



PROXIMA

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY
00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4,
tel.: +48 22 849 53 51, fax. +48 22 849 53 42,
www.pgi.gov.pl

PRZEDSIĘBIORSTWO GEOLOGICZNE
we WROCŁAWIU PROXIMA S.A.
50-056 Wrocław, ul. Wierzbowa 15,
tel.: +48 71 344 96 00, fax. +48 71 344 96 05,
www.pg-proxima.pl.

CZĘŚĆ TEKSTOWA DLA OPRACOWANIA
BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH
WRAZ Z OPRACOWANIEM
ATLASU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO
AGLOMERACJI ŁÓDZKIEJ

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



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



Sfinansowano ze środków
Narodowego Funduszu Ochrony
Środowiska i Gospodarki Wodnej

Opracował zespół pod kierunkiem:
mgr Krzysztof Majer

Warszawa, czerwiec 2012

**BAZA DANYCH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH
WRAZ Z OPRACOWANIEM
ATLASU GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEGO
AGLOMERACJI ŁÓDZKIEJ**

SKŁAD ZESPOŁU:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy

dr Zbigniew Frankowski, upr. geol. 06 0295
dr Edyta Majer, upr. geol. VI-0412
mgr Michał Jaros, upr. geol. VII-1499
mgr Piotr Gałkowski, upr. geol. VII-1507
mgr Alicja Lewandowska
mgr Marta Chada
mgr Monika Madej, upr. geol. VII-1569
mgr Krzysztof Majer, upr. geol. VI-0418
mgr Grzegorz Olesiuk, upr. geol. V-1750
mgr Paweł Pietrzykowski, upr. geol. VII-1500
mgr Adam Roguski, upr. geol. VII-1510
mgr Izabela Sameł, upr. geol. VII-1503

Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA S.A.

mgr Jerzy Goldsztejn, upr. geol. 06 0292
mgr Aleksandra Ryszkiewicz
mgr Małgorzata Supel, upr. geol. VI-0361
mgr inż. Janusz Supel, upr. geol. VI-0325
mgr inż. Marek Zarębski, upr. geol. VI-0335

Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. w Krakowie

mgr inż. Łukasz Cempura, upr. geol. XI-0085
mgr inż. Jarosław Kos, upr. geol. VI-0402, V-1614
mgr inż. Agnieszka Przybycień, upr. geol. XI-0154
Zbigniew Jaskólski, upr. geol. 07 0965

SPIS TREŚCI

1	Wstęp	7
2	Cel prac	7
3	Zakres i metodyka opracowania	8
3.1	Baza danych geologiczno-inżynierskich	8
3.2	Prace terenowe	10
3.3	Badania laboratoryjne	11
3.1	Prace kameralne	12
4	Ogólna charakterystyka aglomeracji łódzkiej	29
4.1	Fizjografia	29
4.2	Geomorfologia	31
4.3	Hydrografia	34
4.4	Budowa geologiczna	34
4.5	Warunki hydrogeologiczne	39
5	Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich	44
5.1	Serie geologiczno-inżynierskie	44
5.2	Mapy tematyczne	52
5.3	Przekroje geologiczno-inżynierskie	60
6	Obszary perspektywiczne do dalszego dokumentowania	61
7	Podsumowanie	61
8	Literatura	64

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW GRAFICZNYCH

Załącznik 1.	Mapa lokalizacyjna	skala 1:100 000
Załącznik 2	Mapa dokumentacyjna	skala 1:10 000
Załącznik 3a	Mapa geologiczno-inżynierska na głębokości 1 m p.p.t.	skala 1:10 000
Załącznik 3b	Mapa geologiczno-inżynierska na głębokości 2 m p.p.t.	skala 1:10 000
Załącznik 3c	Mapa geologiczno-inżynierska na głębokości 4 m p.p.t.	skala 1:10 000
Załącznik 4	Mapa utworów antropogenicznych	skala 1:10 000
Załącznik 5.	Mapa położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych	skala 1:10 000
Załącznik 6.	Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t.	skala 1:10 000
Załącznik 7.	Mapa zagospodarowania powierzchni terenu	skala 1:10 000
Załącznik 8.	Mapa terenów zagrożonych i wymagających ochrony	skala 1:10 000
Załącznik 9.	Mapa geohydrodynamiki pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego	skala 1:10 000
Załącznik 10.	Mapa regionalizacji hydrogeologicznej	skala 1:100 000
Załącznik 11.	Mapa geomorfologiczna	skala 1:100 000
Załącznik 12.	Mapa zakresu udokumentowania terenu	skala 1:100 000
Załącznik 13.	Przekroje geologiczno-inżynierskie	skala 1:10 000 / 1:500
13.1	Przekrój I – I'	
13.2	Przekrój II – II'	
13.3	Przekrój III – III'	
13.4	Przekrój IV – IV'	

