin, glin piaszczystych i żwirów. W dolinie Warty występują głównie w obrębie dolnej części załamań stromych zboczy doliny Warty w postaci pokrywy o miąższości do 2,5 m oraz na zboczach drugorzędnych dolin. Osady te występują także na krawędziach wysoczyzny polodowcowej w rejonie Kiekrza i Żegrza na osadach pochodzenia lodowcowego.

Warunki budowlane w rejonie występowania osadów deluwialnych można uważać za mało korzystne ze względu na spadki terenu, płytkie występowanie wody gruntowej oraz przewarstwienia gruntów pylastych i organicznych.

Miąższość wydzielonej serii może wynieść maksymalnie 5 m.

Tabela 12. Seria 8 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{\min}	0.10	0.10
X_{\max}	0.75	0.45
$X_{\text{śr}}$	0.53	0.20
n	12	23

Tabela 13. Seria 8 - parametry mechaniczne

	$c_U^{(n)}$ [kPa]	$\phi_U^{(n)}(ID)[^\circ]$	$\phi_U^{(n)}(IL)[^\circ]$
X_{\min}	9.8	-	11.0
X_{\max}	21.0	34.6	16.5
$X_{\text{śr}}$	16.0	33.2	14.8

Seria 9 - Eluwia piaszczysto-pyłaste glin zwałowych i eluwia na glinach zwałowych

Są to głównie piaski różnej granulacji ze żwirem oraz pyły i pyły piaszczyste, słabo przemyte. Na powierzchni mogą występować głazy o średnicy kilkudziesięciu centymetrów. Są to osady bezstrukturalne. W obrębie wysoczyzny polodowcowej eluwia występują przede wszystkim na glinach zwałowych ale również na osadach starszych.

W rejonie występowania eluwium, warunki budowlane należy uznać za mało korzystne.

Miąższość serii wynosi maksymalnie do 5,5 m.

Tabela 14. Seria 9 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{\min}	0.20	0.00
X_{\max}	0.55	0.75
X_{sr}	0.48	0.26
n	361	106

Tabela 15. Seria 9 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{\min}	5.0	31.0	6.0
X_{\max}	30.0	33.3	18.0
X_{sr}	14.0	32.8	13.9

Seria 10 - Osady rzeczne tarasów nadzalewowych – faza pomorska

Seria 10 wykształcona jest w postaci piasków o różnej granulacji i żwirów z przewarstwieniami mąd (namuły, gliny).

Niższy taras nadzalewowy Doliny Warty znajduje się na wysokości 8-12 m n.p. rzeki. Budują go osady grubo frakcyjne, w przewodze średnioziarniste piaski i żwiry.

Wyższy taras nadzalewowy Doliny Warty znajduje się na wysokości 6-9 m n.p. rzeki. Po etapie pogłębiania dna doliny na wykształconej powierzchni erozyjnej została zakumulowana cienka warstwa osadów wyższego tarasu. Na południu obszaru nie jest on oddzielony krawędzią erozyjną od tarasu niższego, a wyróżnić go można na podstawie cech osadów. Są to osady nie zawierające szczątków organicznych. Osady rzeczne tarasów nadzalewowych leżą bezpośrednio na różnych utworach od plicenu po eem. Miejscami na powierzchni tarasów nadzalewowych wykształciły się wydmy i pola piasków przewianych (seria 7).

Warunki budowlane w rejonie występowania osadów rzecznych tarasów nadzalewowych można uważać za mało korzystne ze względu na nierównomierne rozprzestrzenienie piasków luźnych, płytkie występowanie wody oraz przewarstwienia gruntów pylastych i organicznych.

Mięszkość tych osadów dochodzi maksymalnie do kilkunastu metrów.

Tabela 16. Seria 10 - parametry fizyczne

	I_D	I_L	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]
X_{min}	0.10	0.01	0.0	64.0	0.0
X_{max}	0.89	0.70	36.0	100.0	15.0
X_{sr}	0.57	0.33	6.7	90.3	2.9
n	826	19	11	11	11

Tabela 17. Seria 10 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{min}	6.0	-	7.0
X_{max}	30.0	35.4	18.0
X_{sr}	13.0	33.3	12.7

Seria 11 - Osady tarasów kemowych – faza poznańska

Tarasy kemowe zbudowane są głównie z piasków o różnej granulacji z domieszkami pyłów i żwirów.

Tarasy kemowe występują w Dolinie Warty w rejonie Naramowic, w postaci półki przyklejonej do zbocza doliny Warty. Są typowym przykładem sedymentacji wodnolodowcowej w strefie między lodem wypełniającym dolinę a jej zboczem. Znajdują się w poziomie sandrowym II.

Warunki budowlane na obszarze występowania gruntów serii 11 można uważać za mało korzystne z uwagi na niesprzyjające wartości stopnia plastyczności przewarstwień gruntów spoistych (pyłów).

Mięszość tarasów kemowych wynosi maksymalnie do 6 metrów.

Tabela 18. Seria 11 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{\min}	0.10	0.10
X_{\max}	0.80	0.75
$X_{\text{śr}}$	0.52	0.21
n	341	110

Tabela 19. Seria 11 - parametry mechaniczne

	$c_U^{(n)}$ [kPa]	$\phi_U^{(n)} (ID)$ [°]	$\phi_U^{(n)} (IL)$ [°]
X_{\min}	5.0	-	6.0
X_{\max}	22.0	35.0	16.5
$X_{\text{śr}}$	16.0	33.1	14.7

Seria 12 - Osady zastoiskowe – faza poznańska

Do osadów zastoiskowych zaliczono pyły, ily, gliny pylaste przewarstwione piaskiem oraz gliny piaszczyste. Utwory osadziły się w okresowo przepływowych zbiornikach. Leżą najczęściej na piaskach sandrowych.

W obrębie równiny sandrowej, osady zastoiskowe znajdują się lokalnie na powierzchni w rynnach od miejscowości Garby do miejscowości Krzesinki. W rejonie Poznania osady serii 12 nie występują na powierzchni terenu.

Utwory zastoiskowe są bardzo wrażliwe na działanie mrozu (przemrożone pęcznieją), należy się także liczyć z możliwością ich osiadania. Osady zastoiskowe można uznać za grunty słabonośne, dlatego też warunki budowlane w rejonie występowania tych utworów są mało korzystne.

Mięszkość serii 12 wynosi maksymalnie do 3 metrów.

Tabela 20. Seria 12 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{min}	0.20	0.06
X_{max}	0.60	0.82
$X_{\acute{s}r}$	0.43	0.43
n	10	19

Tabela 21. Seria 12 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{min}	-	25.0	-
X_{max}	60.0	31.0	13.0
$X_{\acute{s}r}$	38.0	30.2	7.2

Seria 13 - Osady wodnolodowcowe moren martwego lodu – faza poznańska

Osady wodnolodowcowe moren martwego lodu wykształcone są w postaci piasków różnej granulacji i żwirów z wkładkami glin.

Występują w obrębie wysoczyzny polodowcowej - w rejonie Nowej Wsi Wielkiej, leżą na piaskach wodnolodowcowych i glinach fazy poznańskiej. Natomiast na równinie sandrowej - w rejonie Przeźmierowa, osady te leżą na osadach sandrowych fazy poznańskiej.

Z uwagi na niską wartość stopnia zagęszczenia grunty serii 13 zaliczono do warunków budowlanych mało korzystnych.

Mięszość serii 13 wynosi maksymalnie do 6 metrów.

Tabela 22. Seria 13 - parametry fizyczne

	I_D	I_L	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]
X_{min}	0.10	0.00	0.0	85.0	2.0
X_{max}	0.80	0.20	13.0	97.0	3.0
$X_{\acute{s}r}$	0.26	0.07	6.5	91.0	2.5
n	34	13	2	2	2

Tabela 23. Seria 13 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{min}	16.0	-	14.8
X_{max}	30.0	34.0	18.0
$X_{\acute{s}r}$	24.0	31.6	17.0

Seria 14 - Osady kemów i ozów – faza poznańska

Do osadów kemów i ozów zaliczono piaski o różnej granulacji i żwiry z wkładkami pyłów i glin.

Osady te występują w różnych pozycjach geomorfologicznych zarówno na równinie sandrowej, jak i na wysoczyźnie polodowcowej oraz w dolinach cieków drugorzędnych. Osady kemów i ozów występują w rejonie miejscowości Krzyżowniki-Strzeszyn, Chyby, Suchy Las, Swarzędz. Występują tu głównie kemy przepływowe, piaszczysto-żwirowe, głównie w obrębie rynny Głównej oraz piaszczysto-mułkowe kemy zagłębień lodowych w rynnicy Cybiny. Przykrycie, niektórych kemów czapami z glin zwałowych, wskazuje na

możliwość podsadzania materiałem kemowym bądź spływ pokryw glin do zagłębień. Problemowym zagadnieniem jest datowanie kemów fazy poznańskiej.

Na obszarze występowania serii 14 warunki geologiczno-inżynierskie są mało korzystne, ponieważ grunty te są słabonośne.

Mięszość tych osadów wynosi maksymalnie 7-8 metrów.

Tabela 24. Seria 14 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{min}	0.10	0.11
X_{max}	0.70	0.60
$X_{\acute{s}r}$	0.53	0.28
n	212	110

Tabela 25. Seria 14 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{min}	7.0	-	8.5
X_{max}	21.0	34.2	16.3
$X_{\acute{s}r}$	14.0	33.1	13.5

Seria 15 - Osady wodnolodowcowe poziomu sandrowego I, II, III – faza poznańska

Osady wodnolodowcowe poziomu sandrowego I, II, III wykształcone jako piaski o różnej granulacji i żwiry.

Na równinie sandrowej zajmują znaczną część obszaru, głównie rejon: Ławicy, Umultowa, Naramowic, Bogucina, Dąbrowy. Leżą głównie na osadach lodowcowych różnego wieku: na glinach środkowopolskich (Minikowo, Marlewo), na glinach zlodowacenia

Bałtyckiego (Naramowice). Osady wodnolodowcowe poziomu sandrowego leżą także na mułkach zastoiskowych w obniżeniach rynnowych (Ławica-Janikowo).

Osady wodnolodowcowe fazy poznańskiej rozdzielono na trzy poziomy morfologiczne. Najwyższy (poziom sandrowy I – 90-76 m n.p.m.) odpowiada typowej progłaczalnej sedymentacji sandrowej. Średni (poziom sandrowy II – 75 m n.p.m.) i niższy (poziom sandrowy III – 70-65 m n.p.m.) powstały w wyniku akumulacji cienkiej, około dwumetrowej, pokrywy piasków i żwirów na tzw. poziomach tarasowych, które stanowią powierzchnie zbudowane w dużej części glin zwałowych.

W rejonie występowania osadów wodnolodowcowych poziomów sandrowych warunki budowlane są korzystne ze względu na sprzyjające parametry fizyko-mechaniczne tych gruntów.

Mięszość osadów wodnolodowcowych poziomu sandrowego I, II, III wynosi maksymalnie do kilkunastu metrów.

Tabela 26. Seria 15 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]
X_{min}	9.5	0.10	0.0	76.0	0.0
X_{max}	28.0	0.95	24.0	100.0	16.0
X_{śr}	17.9	0.51	2.4	95.1	2.3
n	5	5574	31	31	31

Tabela 27. Seria 15 - parametry mechaniczne

	$\phi_U^{(n)}(I_D)[^\circ]$
X_{min}	-
X_{max}	35.9
X_{śr}	33.1

Seria 16 - Osady lodowcowe i osady lodowcowe na glinach zwałowych – faza poznańska

Są to piaski o różnej granulacji i żwiry z wkładkami piasków gliniastych i pyłów.

W Dolinie Warty występują w rejonie Naramowic i Nowej Wsi na zboczach doliny. Leżą głównie na glinach starszych zlodowaceń i na osadach plioceńskich. W obrębie wysoczyzny polodowcowej - w rejonie Suchego Lasu i Złotnik, leżą głównie na glinach fazy poznańskiej. Równina sandrowa - w rejonie miejscowości Krzyżowniki, odsłaniają się spod piasków sandrowych.

Osady lodowcowe tej serii zaliczono do gruntów nośnych, dlatego też występujące tu warunki budowlane należy uznać za korzystne.

Mięszkość maksymalna do 10 metrów.

Tabela 28. Seria 16 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	I_L	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]
X_{min}	17.1	0.30	0.0	0.0	71.0	0.0
X_{max}	17.8	0.85	0.8	29.0	99.0	7.0
X_{sr}	17.45	0.54	0.3	7.3	91.2	1.5
n	2	258	34	14	14	14

Tabela 29. Seria 16 - parametry mechaniczne

	c_U⁽ⁿ⁾ [kPa]	φ_U⁽ⁿ⁾ (I_D) [°]	φ_U⁽ⁿ⁾ (I_L) [°]
X_{min}	-	31.8	-
X_{max}	30.0	35.2	18.0
X_{sr}	13.0	33.2	13.0

Seria 17 - Osady moren czołowych – faza poznańska

Osady moren czołowych wykształcone są jako piaski o różnej granulacji, żwiry oraz gliny.

Na wysoczyźnie polodowcowej, osady morenowe występują w rejonie Suchego Lasu, Moraska oraz na północ od Czerwonaka, głównie na południowym obrzeżu strefy wzgórz powstałych przez glacitektoniczne spiętrzenie utworów trzeciorzędowych. W morfologii zaznaczają się jako pagórki i wzgórza. Leżą głównie na glinach fazy poznańskiej, a w rejonie Czerwonaka na piaskach fazy leszczyńskiej i glinach zlodowacenia Warty.

Osady morenowe ze względu na zmienności w wykształceniu i litologii zaliczono do mało korzystnych warunków budowlanych.

Miąższość serii wynosi maksymalnie do kilkunastu metrów.

Tabela 30. Seria 17 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	I_L	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]	W_L	W_p	I_p
X_{min}	9.9	0.33	0.00	0.0	94.0	0.0	19.1	11.2	7.1
X_{max}	28.8	0.80	0.55	3.0	100.0	3.0	33.9	25.5	8.5
X_{śr}	16.7	0.54	0.22	0.8	98.3	0.8	22.3	14.6	7.7
n	8	85	175	6	6	6	5	5	5

Tabela 31. Seria 17 - parametry mechaniczne

	c_U⁽ⁿ⁾ [kPa]	φ_U⁽ⁿ⁾ (I_D) [°]	φ_U⁽ⁿ⁾ (I_L) [°]
X_{min}	8.0	32.0	9.2
X_{max}	30.0	35.0	18.0
X_{śr}	16.0	33.2	14.5

Seria 18 - Gliny zwałowe - faza poznańska

Seria wykształcona jest w postaci glin, piasków gliniastych z domieszką kamieni oraz z przewarstwieniami piasków.

W rejonie Doliny Warty, gliny zwałowe występują lokalnie w rejonie Nowej Wsi Dolnej, na zboczach doliny. Leżą one przeważnie na glinach zlodowacenia Odry.

W rejonie miejscowości Chyby, Kiekrz, Pawłowice, Michałkowo, Psarskie, Złotniki, Suchy Las oraz Nowa Wieś Górna, w obrębie wysoczyzny polodowcowej, gliny zwałowe leżą na starszych osadach wodnolodowcowych i lodowcowych.

Są to grunty spoiste słabo skonsolidowane i mogą stanowić podłoże nadające się do posadowienia obiektów budowlanych lekkiej konstrukcji. W celu posadowienia większych obiektów budowlanych zaleca się szczególnie badania geotechniczne glin zwałowych fazy poznańskiej.

Miąszość glin zwałowych wynosi maksymalnie do kilkunastu metrów.

Tabela 32. Seria 18 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	I_L	W_L	W_p	I_p
X_{min}	7.7	0.33	0.00	18.4	10.7	7.1
X_{max}	27.7	0.85	0.69	88.3	26.2	62.1
X_{sr}	13.1	0.55	0.18	25.7	13.3	12.4
n	23	36	557	16	16	16

Tabela 33. Seria 18 - parametry mechaniczne

	c_U⁽ⁿ⁾ [kPa]	φ_U⁽ⁿ⁾_(ID) [°]	φ_U⁽ⁿ⁾_(IL) [°]
X_{min}	17.0	32.9	9.1
X_{max}	40.0	35.2	22.0
X_{sr}	33.0	33.2	18.5

Seria 19 – Osady zastoiskowe – zlodowacenie bałtyckie

Osady zastoiskowe wykształciły się w postaci ilów, mułków i pyłów.

Występują głównie w rejonie rynny Bogdanki-Cybiny i na linii Jezioro Kierskie - Potok Junikowski - Jezioro Kórnickie. Osady te zalegają głównie na glinach starszych zlodowaceń.

Utwory zastoiskowe z uwagi na niekorzystne wartości stopnia plastyczności zaliczono do gruntów mało korzystnych pod względem warunków budowlanych.

Mięszość osadów zastoiskowych w rejonie Junikowa-Kotowa dochodzi do 12 m. W rynnach Bogdanki-Cybiny nie przekracza 6 m, przy czym należy podkreślić, że spąg ilów warwowych w rejonie Komandorii leży 5 m poniżej obecnego poziomu wody Warty.

Tabela 34. Seria 19 -parametry fizyczne

	W_n [%]	I_L	W_L	W_p	I_p
X_{min}	21.5	0.00	26.8	19.4	7.4
X_{max}	31.7	0.80	47.2	25.7	21.5
X_{sr}	25.9	0.34	34.5	22.2	12.3
n	4	1159	3	3	3

Tabela 35. Seria 19 - parametry mechaniczne

	c_u⁽ⁿ⁾ [kPa]	φ_u⁽ⁿ⁾ (I_L) [°]
X_{min}	-	-
X_{max}	60.0	13.0
X_{sr}	43.0	8.7

Seria 20 - Osady wodnolodowcowe górne – faza leszczyńska

Do serii tej zaliczono piaski różnej granulacji i żwiry z domieszką pyłów.

W obrębie wysoczyzny polodowcowej, piaski występują w rejonie Krzesin, Żegrza i Swarzędza. Osady zalegają bezpośrednio na glinach i piaskach wodnolodowcowych fazy leszczyńskiej.

Ze względu na sprzyjające parametry geotechniczne grunty serii 20 charakteryzują się korzystnymi warunkami budowlanymi do celów posadowienia bezpośredniego różnego rodzaju obiektów.

Miąższość serii dochodzi maksymalnie do kilkunastu metrów.

Tabela 36. Seria 20 - parametry fizyczne

	I_D	I_L	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]
X_{min}	0.20	0.04	0.0	68.0	0.0
X_{max}	0.83	0.80	32.0	100.0	5.0
$X_{\acute{s}r}$	0.52	0.27	9.4	89.4	1.2
n	758	53	5	5	5

Tabela 37. Seria 20 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{min}	-	31.0	-
X_{max}	38.0	35.1	21.1
$X_{\acute{s}r}$	29.0	33.1	17.0

Seria 21 - Osady kemów i ozów – faza leszczyńska

Osady kemów i ozów wykształcone są w postaci piasków o różnej granulacji oraz żwirów z domieszką piasków gliniastych.

Na wysoczyźnie polodowcowej, osady występują w rejonie Krzesin, Gruszczyna, Kobylnicy i Bogucina. Utwory te leżą na glinach fazy leszczyńskiej.

Mięszość serii wynosi maksymalnie do 8 metrów.

Średni stopień zagęszczenia dla serii 21 wynosi $I_D = 0.43$ (37 pomiarów), są to grunty średnio zagęszczone. W rejonach występowania osadów kemów i ozów, warunki budowlane uznano za mało korzystne.