1 Wstęp

Opracowanie pod nazwą „Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z opracowaniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji łódzkiej” zostało wykonane na podstawie umowy nr 286/2009/Wn-07/FG-go-tx/D z dnia 10 lipca 2010 r. zawartej pomiędzy Ministrem Środowiska, jako Zamawiającym, Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, jako Finansującym z jednej strony a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym jako Liderem Konsorcjum, którego członkami są ponadto Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA S.A oraz Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. w Krakowie. Opracowanie jest zgodne z „Kartą informacyjną przedsięwzięcia z dziedziny geologii”, stanowiącej załącznik nr 1 do wyżej wymienionej umowy.

Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji łódzkiej wykonany został w oparciu o „Instrukcję sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich dla miast techniką komputerową” opracowaną przez Państwowy Instytut Geologiczny i Instytut Techniki Budowlanej w 2000 r. (zaktualizowana w 2006 r.).

2 Cel prac

Celem prac było wykonanie atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji łódzkiej pod nazwą „Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z opracowaniem atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji łódzkiej”, składającego się z części tekstowej i zestawu map tematycznych w skali 1:10 000 i innych wykonanych cyfrową techniką GIS.

Dla osiągnięcia tego celu zebrano, uporządkowano i przeanalizowano dostępne dane archiwalne, a następnie stworzono cyfrową bazę danych geologiczno-inżynierskich stanowiącą podstawę opracowania. W atlasie geologiczno-inżynierskim aglomeracji łódzkiej przedstawiono kompleksową ocenę warunków geologiczno-inżynierskich na tle budowy geologicznej i warunków wodnych w oparciu o zebrane materiały archiwalne.

Wyniki prac przedstawiono w formie graficznej i opisowej. Część graficzna zawiera mapy tematyczne dla obszaru aglomeracji łódzkiej oraz przekroje geologiczno-inżynierskie.

Wykonany zestaw map tematycznych pozwala na ocenę warunków geologiczno-inżynierskich i może być wykorzystany przy planowaniu zagospodarowania przestrzennego aglomeracji łódzkiej, a także przy podejmowaniu we wstępnych etapach decyzji lokalizacyjnych inwestycji dla wszelkiego typu budownictwa.

W części tekstowej zostały omówione istotne elementy składające się na warunki geologiczno-inżynierskie aglomeracji z uwzględnieniem specyfiki tego regionu.

3 Zakres i metodyka opracowania

Granice aglomeracji łódzkiej obejmują swym zasięgiem obszar powiatu grodzkiego miasta Łódź. Opracowanie obejmuje ponadto fragmenty graniczących z nim gmin powiatów: łódzkiego wschodniego (gminy Nowosolna, Andrespol, Brójce i Rzgów); zgierskiego (gminy Zgierz – miasto, Aleksandrów Łódzki – miasto, Aleksandrów Łódzki – gm. wiejska); pabianickiego (gminy Ksawerów, Pabianice – miasto, Pabianice, Konstantynów Łódzki). Łączna powierzchnia wyznaczonej aglomeracji wynosi 505,83 km².

3.1 Baza danych geologiczno-inżynierskich

Wstępnym etapem opracowania bazy danych było określenie jej struktury oraz zakresu i rodzaju przetwarzanych informacji.

Głównym elementem w procesie tworzenia bazy było zebranie, uporządkowanie a następnie weryfikacja i analiza dostępnych materiałów archiwalnych. Zgromadzone dane pochodziły z archiwów różnych instytucji, firm państwowych i komercyjnych.