Tabela 38. Seria 21 - parametry mechaniczne

	$\phi_U^{(n)}(I_D)[^\circ]$
X_{\min}	32.2
X_{\max}	34.3
$X_{\text{śr}}$	32.5

Seria 22 – Osady lodowcowe – faza leszczyńska

Są to piaski o różnej granulacji z domieszką ilów i pyłów, żwiry oraz kamienie.

Osady występują wyłącznie na wysoczyźnie polodowcowej, na dużym obszarze w rejonach: Plewiska, Skórzewo, Wysogotowo, Komorniki, Kamionki, Poznań-Grunwald, Poznań-Osiedle Sobieskiego, Poznań-Winogrady, Poznań-Rataje, Żęgrze, Krzesiny. Powszechnie występują na glinach fazy leszczyńskiej.

Warunki budowlane w rejonie występowania osadów lodowcowych można uważać za korzystne ze względu na sprzyjające parametry fizyko-mechaniczne gruntów.

Mięszość osadów lodowcowych maksymalnie dochodzi do kilkunastu metrów.

Tabela 39. Seria 22 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	I_L	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]
X_{min}	8.0	0.20	0.00	0.0	87.0	0.0
X_{max}	15.4	0.90	0.75	7.0	100.0	7.0
X_{sr}	11.7	0.51	0.23	1.7	96.0	2.3
n	2	3416	448	12	12	12

Tabela 40. Seria 22 - parametry mechaniczne

	c_U⁽ⁿ⁾ [kPa]	φ_U⁽ⁿ⁾ (I_D) [°]	φ_U⁽ⁿ⁾ (I_L) [°]
X_{min}	16.0	31.0	8.0
X_{max}	40.0	35.5	22.0
X_{sr}	30.0	33.1	17.8

Seria 23 – Gliny zwałowe - faza leszczyńska

Osady serii 23 wykształcone są głównie jako gliny piaszczyste, piaski gliniaste z domieszką kamieni i piasków, barwy żółtej.

Występują wyłącznie na wysoczyźnie polodowcowej na dużym obszarze w rejonach: Plewiska, Skórzewo, Wysogotowo, Komorniki, Kamionki, Poznań-Grunwald, Poznań-Osiedle Sobieskiego, Poznań-Winogrody, Poznań-Rataje, Zegrze, Krzesiny. Najczęściej leżą na osadach zlodowacenia Warty i Odry.

Osady serii 23 należą do gruntów spoistych skonsolidowanych i charakteryzują się korzystnymi warunkami budowlanymi.

Mięższość serii wynosi na ogół 3-5 m, a maksymalnie do kilkunastu metrów.

Tabela 41. Seria 23 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	I_L	W_L	W_p	I_p
X_{min}	6.3	0.10	0.00	17.3	10.1	6.7
X_{max}	34.2	0.90	0.80	48.9	28.5	21.3
X_{śr}	12.6	0.52	0.17	21.1	12.3	8.9
n	83	573	18520	48	48	48

Tabela 42. Seria 23 - parametry mechaniczne

	c_u⁽ⁿ⁾ [kPa]	φ_u⁽ⁿ⁾ (I_D) [°]	φ_u⁽ⁿ⁾ (I_L) [°]
X_{min}	-	-	-
X_{max}	50.0	32.2	25.0
X_{śr}	41.0	30.6	22.0

Seria 24 – Osady wodnolodowcowe dolne – faza leszczyńska

Do serii tej zaliczono piaski o różnej granulacji z domieszką pyłów i piasków gliniastych.

W obrębie zboczy Doliny Warty, w rejonie Kozichgłów, na powierzchni, osady wodnolodowcowe dolne leżą na glinach zlodowacenia Warty. W profilach stwierdzono, że osady zalegają także na utworach zlodowacenia Odry. Na wysoczyźnie polodowcowej, w rejonie miejscowości Garby, osady zalegają horyzontalnie.

Piaski te są bardzo dobrym podłożem pod obiekty budowlane ze względu na wartości stopnia zagęszczenia, które są zbliżone do stanu zagęszczonego.

Miąższość serii wynosi maksymalnie do kilkunastu metrów.

Tabela 43. Seria 24 - parametry fizyczne

	I_D	I_L	f_z [%]	f_p [%]	f_{II} [%]
X_{min}	0.20	0.00	0.0	88.0	0.0
X_{max}	0.95	0.75	9.0	100.0	12.0
$X_{\acute{s}r}$	0.62	0.23	1.5	96.2	2.3
n	5313	371	14	14	14

Tabela 44. Seria 24 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{min}	16.0	31.0	8.0
X_{max}	40.0	35.9	22.0
$X_{\acute{s}r}$	30.0	33.8	17.8

Seria 25 – Osady zastoiskowe - interglacjał eemski

Są to namuły, pyły, gliny, torfy oraz piaski gliniaste.

Osady te nie występują na powierzchni terenu. W profilach osady zastoiskowe interglacjału eemskiego stwierdzono między innymi w rejonie rynny Bogdanki-Cybiny. Leżą one na osadach zlodowacenia Warty i Odry.

Osady zastoiskowe zaliczono do gruntów nienośnych. Budynki o większym obciążeniu na podłoże i większej wrażliwości na nierównomierne osiadanie wymagają posadowienia pośredniego (np. na palach).

Mięszość serii dochodzi maksymalnie do 10 metrów.

Tabela 45. Seria 25 - parametry fizyczne

	I_L
X_{\min}	0.00
X_{\max}	0.75
$X_{\text{śr}}$	0.25
n	346

Seria 26 – Osady wodnolodowcowe – zlodowacenie Warty

Osady wodnolodowcowe wykształcone są w postaci piasków o różnej granulacji i żwiry.

Osady te nie występują na powierzchni terenu. W profilach osady wodnolodowcowe zlodowacenia Warty stwierdzono między innymi w rejonie dzielnicy Poznań-Grunwald. Występują one lokalnie w rejonie wzgórz, mogą tworzyć kemy. Osady wodnolodowcowe zalegają najczęściej na glinach zlodowacenia Warty.

Miąższość serii wynosi maksymalnie do 9 m.

Tabela 46. Seria 26 - parametry fizyczne

	I_D
X_{\min}	0.30
X_{\max}	0.90
$X_{\text{śr}}$	0.63
n	763

Tabela 47. Seria 26 - parametry mechaniczne

	$\phi_{(ID)}^{(n)} [^\circ]$
X_{\min}	31.9
X_{\max}	35.6
$X_{\text{śr}}$	33.8

Seria 27 – Gliny zwałowe - zlodowacenie Warty

Do serii tej zaliczono gliny, piaski gliniaste z domieszką pyłów i piasków.

Gliny tej serii leżą na zboczu doliny Warty w rejonach: Czerwonaka, Kozichgłów, Wildy, Dębca, Naramowic, Komandorii, Poznania-Rataje, Starołęki, Minikowa, Czapur, Lubonia. Zalegają na osadach zlodowacenia Odry i na łożach plioceńskich.

Występują także na wysoczyźnie polodowcowej, na niewielkich obszarach w rejonie Żegrza i Komornik. Leżą na osadach zlodowacenia Odry.

W obrębie równiny sandrowej zajmują niewielkie obszary w rejonie Świerczewa i Bogucina. Leżą na osadach zlodowacenia Odry.

Osady serii 27 należą do gruntów spoistych skonsolidowanych i charakteryzują się korzystnymi warunkami budowlanymi.

Maksymalna miąższość glin zwałowych serii 27 dochodzi do 30-40 metrów.

Tabela 48. Seria 27 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	I_L	W_L	W_p	I_p
X_{\min}	9.3	0.20	0.00	19.3	10.5	8.1
X_{\max}	14.0	0.85	0.80	22.2	12.9	9.6
$X_{\text{śr}}$	12.5	0.58	0.10	20.5	11.8	8.6
n	12	258	8001	7	8	8

Tabela 49. Seria 27 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(ID)[^\circ]$	$\phi_u^{(n)}(IL)[^\circ]$
X_{min}	-	29.0	-
X_{max}	50.0	32.1	25.0
$X_{\acute{s}r}$	44.0	30.9	23.2

Seria 28 – Osady wodnolodowcowe – zlodowacenie Odry

Są to piaski o różnej granulacji i żwiry z domieszką kamieni i piasków gliniastych.

Osady te nie występują na powierzchni terenu ale mają duże rozprzestrzenienie, co stwierdzono w wielu profilach. Osady wodnolodowcowe serii 28 najczęściej rozdzielają gliny zlodowacenia Warty od glin zlodowacenia Odry.

Maksymalna miąższość serii wynosi do 22 metrów.

Tabela 50. Seria 28 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{min}	0.20	0.00
X_{max}	0.85	0.75
$X_{\acute{s}r}$	0.62	0.28
n	519	15

Tabela 51. Seria 28 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(ID)[^\circ]$	$\phi_u^{(n)}(IL)[^\circ]$
X_{min}	16.0	31.0	8.0
X_{max}	40.0	35.2	22.0
$X_{\acute{s}r}$	28.0	33.9	17.0

Seria 29 – Osady zastoiskowe – zlodowacenie Odry

Do serii tej zaliczono mułki, pyły, ily i gliny.

Osady te nie występują na powierzchni terenu. Ich obecność stwierdzono w niewielu profilach wiertniczych.

Maksymalna miąższość osadów zastoiskowych wynosi do 9 metrów.

Tabela 52. Seria 29 - parametry fizyczne

	I_L
X_{\min}	0.00
X_{\max}	0.50
$X_{\text{śr}}$	0.14
n	54

Tabela 53. Seria 29 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{\min}	22.0	12.8
X_{\max}	40.0	22.0
$X_{\text{śr}}$	34.0	19.3

Seria 30 – Gliny zwałowe - zlodowacenie Odry

Seria 30 wykształcona jest w postaci glin, piasków gliniastych z domieszką pyłów i piasków.