Do opracowania atlasu wykorzystano materiały archiwalne pochodzące z długiego przedziału czasowego, obejmujące okres ostatnich pięćdziesięciu lat. W trakcie analizy i krytycznej oceny materiałów natrafiono na szereg trudności związanych z brakiem możliwości jednoznacznej lokalizacji otworów archiwalnych oraz ich rzędnych wysokościowych. Istotnym problemem były także ograniczone możliwości w pozyskiwaniu archiwalnych opracowań geotechnicznych, wynikające z obowiązujących regulacji prawnych (brak obowiązku archiwizacji), lub też braku dobrej woli w ich udostępnianiu ze strony firm wykonawczych.

W trakcie zbierania materiałów archiwalnych przejrano ponad 1700 opracowań geotechnicznych, geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, fizjograficznych i złożowych. Do bazy danych wyselekcjonowano 27 110 archiwalnych otworów badawczych.

Podczas tworzenia bazy danych dokonywano na bieżąco analizy stanu rozpoznania terenu w granicach aglomeracji łódzkiej. W jej wyniku wytypowano obszary słabo rozpoznane i zaprojektowano wykonanie dodatkowych otworów wiertniczych. Przy typowaniu terenów do badań uwzględniono aktualne miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego oraz liczbę i rozkład w przestrzeni otworów archiwalnych. Na potrzeby atlasu odwiercono dodatkowo 278 otworów.

Łączny metraż odwierconych i wybranych do opracowania otworów badawczych wyniósł ponad 380 000 mb.

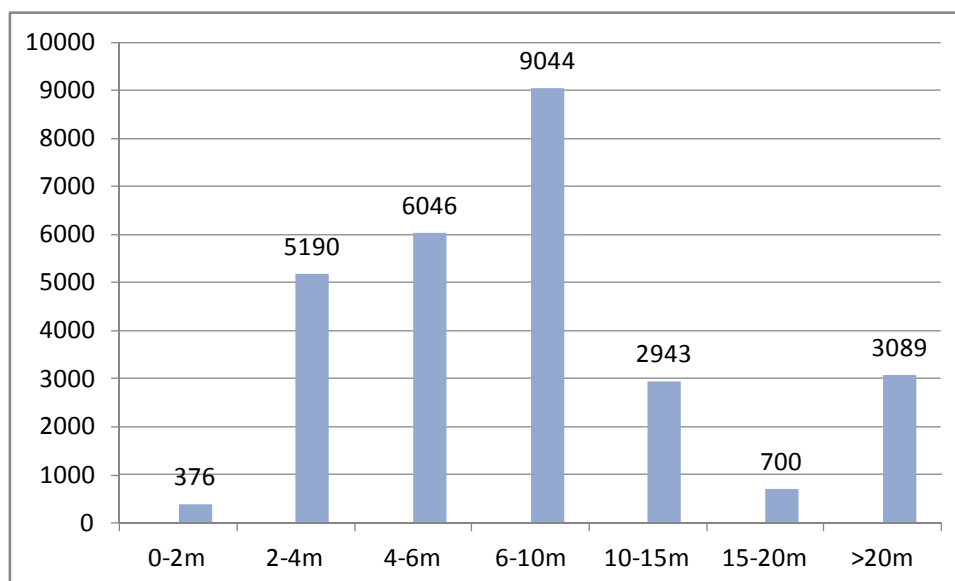
Spośród 27 388 otworów badawczych 21 021 znalazło się w obrębie miasta Łodzi (powiat grodzki), 1002 w powiecie łódzkim wschodnim, 2460 w powiecie pabianickim i 2905 w powiecie zgierskim. Liczba otworów archiwalnych dla poszczególnych arkuszy jest różna w zależności od stopnia zagospodarowania terenu - od 30 (arkusz FLO – Florentynów, M-34-3-D-c-1) do 3160 otworów (arkusz LSR – Łódź Śródmieście, M-34-D-b-4).