Utwory te nie występują na powierzchni terenu ale mają duże rozprzestrzenienie, co stwierdzono w wielu profilach. Utwory tej serii występują także pod osadami

akumulowanymi przez Wartę. Najbliżej powierzchni stwierdzono je w rejonie Moraska. Zalegają głównie na iłach plioceńskich ale także na glinach zlodowacenia południowopolskiego.

Mięszość glin zwałowych wynosi maksymalnie 62 metry.

Tabela 54. Seria 30 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{min}	0.45	0.00
X_{max}	0.80	0.48
$X_{\acute{s}r}$	0.56	0.06
n	7	217

Tabela 55. Seria 30 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{min}	28.0	32.8	16.6
X_{max}	50.0	35.0	25.0
$X_{\acute{s}r}$	46.0	33.3	24.0

Seria 31 – Osady rzeczne - interglacjał mazowiecki (Wielki)

Do serii tej zaliczono piaski o różnej granulacji i żwiry z domieszką pyłów i kamieni.

Nie występują one na powierzchni terenu. Stwierdzono ich obecność w wierceniach w rejonie Sławia i Krzesin. Rozdzielają gliny zlodowacenia środkowopolskiego i południowopolskiego. Osady interglacjału wielkiego występują w obrębie doliny kopalnej i zagłębień podłoża, na glinach zwałowych południowopolskich i iłach mioceńskich.

Maksymalna mięszość osadów jeziornych dochodzi do 35 metrów.

Tabela 56. Seria 31 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{\min}	0.45	0.34
X_{\max}	0.80	0.39
$X_{\text{śr}}$	0.68	0.36
n	5	2

Tabela 57. Seria 31 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(I_D)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(I_L)$ [°]
X_{\min}	25.0	32.8	14.8
X_{\max}	27.0	35.0	15.6
$X_{\text{śr}}$	26.0	34.1	15.2

Seria 32 – Gliny zwałowe - złodowacenie południowopolskie

Do serii tej zaliczono gliny z wkładkami ilów oraz z domieszką kamieni i piasków. Wyróżniają się one bardzo dużą zwięzłością. Utwory te w stropie wzbogacone są w glazy.

Gliny te nie występują na powierzchni. Leżą na iłach plioceńskich. Wyróżniono je w obrębie rynien subglacjalnych rozcinających utwory trzeciorzędowe w rejonie Złotnik, Kiekrza, Krzyżownik, Przeźmierowa, Junikowa i Komandorii.

Maksymalnie do 36 metrów miąższości. Stopień plastyczności dla serii 32 wynosi $I_{D_{\text{śr}}} = 0.03$ (5 pomiarów).

Tabela 58. Seria 32 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(IL)$ [°]
X_{min}	42.0	22.2
X_{max}	50.0	25.0
$X_{\acute{s}r}$	48.0	24.8

Seria 33 - Kry osadów starszych w różnych poziomach gliny

Seria ta wykształcona jest w postaci ilów, węgla brunatnych oraz piasków.

Seria 33 nie występuje na powierzchni. Utwory te występują jako kry osadów starszych pośród osadów młodszych, wyciśniętych w czasie ruchów glacitektonicznych.

Lokalnie nawet do kilkunastu metrów miąższości.

Tabela 59. Seria 33 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{min}	0.40	0.00
X_{max}	0.95	0.35
$X_{\acute{s}r}$	0.64	0.05
n	56	30

Tabela 60. Seria 33 - parametry mechaniczne

	$c_u^{(n)}$ [kPa]	$\phi_u^{(n)}(ID)$ [°]	$\phi_u^{(n)}(IL)$ [°]
X_{min}	42.0	32.4	8.4
X_{max}	60.0	35.9	13.0
$X_{\acute{s}r}$	57.0	33.9	12.3

Seria 34 – Osady jeziorne pliocenu

Są to ły, miejscami piaski, pyły, pyły ilaste, ły piaszczyste oraz ły pylaste. Pliocen dolny wykształcony jest w postaci łów i łów pylastych o barwie szaro-niebieskiej lub szaro-zielonej. Pliocen górny wykształcony jest w postaci szaro-niebieskich lub szaro-zielonych oraz pstrych łów poznańskich, wyróżniających się smugami i plamami barwy żółtej i czerwonej.

Osady jeziorne występują na zboczach doliny Warty w rejonie Starołęki, Wildy, Miłostowa i Naramowic. W obrębie wysoczyzny polodowcowej osady te występują w strefie zaburzeń glacytektonicznych w rejonie Moraska. Utwory leżą na osadach mioceńskich.

Utwory tej serii zaliczono do gruntów nośnych ze względu na korzystne parametry fizyko-mechaniczne.

Maksymalna miąższość tej serii dochodzi do 90 metrów.

Tabela 61. Seria 34 - parametry fizyczne

	W_n [%]	I_D	I_L	W_L	W_p	I_p
X_{min}	24.9	0.20	0.00	88.90	27.40	61.50
X_{max}	32.1	0.85	0.75	97.90	30.70	67.20
X_{śr}	28.5	0.64	0.05	93.40	29.05	64.35
n	3	79	2289	2	2	2

Tabela 62. Seria 34 - parametry mechaniczne

	c_u⁽ⁿ⁾ [kPa]	φ_u⁽ⁿ⁾ (I_D) [°]	φ_u⁽ⁿ⁾ (I_L) [°]
X_{min}	26.0	29.0	3.0
X_{max}	60.0	32.1	13.0
X_{śr}	57.0	31.1	12.3

Seria 35 – Osady jeziorne miocenu

Osady jeziorne wykształcone są w postaci piasków, pyłów, ilów i węgla brunatnych.

Osady jeziorne nie występują na powierzchni. Osady te stwierdzono w bardzo głębokich otworach. Leżą one na osadach oligocenu.

Maksymalna miąższość osadów jeziornych serii 35 dochodzi do 180 metrów.

Tabela 63. Seria 35 - parametry fizyczne

	I_D	I_L
X_{min}	0.70	0.00
X_{max}	0.70	0.20
X_{śr}	0.70	0.02
n	2	3

Seria 36 – Osady morskie oligocenu

Są to piaski, pyły z wkładkami ilów i żwirów. Osady morskie nie występują na powierzchni i są najstarszymi osadami stwierdzonymi w otworach wiertniczych wziętych na potrzeby opracowania.

Miąższość oligocenu stwierdzona w wierceniach dochodzi do 60 metrów.

7.2. Mapy geologiczno-inżynierskie

Mapy tematyczne wykonywano w sposób automatyczny przy pomocy odpowiednich programów komputerowych z wykorzystaniem reprezentatywnych archiwalnych otworów wiertniczych zebranych w komputerowej bazie danych. Następnie dokonano weryfikacji merytorycznej uwzględniając zasady interpretacji geologicznej oraz warunki geomorfologiczne. Po dokonaniu korekt poszczególne mapy były poddane obróbce cyfrowej oraz ostatecznemu sprawdzeniu.

Opracowano następujące mapy tematyczne:

1. Podział na arkusze obszaru wchodzącego w skład opracowania w skali 1 : 100 000.

Jest to mapa przedstawiająca zasięg opracowania z podziałem na arkusze map topograficznych w skali 1 : 10 000. Jest to 31 arkuszy – powierzchnie niektórych z nich wchodziły tylko częściowo w zakres opracowania.

Na schemacie umieszczono godła arkuszy podkładów topograficznych oraz ich nazwy. Dla niektórych arkuszy skrajnych, najczęściej obejmujących niewielkie fragmenty, często jest niewiele lub brakuje całkowicie punktów dokumentacyjnych. Arkusze te znajdują się na tym schemacie, ale zostały odrzucone podczas wykonywania niektórych map tematycznych.

Na rycinie 2 w skali 1 : 200 000 zamieszczono podział na arkusze obszaru wchodzącego w skład opracowania. Na rycinie tej zaznaczono wybrane fragmenty miasta, które przedstawiono na różnych mapach tematycznych w skalach 1 : 10 000 lub 1 : 50 000.

2. Mapy dokumentacyjne w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000

Na mapach tych, opracowanych na podkładach topograficznych, naniesiono wszystkie otwory zakodowane w bazie danych geologiczno-inżynierskich. Ponadto pokazano przebieg linii wykonanych siedmiu przekrojów geologiczno-inżynierskich.

Rycina 3 przedstawia fragment mapy dokumentacyjnej w skali 1 : 50 000.

3. Mapy gruntów antropogenicznych w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000

Na mapach tych przedstawiono zasięgi występowania nasypów antropogenicznych, zarówno niekontrolowanych, jak i przygotowanych pod budownictwo. Są to grunty reprezentujące serię nr 1. Zasięgi tej serii wygenerowano na podstawie występowania gruntów nasypowych w otworach archiwalnych i wykonanych na potrzeby atlasu.

Rycina 4 przedstawia fragment mapy gruntów antropogenicznych w skali 1 : 50 000.

4. Mapy gruntów na głębokościach 1, 2, 4 m w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000

Mapy gruntów obrazują budowę geologiczną w cięciach poziomych na głębokościach 1, 2, 4 m. Wykonano je w programie ArcView, gdzie poszczególne serie geologiczno-inżynierskie zostały wydzielone w sposób automatyczny. Tak wykonane mapy poddano weryfikacji merytorycznej, w czasie której kierowano się morfologią terenu, budową geologiczną (na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski), oraz zasadami superpozycji. Po dokonaniu korekt, mapy ponownie poddano obróbce cyfrowej w programie ArcView.

Mapy gruntów charakteryzują się wysoką wartością merytoryczną i mogą być pomocne przy projektowaniu posadowienia obiektów budowlanych różnych typów, a także wnoszą informacje o zdolnościach filtracyjnych gruntów. W powiązaniu z mapami położenia zwierciadła wód podziemnych mogą stanowić źródło istotnych informacji o kierunkach migracji z wodami gruntowymi zanieczyszczeń i skażeń powstających w wyniku potencjalnych awarii urządzeń i środków transportu.

Ryciny 5, 6, 7 przedstawiają fragmenty map gruntów odpowiednio na głębokościach 1, 2, 4 m w skalach 1 : 10 000.

5. Mapy położenia zwierciadła wód podziemnych (mapy hydroizohips wody gruntowej, mapy hydroizobat) w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000

Mapy hydroizohips i hydroizobat opracowano na podstawie danych z archiwalnych otworów wiertniczych, otworów studziennych z banku Hydro, otworów geologiczno-inżynierskich odwierconych w ramach tematu, a także z wyników pomiarów studni kopanych i piezometrów (pomiarzy wykonano w grudniu 2006 r.). Mapy te opracowano w sposób automatyczny (SURFER, ArcView) przy wykorzystaniu metod interpolacji, następnie

dokonywano ręcznych korekt i po wprowadzonych poprawkach przeprowadzano digitalizację w programie ArcView.

Należy podkreślić, że przedstawiony obraz położenia zwierciadła wód gruntowych jest obrazem orientacyjnym, ponieważ dane zostały wzięte z pomiarów wykonanych w różnych latach i różnych okresach pomiarowych (miesiącach w poszczególnych latach). Na dokładność tych map wpływ ma także liczba oraz rozmieszczenie punktów, w których pomierzono zwierciadło wód gruntowych. Dla wielu obszarów, szczególnie położonych na obrzeżach powiatu oraz w sąsiednich przyległych gminach, brak jest punktów dokumentacyjnych. Należy także brać pod uwagę zmiany położenia zwierciadła wód gruntowych powodowane eksploatacją tych wód. Należy mieć na uwadze, że w wielu punktach dokumentacyjnych obecne położenie zwierciadła wód gruntowych może się znacznie różnić.

Na mapie hydroizohips przedstawiono hydroizohipsy w cięciu co 2,5 m, natomiast na mapie hydroizobat przedstawiono położenie zwierciadła wody gruntowej w następujących zakresach głębokości: 0-1 m, 1-2 m, 2-3 m, 3-5 m, >5 m.

Rycina 8 przedstawia fragment mapy hydroizohips wody gruntowej w skali 1 : 50 000, a rycina 9 - fragment mapy głębokości do wody gruntowej (mapa hydroizobat) w skali 1 : 50 000.

6. Mapy warunków budowlanych na głębokości 2 m w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000

Mapy warunków budowlanych na głębokości 2 m stanowią mapy wynikowe, które w sposób syntetyczny przedstawiają czynniki kształtujące warunki budowlane podłoża, tj. czynniki geologiczne, geotechniczne, hydrogeologiczne, geomorfologiczne, geodynamiczne. Mapy te stanowią zasób informacji potrzebnych dla planowania przestrzennego, oceny warunków geotechnicznych dla potrzeb posadowienia obiektów budowlanych oraz dla potrzeb projektowania wszelkiego rodzaju obiektów kubaturowych i liniowych.

Analizując informacje, które należy wykorzystać podczas oceny przydatności terenów dla celów budowlanych, zastosowano generalizację wprowadzając wydzielenia gruntów o zbliżonych właściwościach oraz parametrach geotechnicznych. W oparciu o wydzielenie serii geologiczno-inżynierskich występujących na głębokości 2 m przeprowadzono klasyfikację gruntów ze względu na stany gruntów, stopień skonsolidowania oraz dopuszczalne obciążenia.

Przyjęto następującą klasyfikację gruntów:

1. Grunty nienośne – serie: 1, 2, 3, 4, 5, 25.

Do gruntów nienośnych należą grunty antropogeniczne, osady rzeczne holoceni, osady organiczne holoceni i plejstoceni, grunty spoiste nieskonsolidowane oraz niespoiste w stanie luźnym. Podłoże składające się z tych gruntów nie nadaje się do bezpośredniego posadowienia obiektów budowlanych; obciążenia dopuszczalne wynoszą do 0,05 MPa.

2. Grunty słabo nośne – serie: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 21, 29, 31, 33.

Do gruntów słabonośnych zaliczono osady deluwialne, eluwialne i eoliczne holoceni-plejstoceni, osady rzeczne, zastoiskowe oraz zwietrzliny starszego podłoża, grunty spoiste słabo skonsolidowane oraz grunty niespoiste w stanie od luźnego do średnio zagęszczonego. Grunty te stanowią podłoże nadające się do posadowień bezpośrednich dla obiektów budowlanych lekkiej konstrukcji. Podłoże to wymaga szczegółowych badań geotechnicznych; obciążenia dopuszczalne wynoszą od 0,05 MPa do 0,30 MPa.

3. Grunty nośne – serie: 15, 16, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 32, 34, 35, 36.

Do gruntów nośnych należą plejstoceni osady lodowcowe i wodnolodowcowe oraz utwory starszego (przedczwartorzędowego) podłoża, skonsolidowane gliny morenowe oraz wodnolodowcowe grunty piaszczyste i żwirowe znajdujące się przeważnie w stanie zagęszczonym. Podłoże zbudowane z tych gruntów jest odpowiednie do posadowień bezpośrednich dla wszelkiego typu obiektów budowlanych.

Orientacyjne wartości obciążeń dopuszczalnych gruntów przyjęto według tabeli 12.2 – Z. Wiłun, „Zarys geotechniki” (1987 r.), zgodnie z „Instrukcją sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach”, Ministerstwo Środowiska (1999 r.).

Na mapach warunków budowlanych klasyfikacja została przedstawiona w formie odrębnych barwnych obszarów stosownie do wydzielen przedstawionych wyżej.

Warunki budowlane oceniono także w oparciu o występowanie wód podziemnych na głębokości 2 m.

Analizując powyższe elementy ustalono przydatność gruntów na potrzeby budownictwa. Warunki budowlane sklasyfikowano w następujący sposób:

1. Warunki niekorzystne

Są to obszary występowania gruntów nienośnych bez względu na głębokość położenia wód podziemnych, tereny podmokłe i zabagnione oraz nasypy. Wyklucza się możliwość fundamentowania bezpośredniego obiektów wszelkiego typu.

2. Warunki mało korzystne

Są to obszary występowania gruntów słabonośnych (bez względu na głębokość położenia zwierciadła wód podziemnych) oraz gruntów nośnych przy jednoczesnym występowaniu wody podziemnej na głębokości do 2 m. Występuje tu możliwość posadowień bezpośrednich obiektów budownictwa lekkiego przy konieczności przeprowadzenia szczegółowych badań geotechnicznych oraz ewentualnym odwodnieniu terenu na czas budowy i wzmocnieniu podłoża.

3. Warunki korzystne

Są to obszary występowania gruntów nośnych wraz z jednoczesnym występowaniem wód podziemnych na głębokości poniżej 2 m. Możliwość posadowienia obiektów wszelkiego typu.

Rycina 10 przedstawia fragment mapy warunków budowlanych na głębokości 2 m w skali 1 : 50 000.

7. Mapy terenów zagrożonych i wymagających ochrony w skali 1 : 50 000

Mapy te zostały wykonane na podstawie map uzyskanych z dwóch źródeł:

- Mapy sozologicznej, wydanej przez Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne GEOMAT Sp. z o.o. w Poznaniu, dostępnej na stronie internetowej Urzędu Miasta Poznania
- Map ze Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego miasta Poznań dostępnej na stronie internetowej Miejskiej Pracowni Urbanistycznej w Poznaniu.

Mapy te zawierają istotne elementy środowiska przyrodniczego – przedstawiają tereny objęte różnymi formami ochrony, komponenty środowiska, które uległy degradacji, inwestycje szczególnie uciążliwe dla środowiska, formy rekultywacji środowiska, a także obszary bezpośredniego zagrożenia powodzią.

Mapy te wprowadzają cenne informacje, które są istotne podczas planowania przestrzennego – ukazują przede wszystkim tereny, na których ze względu na zagrożenia oraz

ochronę środowiska istnieją ograniczenia lub nie ma możliwości projektowania obiektów budowlanych.

Rycina 11 przedstawia fragment mapy terenów zagrożonych i wymagających ochrony w skali 1 : 50 000.

8. Mapy zagospodarowania powierzchni terenu w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000

Mapy te przedstawiają formy zagospodarowania terenu. Zostały one wykonane na podstawie map pozyskanych z Miejskiej Pracowni Urbanistycznej w Poznaniu oraz na podstawie Miejscowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego. Przedstawiono tu m.in. tereny mieszkaniowe, tereny usługowe, tereny przemysłowe, tereny sportu i rekreacji, tereny komunikacji i urządzeń infrastruktury technicznej, tereny otwarte, formy ochrony, strefy ograniczonego użytkowania. Mapy obejmują jedynie arkusze, które były objęte Miejscowym Planem Zagospodarowania Przestrzennego.

Mapy te odzwierciedlają obecny sposób użytkowania i zagospodarowania terenu, a także przedstawiają tereny, na których możliwe jest planowanie różnego rodzaju inwestycji.

Po opracowaniu wszystkich arkuszy, do druku przeznaczono wyłącznie te zawierające informację merytoryczną .

Rycina 12 przedstawia fragment mapy zagospodarowania powierzchni terenu w skali 1 : 50 000.

9. Mapy stopnia udokumentowania terenu w skali 1: 50 000

Stopień udokumentowania terenu policzono na podstawie ilości otworów i ich średniej gęstości na 1 km² dla poszczególnych arkuszy. Na wielu arkuszach obejmujących obrzeża Poznania i fragmenty gmin przyległych średnia gęstość punktów na 1 km² wynosi poniżej 10. Na kilku arkuszach obejmujących tereny centralne Poznania średnia gęstość wynosi powyżej 100 otworów na 1 km². W opracowaniu przyjęto następującą klasyfikację: 0-20 otw./km² – teren słabo udokumentowany, 20-40 otw./km² – teren udokumentowany, powyżej 40 otw./km² – teren dobrze udokumentowany.