Średnia gęstość rozpoznania wynosi ponad 50 otworów/km² powierzchni wyznaczonej aglomeracji. Taka gęstość rozpoznania spełnia wymagania „Instrukcji wykonywania atlasów geologiczno-inżynierskich dla miast techniką komputerową” w skali 1:10 000 dla złożonej budowy geologicznej.

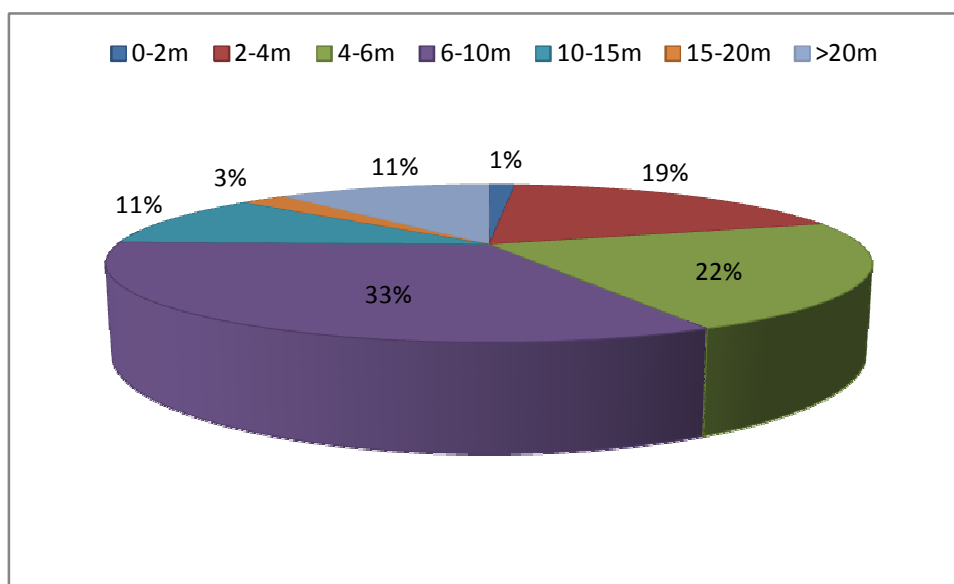
Głębokość otworów należących do bazy danych atlasu jest zróżnicowana i mieści się w przedziale od 0,9 m do ponad 900,0 m. Liczbę otworów w poszczególnych przedziałach głębokości przedstawiono na rysunku 1. Największa liczba otworów jest w przedziale od 6 do 10 m (Rys. 1), co stanowi około 33 % całkowitej ilości otworów (Rys. 2).

Lokalizację otworów archiwalnych i odwierconych na potrzeby atlasu przedstawiono na 33 arkuszach mapy dokumentacyjnej (na podkładzie topograficznym) w skali 1:10 000. Przy dużym zagęszczeniu otworów zastosowano dodatkowo skalę 1:5000 (Zał. 2).

Profile otworów, z podaniem litologii gruntów, ich podstawowych parametrów fizyczno-mechanicznych oraz genezy wraz z określeniem serii geologiczno-inżynierskich wprowadzono do komputerowej Centralnej Bazy Danych Geologicznych (CBDG). Karty otworów archiwalnych wykonano za pomocą programu Geostar.



Rys. 1 Liczba otworów w poszczególnych przedziałach głębokości



Rys. 2 Procentowy udział otworów w poszczególnych przedziałach głębokości

3.2 Prace terenowe

Zakres prac terenowych obejmował w pierwszym etapie przeprowadzenie wizji lokalnej terenu badań w celu weryfikacji danych archiwalnych i ustalenia ich zgodności z aktualną sytuacją w terenie. W głównej mierze dotyczyło to korekty lokalizacji i rzędnych wysokościowych otworów archiwalnych. Zarówno podczas wizji terenowej jak i w materiałach archiwalnych nie stwierdzono zagrożeń z punktu widzenia geologii inżynierskiej.

Podczas tworzenia bazy danych dokonano analizy stanu rozpoznania terenu w granicach wyznaczonego obszaru aglomeracji łódzkiej. W jej wyniku wytypowano obszary słabo rozpoznane i zaprojektowano wykonanie dodatkowych otworów wiertniczych.