Rycina 13 przedstawia fragment mapy stopnia udokumentowania terenu w skali 1 : 100 000.

10. Mapy stropu utworów plioceńskich oraz mapy głębokości do utworów plioceńskich w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000

Występowanie utworów plioceńskich na obszarze Poznania przedstawiono w atlasie w dwojaki sposób - na mapach stropu utworów plioceńskich oraz na mapach głębokości do utworów plioceńskich.

Serię plioceńską na analizowanym obszarze tworzą w przewadze ility. Są to ility i ility pylaste szaroniebieskie lub szarozielone oraz ility poznańskie szaroniebieskie, szarozielone lub pstre. W strefie rowu poznańskiego miąższość iłłów plioceńskich wynosi 110 m, a na jego skrzydłach 30-40 m. W części południowo-zachodniej i południowo-wschodniej obszaru, ility plioceńskie zostały całkowicie usunięte lub zredukowane do kilkumetrowej miąższości przez plejstoceniową erozję subglacjalną. W północnej części obszaru oraz na zboczach doliny Warty, w strefie zaburzeń glacitektonicznych, ility występują na powierzchni.

Pliocene ility poznańskie w południowej części obszaru zrzucone są uskokowo do rowu tektonicznego o 35 m, a w części północnej o ok. 20 m (na granicy dwóch wielkich jednostek tektonicznych: monokliny przedsudeckiej i niecki mogileńsko-łódzkiej powstał 2-3 km szerokości rów tektoniczny przebiegający południkowo przez środek analizowanego obszaru ciągnący się po Gostyń). Obniżanie się dna rowu trwało przez znaczny okres sedymentacji serii poznańskiej i jej miąższość w strefie rowu jest największa. Ukształtowanie stropu tej serii sugeruje, że w końcowym okresie jej sedymentacji aktywność tektoniczna ustała.

Opracowane mapy utworów plioceńskich wykonano na podstawie otworów wpisanych do bazy danych geologiczno-inżynierskich. Na mapach tych przedstawiono zgeneralizowane ukształtowanie powierzchni utworów plioceńskich na obszarze Poznania i części sąsiednich gmin. Naniesiono punkty na podstawie których wykonano interpretację za pomocą programu ArcView z zastosowaniem metody „krigingu” – dzięki temu widoczne są obszary występowania deniwelacji powierzchni stropu utworów plioceńskich. W rejonie gdzie gęstość punktów jest duża przedstawione ukształtowanie powierzchni utworów plioceńskich jest bardziej zbliżone do rzeczywistego obrazu. Im mniejsza gęstość punktów dokumentacyjnych, tym mniejsza jest dokładność przedstawionej powierzchni. Większa wiarygodność odzwierciedlenia ukształtowania powierzchni utworów plioceńskich występuje w centralnej części Poznania, gdzie zagęszczenie otworów jest duże (arkusze: Poznań-Stare Miasto, Poznań-Rataje, Poznań-Piątkowo, Poznań-Naramowice, Poznań-Grunwald). Na

obszarach o słabym udokumentowaniu informacje z mapy mogą służyć wyłącznie jako orientacyjne.

Największa głębokość do serii plioceńskiej wynosi 111 m. Minimalna rzędna stropu iłó w wynosi 30 m pod poziomem morza, a maksymalna 140 m nad poziomem morza.

Rycina 14 przedstawia fragment mapy stropu utworów plioceńskich w skali 1 : 50 000, a rycina 15 - fragment mapy głębokości do utworów plioceńskich w skali 1 : 50 000.

11. Mapy gruntów słabych w skali 1 : 10 000 oraz w skali 1 : 50 000

Mapy gruntów słabych przedstawiają obszary ich występowania. Do gruntów słabych zaliczono:

- grunty organiczne,
- grunty niespoiste w stanie luźnym,
- grunty spoiste w stanie miękkoplastycznym lub płynnym.

Na mapach tych obok każdego punktu dokumentacyjnego, w którym nawiercono grunty słabe, opisano symbol gruntu oraz głębokość w metrach od powierzchni terenu do spągu warstwy. Ponadto odrębnymi kolorami zaznaczono otwory, w których miąższości warstwy gruntu słabego wynoszą: 0-1 m, powyżej 1 do 3 m, powyżej 3 m.

Po opracowaniu wszystkich arkuszy, do druku przeznaczono wyłącznie te zawierające informację merytoryczną .

Rycina 16 przedstawia fragment mapy gruntów słabych w skali 1 : 10 000.

12. Mapy kwasowości gleb w skali 1 : 50 000

Mapy kwasowości gleb zostały wykonane na podstawie danych z Atlasu Geochemicznego Poznania i okolic opracowanego przez Państwowy Instytut Geologiczny w 2005 roku. Na mapach tych przedstawiono kwasowość gleb (pH) w przedziałach: 3,8-5,0 (bardzo kwaśne), 5,0-6,0 (kwaśne), 6,0-6,7 (lekko kwaśne), 6,7-7,4 (obojętne), 7,4-9,3 (alkaliczne).

Rycina 17 przedstawia fragment mapy kwasowości gleb w skali 1 : 50 000.

13. Mapy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi w skali 1 : 50 000

Mapy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi wykonano podobnie jak mapy kwasowości gleb na podstawie danych z Atlasu Geochemicznego Poznania i okolic opracowanego przez Państwowy Instytut Geologiczny w 2005 roku. Na mapach tych przedstawiono zanieczyszczenie gleb wybranymi metalami ciężkimi, tj. ołów, glin, miedź, rtęć i cynk. Zestawiono miejsca, gdzie występują wysokie stężenia w/w metali ciężkich w glebach.

Rycina 18 przedstawia fragment mapy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi w skali 1 : 50 000.

14. Mapy zanieczyszczeń wód powierzchniowych metalami ciężkimi oraz Mapy zanieczyszczeń wód powierzchniowych związkami pochodzenia rolniczego w skali 1 : 50 000

Mapy te wykonano również na podstawie danych z Atlasu Geochemicznego Poznania i okolic opracowanego przez Państwowy Instytut Geologiczny w 2005 roku.

Mapę zanieczyszczeń wód powierzchniowych metalami ciężkimi opracowano biorąc pod uwagę zawartość: miedzi, cynku, glinu, magnezu i żelaza.

Do wykonania mapy zanieczyszczeń wód powierzchniowych związkami pochodzenia rolniczego wybrano następujące wskaźniki: azotany, azotyny, fosfor, potas, sól.

Na mapach tych zestawiono miejsca, gdzie występują wysokie stężenia w/w metali ciężkich oraz w/w związków pochodzenia rolniczego w wodach powierzchniowych.

Rycina 19 przedstawia fragment mapy zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami pochodzenia rolniczego w skali 1 : 50 000.

15. Szkic geomorfologiczny w skali 1 : 50 000.

Szkic geomorfologiczny został wykonany na podstawie objaśnień do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, tj.:

- ✓ *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Kórnik. Bartczak E., 1993. PIG, Warszawa.*

- ✓ *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Mosina.* Chachaj J., 1996. PIG, Warszawa.
- ✓ *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Poznań.* Chmal R., 1997. PIG, Warszawa.
- ✓ *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Swarzędz.* Cincio Zb., 1996. PIG, Warszawa.
- ✓ *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Buk.* Gogołek W., 1993. PIG, Warszawa.
- ✓ *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Oborniki Wielkopolskie.* Skompski S., 1993. PIG, Warszawa.

W w/w objaśnieniach zostały przedstawione szkice geomorfologiczne w skali 1 : 100 000 dla poszczególnych arkuszy map wchodzących w skład Szczegółowej mapy geologicznej Polski. Szkice te zostały zeskanowane, złożone i poddane obróbce cyfrowej. Dla potrzeb niniejszego atlasu wykonano szkic geomorfologiczny w skali 1 : 50 000, na którym przedstawiono wybrane najważniejsze struktury geomorfologiczne, m.in. doliny rzeczne, wysoczyzny polodowcowe, sandry.

Rycina 22 przedstawia fragment mapy zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami pochodzenia rolniczego w skali 1 : 50 000

7.3. Przekroje geologiczno-inżynierskie

Utworzona baza danych pozwala na wykonanie w programie GEOSTAR dowolną ilość przekrojów przez dowolnie wybrane otwory.

W ramach pracy wykonano 7 przekrojów geologiczno-inżynierskich w skali pionowej 1 : 500 oraz skali poziomej 1 : 10 000. Przekroje te w sposób syntetyczny przedstawiają schemat budowy geologicznej Poznania oraz wydzielone serie geologiczno-inżynierskie wraz ze stanami gruntów. Przebieg linii przekrojów wytyczono tak, aby uwzględnić różnorodność i złożoność budowy geologicznej Poznania (przebieg linii przekrojów: W-E i S-N).

Istotnymi informacjami poza podanymi na przekrojach seriami, nazwami i stanami gruntów, są także informacje dotyczące występowania zwierciadła wód podziemnych,

nasypów, gruntów słabych. Parametry geotechniczne wydzielonych serii przedstawiono w tabeli wyników badań laboratoryjnych.

Przekroje geologiczno-inżynierskie są pomocne podczas rozwiązywania konkretnych zagadnień inżynierskich, tj. np. nośności i osiadań w przypadku posadawiania obiektów budowlanych, stateczności w przypadku wykonywania i zabezpieczania skarp, a także warunków filtracji w przypadku budowy składowisk, budowy dróg itp.

Przebieg linii przekrojów przedstawiono na mapie dokumentacyjnej, mapach gruntów na głębokościach 1, 2, i 4 m oraz na mapie warunków budowlanych.

Rycina 20 przedstawia fragment przekroju geologiczno-inżynierskiego nr V w skali pionowej 1 : 500 i skali poziomej 1 : 10 000.

7.4. Procesy geodynamiczne

W obrębie Poznania w przeszłości prowadzone były badania aktywności procesów geodynamicznych m.in. osuwisk na zboczach Doliny Warty (31 za B. Chudziński, 1929). W latach 70-dziesiątych [za 31] wyznaczono w rejonie Czerwonaka i Naramowic obszary potencjalnych osuwisk. W wyniku tych badań stwierdzono, iż nie występują na omawianym obszarze czynne procesy osuwiskowe.

W kształtowaniu form podłoża czwartorzędowego obszaru Poznania odegrała dużą rolę glacitektonika. Zaburzenia glacitektoniczne występują głównie na obszarach wzniesień podłoża - wzgórz morenowych, w okolicach Moraska. W strefie przykrawędziowej Doliny Warty występują zaburzenia glacitektoniczne utworów plioceńskich odsłaniających się na powierzchni. W tych rejonach zmienność litologiczna osadów oraz obniżone własności fizyko-mechaniczne, spowodowane spękaniem, zlustrowaniem oraz zbrekcjonowaniem osadów, powodują, iż warunki posadowienia obiektów budowlanych na tych obszarach można uznać za trudne.

W trakcie prac terenowych prowadzonych w ramach realizacji niniejszego opracowania nie stwierdzono aktywnych procesów geodynamicznych, a w związku z tym nie zaznaczono na „Mapie warunków budowlanych na głębokości 2 m” (mapy tematyczne nr 9a i 9b) występowania tego typu procesów. Pamiętać trzeba jednak o projektowaniu szczegółowych badań geologiczno-inżynierskich w strefach przykrawędziowych Doliny Warty oraz w rejonie „wzgórz” morenowych w okolicach Moraska.

8. Charakterystyka warunków hydrogeologicznych

W obrębie Poznania występują dwa użytkowe piętra wodonośne: czwartorzędowe i trzeciorzędowe.

Pierwsze użytkowe piętro czwartorzędowe obejmuje poziomy: wód gruntowych, międzyglinowy górny i międzyglinowy środkowy.

Poziom wód gruntowych występuje w utworach piaszczysto-żwirowych tarasów i dolin rzecznych, a także w osadach sandru. Miąższość tego poziomu wynosi średnio ok. 10 m, a zwierciadło swobodne znajduje się na głębokości od 0,6 do 12,0 m p.p.t., wahania sezonowe powodują zmiany o amplitudzie 0,5 - 1,5 m. Zasilanie poziomu odbywa się przez infiltrację opadów i drenaż głębszych poziomów na terenie obniżen dolinnych. Poziom drenowany jest przez wszystkie ciek i jeziora. Poziom ten jest wykorzystywany tylko przez infiltracyjne ujęcie wody „Dębina” ze względu na silne zanieczyszczenie antropogeniczne.

Poziom międzyglinowy górny obejmuje osady piasków i żwirów fluwioglacjalnych i rzecznych, które rozdzielają gliny zlodowacenia bałtyckiego od środkowopolskiego. Poziom ten znajduje się głównie w obrębie Poznania i jest głównym poziomem wodonośnym. Jego miąższość waha się od 5 do 20 m. Poziom międzyglinowy górny występuje na głębokości ok. 5 - 15 m p.p.t. i jest przykryty warstwą glin zlodowacenia bałtyckiego. Zwierciadło napięte poziomu międzyglinowego górnego występuje na głębokości od 0,7 do 13 m p.p.t.. Zasilanie poziomu następuje na drodze przesączania się wód z powyżej leżącego poziomu gruntowego, a także poprzez infiltrację opadów przez nadkład glin. Drenowanie następuje w dolinach większych cieków.

Kolejny poziom - międzyglinowy środkowy występuje w obrębie serii piaszczysto-żwirowej wypełniającej kopalną dolinę Komorniki-Złotniki; miąższość tej serii wynosi 10 - 30 m. Jest to poziom wód naporowych będący na głębokościach od 15 do ok. 30 m p.p.t.; zwierciadło zalega na głębokości od 1 - 16 m p.p.t. W okolicach Złotnik oraz w Poznaniu (rejon Poznań-Rudnicze) występuje zwierciadło wody swobodne na głębokości 6 - 12 m p.p.t.. Poziom zasilany jest głównie poprzez przesączanie się wód przez gliny morenowe z leżących powyżej poziomów wodonośnych czwartorzędu i miejscami przez przepływ w oknie hydrologicznym oraz infiltrację opadów, w rejonach w których brakuje górnych poziomów wodonośnych.

Drugim piętrem użytkowym na obszarze arkusza Poznań jest piętro trzeciorzędowe - związane z nim jest występowanie miocęńskich i oligocęńskich poziomów wodonośnych.

Poziom mioceński występuje w obrębie piasków drobnoziarnistych i mułkowatych o miąższości od 70- 80 m., przedzielonych miejscami warstwami mułków i węgla brunatnych. Poziom mioceński występuje na głębokości od 50,0 do 150,0 m p.p.t.. Poziom ten jest poziomem subartezyjskim w miejscach wysoczyzn i artezyjskim w obrębie doliny Warty. W obrębie tego poziomu występuje zwierciadło wody napięte na głębokości od 2 do 30 m p.p.t. Ze względu na długą eksploatację i wiele samowypływów w dolinie Warty z niezlikwidowanych studni utworzył się duży lej w rejonie miasta Poznania. Dzięki zmniejszającemu się poborowi wody z poziomu mioceńskiego lej ten ulega dość szybkiemu spłyceniu. Poziom zasilany jest na drodze przesączania się wody z poziomów czwartorzędowych przez kompleks ilów poznańskich trzeciorzędu i glin morenowych czwartorzędu, a także poprzez przepływ w oknach hydrogeologicznych.

Drugim poziomem w obrębie drugiego piętra użytkowego jest poziom oligoceński. Poziom ten nie jest rozpoznany hydrogeologicznie. Tworzą go warstwy piaszczyste, których miąższość wynosi ok. 20 m na skrzydłach rowu oraz do ok. 50 m w rowie. Poziom ten jest połączony z poziomem mioceńskim i nie jest poziomem użytkowym.

Chemizm wód podziemnych

W obrębie Poznania przeprowadzono analizę chemizmu wód na podstawie próbnych pompowań z okresów budowy studni oraz na podstawie wyników analiz wód pobranych dla potrzeb Mapy Hydrogeologicznej Polski - Arkusz Poznań (2000). Analizę przeprowadzono dla poziomu międzyglinowego górnego, międzyglinowego środkowego oraz mioceńskiego.

Poziom wód gruntowych został scharakteryzowany na podstawie archiwalnych danych z rejonu Jeziora Kierskiego, dolin rzecznych, głównie doliny Warty oraz okolic Lubonia, a także na podstawie przeprowadzonych 40 analiz wód wykonanych na próbkach pobranych podczas wykonywanych wierceń uzupełniających (wiercenia wykonano w ramach tematu w latach 2005-2006). Ilość wykonanych analiz jest niewystarczająca do dokładnej oceny jakości wód gruntowych; na ich podstawie można jedynie dokonać przybliżonej opinii dotyczącej właściwości fizyko-chemicznych wód tego poziomu. Badane próbki wód jako środowisko dla betonu często wykazują słabą agresywność kwasową, węglanową, siarczanową i/lub magnezową, oraz czasami średnią lub silną agresywność siarczanową. Stężenie chlorków wynoszą 21,3-575,1 mgCl/dm³, stężenie siarczanów wynoszą 49,8-1554,7 mgSO₄/dm³.

Na podstawie archiwalnych danych z rejonu Jeziora Kierskiego, dolin rzecznych oraz okolic Lubonia, stwierdzono, że mineralizacja wód poziomu gruntowego wynosi 308-1091 mg/dm³. W rejonie Lubonia i w dolinie Strumienia Junikowskiego stężenie chlorków wynosi 2,0 - 50,0 mgCl/dm³, natomiast stężenie siarczanów waha się od 12,5-100,0 mgSO₄/dm³. Wielkość stężenia azotynów zawiera się w przedziale od 0,001-0,007 mgN_{NO₂}/dm³, stężenie azotanów wynosi 0,1-5,0 mgN_{NO₃}/dm³. Stężenie żelaza waha się w granicach 0,1-2,0 mgFe/dm³. Wody w rejonie Lubonia należą do klas jakości od Ib do III, ich zanieczyszczenie wynika z silnej urbanizacji obszaru. W rejonie ujęcia Dębina, wody gruntowe zanieczyszczone są azotem amonowym, potasem oraz substancjami organicznymi, zanieczyszczenia te związane są z wpływem ścieków z Zakładów Ziemniaczanych w Luboniu.

Wody gruntowe na terenach silnie zurbanizowanych najczęściej wykazują wysoki wpływ antropopresji poprzez podwyższenie stężeń takich wskaźników zanieczyszczeń jak np. siarczany, chlorki, azotany, fosforany, metale ciężkie, itd. W związku z tym, że wody gruntowe są silnie zanieczyszczone, do celów pitnych wykorzystywane są wody z głębszych poziomów odizolowanych od powierzchni utworami nieprzepuszczalnymi.

Wody poziomu międzyglinowego górnego są to wody o mineralizacji 309,0-1540,0 mg/dm³. Stężenie chlorków wynosi 18,0-120,0 mgCl/dm³, siarczanów 9,9-332,7 mgSO₄/dm³. W obrębie tego poziomu występuje podwyższona zawartość siarczanów > 300 mgSO₄/dm³ w rejonie Os. Kopernika; jest to związane z występowaniem wysypisk. Miejscami podwyższona jest zawartość azotanów (rejon Poznań-Strzeszyn, Naramowice); związane jest to z intensywnym nawożeniem gruntów przez rolników oraz obecnością starej zabudowy miejskiej. Wody tego poziomu zaliczane są do klasy jakości od IIb do III.

Wody poziomu międzyglinowego środkowego należą do wód średnietwardych i twardych 3,1-8,3 mval/dm³. Zawartość żelaza wynosi 0,7-3,0 mgFe/dm³, a siarczanów 2,5-170,0 mgSO₄/dm³. Ilość chlorków mieści się w przedziale od 0,1-59,0 mgCl/dm³. Stężenie azotanów mieści się w przedziale 0,01-0,3 mgN_{NO₃}/dm³. Wody poziomu międzyglinowego środkowego należą do II klasy jakości.

Mineralizacja wód poziomu miocenińskiego wynosi 223-802 mg/dm³, co wskazuje że są to wody słodkie lub akratepegi o twardości od 1,5-13,0 mval/dm³. Wody te nie nadają się do picia ponieważ zanieczyszczone są związkami humusowymi (strefa rowu tektonicznego Szamotuły - Poznań - Gostyń), wartość barwy wynosi od 2,5 do 20,0-30,0 mgPt/dm³. Stężenie chlorków na tym obszarze utrzymuje się w przedziale od 0,8-238,0 mgCl/dm³,

a zawartość siarczanów waha się w przedziale od 0,001-118,0 mgSO₄/dm³. W obrębie struktury rowu tektonicznego Poznania oraz w strefach uskoku występuje podwyższona zawartość siarczanów związana z dopływem wód chlorkowo-siarczanowych z podłoża. Azotany występują w przedziale od 0,001-2,0 mgN_{NO₃}/dm³, związki azotowe są w postaci amonowej i wahają się w przedziale od 0,001- 2,5 mgN_{NH₄}/dm³. Amoniak występujący w wodach poziomu mioceńskiego, na obszarze Poznania, jest pochodzenia geogenicznego. Zawartość żelaza występuje w przedziale od 0,001-4,0 mgFe/dm³, natomiast zawartość manganu mieści się w przedziale od 0,001-0,3 mgMn/dm³. W obrębie tego poziomu wydzielono klasy jakości na podstawie zawartości amoniaku, związków żelaza i manganu oraz występowaniu wód barwnych. Wody tego poziomu podzielono na 3 klasy: III klasę w rejonie rowu tektonicznego Szamotuły-Poznań-Gostyń, II klasę oraz Ib klasę (w rejonie północno-wschodnim, północno-zachodnim i południowo-wschodnim Poznania).

Źródłem zanieczyszczenia gruntów, wód powierzchniowych oraz podziemnych na obszarze Poznania są głównie: zabudowa mieszkalna oraz przemysłowa, zrzuty ścieków, wysypiska komunalne, wysypiska przemysłowe, wylewiska, cmentarze oraz stacje benzynowe, a także emisje gazów i pyłów przemysłowych oraz drogi i węzły komunikacyjne. Najwyższe stężenia azotanów, siarczanów i chlorków obserwuje się w rejonach starej zabudowy nieskanalizowanej.

Największe zagrożenia migracji zanieczyszczeń z powierzchni terenu do wód podziemnych występują na obszarach, gdzie utwory wodonośne są słabo odizolowane lub występuje całkowity brak izolacji. Taka sytuacja występuje w wielu miejscach analizowanego terenu. Stopień zagrożenia jest w takich przypadkach zależny od ilości, charakteru i rodzaju ognisk zanieczyszczeń.

Na podstawie danych z „Atlasu Geochemicznego Poznania i okolic” opracowanego przez Państwowy Instytut Geologiczny w 2005 roku wykonano w ramach niniejszego atlasu mapy kwasowości gleb, mapy zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi (ołów, glin, miedź, rtęć i cynk) oraz mapy zanieczyszczenia wód powierzchniowych związkami pochodzenia rolniczego i metalami ciężkimi.

9. Podsumowanie

Atlas geologiczno-inżynierski Poznania jest cyfrowym opracowaniem obejmującym zagadnienia związane z geologią inżynierską według zasad geograficznego systemu informacyjnego.

Zebrane w bazie dane są kompatybilne z Centralną Bazą Danych Geologicznych. W celu utworzenia bazy wykonano szereg prac związanych ze zbieraniem materiałów archiwalnych pochodzących z okresu od 1919 do 2006 roku. Znacznym utrudnieniem tych prac było rozproszenie archiwów, w których znajdują się materiały dotyczące geologii inżynierskiej i geotechniki. Zmiany zachodzące w gospodarce przyczyniły się do rozproszenia archiwów różnych firm i instytucji, a także zniszczenia lub zagubienia wielu materiałów w następstwie likwidacji niektórych firm zajmujących się geologią.

Po zebraniu materiałów archiwalnych dokonano analizy oraz selekcji i wyboru informacji przydatnych do opracowania bazy danych i atlasu geologiczno-inżynierskiego.

W oparciu o utworzoną bazę danych opracowano zbiór map tematycznych. Podczas opracowywania poszczególnych map wzorowano się na „Atlasie geologiczno-inżynierskim Warszawy” (Warszawa, 2000r.) oraz na „Instrukcji wykonywania techniką komputerową – Atlasy geologiczno-inżynierskie dla miast” (Warszawa, 2000r.). Dla potrzeb niniejszego atlasu po komputerowym przetworzeniu danych i automatycznym wykonaniu poszczególnych map, dokonywano ręcznych korekt zgodnie z zasadami geologicznymi, następnie wprowadzano naniesione poprawki przy pomocy digitalizacji.

Reasumując, opracowany atlas w wersji komputerowej, stanowi kompleksową ocenę warunków geologiczno-inżynierskich Poznania i części gmin przyległych. Dużą zaletą atlasu jest fakt, że jest on opracowany w wersji cyfrowej. Dzięki temu do opracowanej bazy danych możliwy jest łatwy dostęp, na bieżąco można uzupełniać bazę o nowo pozyskane materiały geologiczno-inżynierskie i rozszerzać informacje w niej zawarte, umożliwia także badania wzajemnych korelacji oraz dokonywanie obliczeń statystycznych. Istnieje także możliwość wglądu oraz wydruku dowolnego wycinka poszczególnych map i przekrojów w dowolnej skali, jak również poszczególnych otworów dokumentacyjnych.

Atlas geologiczno-inżynierski będzie niezwykle przydatny podczas opracowywania zagospodarowania przestrzennego zarówno dla całego Poznania, jak również dla poszczególnych obszarów. Może on więc być pomocny dla władz samorządowych w zakresie

racjonalnego planowania przestrzennego i ochrony środowiska, a także może posłużyć ocenie wstępnych warunków gruntowo-wodnych podłoża budowlanego dla planowanych inwestycji.

10. Literatura

1. *Atlasy geologiczno-inżynierskie dla miast – instrukcja wykonywania techniką komputerową*. Warszawa 2000.
2. *Atlasy geologiczno-inżynierskie dla miast – instrukcja wykonywania techniką komputerową (instrukcja rozszerzona)*. Katowice, Warszawa, Wrocław 2005.
3. Bartczak E., 1993: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Kórnik z objaśnieniami*. PIG, Warszawa.
4. Chachaj J., 1996: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Mosina z objaśnieniami*. PIG, Warszawa.
5. Chmal R., 1997: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Poznań z objaśnieniami*. PIG, Warszawa.
6. Cincio Zb., 1996: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Swarzędz z objaśnieniami*. PIG, Warszawa.
7. Dąbrowski S., Trzeciakowska M., Straburzyńska R., 2000: *Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Poznań z objaśnieniami*. Warszawa.
8. Gogołek W., 1993: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Buk z objaśnieniami*. PIG, Warszawa.
9. *Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach*. MŚ, PIG, Warszawa 1999.
10. *Instrukcja opracowania i wydania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000*. MŚ, PIG, Warszawa 1996
11. Kondracki J., 2002: *Geografia Regionalna Polski*. PWN, Warszawa.
12. Lis J., Pasieczna A., 2005: *Atlas Geochemiczny Poznania i okolic*. PIG, Warszawa.
13. Myślińska E., 2001: *Laboratoryjne badania gruntów*. PWN, Warszawa.
14. *Prawo geologiczne i górnicze* (Dz. U. nr 27 poz. 96) z późniejszymi zmianami.
15. PN-B-02479 – *Geotechnika – Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne*.
16. PN-B-02481 – *Geotechnika – Terminologie podstawowe, symbole literaturowe, jednostki miar*.
17. PN-81/B-03020 - *Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednio budowli*.
18. PN-B-04452 – *Geotechnika. Badania Polowe*.

19. PN-EN ISO 14688-1- *Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 1: Oznaczanie i opis.*
20. PN-EN ISO 14688-2 - *Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Część 2: Zasady klasyfikowania.*
21. Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie *ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych* (Dz. U. Nr 126 poz. 839).
22. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie *projektów prac geologicznych* (Dz. U. nr 153 poz. 1777).
23. Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie *szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać dokumentacje hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie* (Dz. U. nr 201 poz. 1673).
24. Różycki S. Z., (red.), 1972: *Plejstocen Polski Środkowej*. PWN, Warszawa.
25. Skompski S., 1993: *Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusze Oborniki Wielkopolskie z objaśnieniami*. PIG, Warszawa.
26. Wiłun Z., 1987: *Zarys geotechniki*. PWN, Warszawa.
27. Wysokiński L., 2004: *Seminarium - Dokumentowanie geotechniczne na potrzeby obiektów budowlanych w gospodarce przestrzennej i infrastrukturze*. ITB, Warszawa.
28. Wysokiński L., 2003: *Seminarium - Nowoczesne metody badań gruntów*. ITB, Warszawa.
29. Zespół Państwowego Instytutu Geologicznego oraz Zespół Instytutu Techniki Budowlanej. *Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy*. Warszawa 2000.
30. Zespół Katowickiego Przedsiębiorstwa Geologicznego, Zespół Państwowego Instytutu Geologicznego, Zespół Przedsiębiorstwa Geologicznego PROXIMA S.A., Soft-Projekt. *Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z opracowaniem atlasu geologiczno-inżynierskiego Aglomeracji Katowickiej*. Katowice 2005.
31. Żylińska J., Graniczny M., 1973: „*Atlas geologiczno-inżynierski Poznania*” . PIG, Warszawa.

Ryciny 2 – 22