Prace wiertnicze zostały wykonane na podstawie:

- Projektu prac geologicznych w celu wykonania uzupełniających wierceń na terenach o słabym udokumentowaniu dla potrzeb opracowania pod nazwą „Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z opracowaniem atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji łódzkiej”, zatwierdzonego Decyzją Marszałka Województwa Łódzkiego Nr RO.V-CF-7530-8/10 z dnia 28.12.2010 r.
- Aneksu do projektu prac geologicznych w celu wykonania uzupełniających wierceń na terenach o słabym udokumentowaniu dla potrzeb opracowania pn.: „Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z opracowaniem atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji łódzkiej”, zatwierdzonego Decyzją Marszałka Województwa Łódzkiego Nr RO.V-7440.1.2011.CF z dnia 30.05.2011 r.

Łącznie wykonano 278 otworów badawczych o głębokości od 4 do 10 m o sumarycznym metrażu 1706 mb.

Prace wiertnicze prowadzone były pod dozorem uprawnionych geologów. Do ich obowiązków należało:

- dozоровanie wierceń zgodnie z projektem,
- opis litologiczno-stratygraficzny przewiercanych gruntów na podstawie badań makroskopowych zgodnie z normą PN-B-04481:1988, PN-B-02480:1986 oraz PN-B-02481:1998,
- pomiar zwierciadła wód gruntowych zgodnie z normą PN-B-04452:2002,
- kontrola poboru próbek gruntów do badań laboratoryjnych zgodnie z normą PN-B-04452:2002.

3.3 Badania laboratoryjne

W trakcie wierceń uzupełniających pobrano ponad 600 próbek gruntów klasy jakości 3 pobranych zgodnie z metodą pobierania próbek kategorii B (NW). Spośród tej liczby do dalszych badań wytypowano 355 próbek, w tym 170 próbek gruntów niespoistych oraz 185 próbek gruntów spoistych (Tab. 1).

Badania próbek gruntów pobieranych w czasie wierceń badawczych wykonano w 4 etapach:

- I etap - w trakcie prowadzenia prac geologicznych geolog dozoruujący otwór badawczy na bieżąco wykonywał opis makroskopowy przewiercanych warstw gruntów. Wszystkie opisy makroskopowe wykonane w trakcie wiercenia zamieszczono w kartach otworów badawczych w bazie danych.
- II etap – w trakcie wykonywania wierceń z każdej nawierconej warstwy o odmiennej litologii została pobrana próbka gruntu klasy jakości 3 zgodnie z kategorią B.
- III etap – w laboratorium dla 355 próbek pobranych w II etapie została wykonana powtórnie analiza makroskopowa. Wyniki laboratoryjnego badania makroskopowego zamieszczone zostały w tabeli 2. Na podstawie wyników tej analizy wytypowano reprezentatywne próbki do określenia cech fizycznych gruntów.
- IV etap – oznaczenie cech fizycznych wytypowanych próbek gruntów z etapu III. W tabeli 1 podano liczbę poszczególnych oznaczeń cech fizycznych gruntów, natomiast wyniki oznaczeń zestawiono w tabeli 2.

Tabela 1 Zestawienie statystyczne wykonanych badań laboratoryjnych

Rodzaj badania	Liczba próbek
Badania makroskopowe	355
Zawartość węglanów	355
Badanie wilgotności	355
Badanie granic konsystencji	54
Analiza areometryczna	89
Analiza sitowa	159

3.1 Prace kameralne

Dla potrzeb scharakteryzowania lito-stratygraficznego gruntów opracowano regionalny model budowy geologicznej wraz z wydzieleniem serii geologiczno-inżynierskich (Tab. 2).

W programie GeoStar utworzono bazę danych geologiczno-inżynierskich dla aglomeracji łódzkiej, do której wprowadzono 27 388 otworów wiertniczych. We wprowadzanych do bazy profilach gruntowych wydzielono odpowiednie serie geologiczno-inżynierskie, oznaczone odpowiednim numerem (Tab. 3). Baza danych stanowiła podstawę do wykonania map tematycznych i przekrojów geologiczno-inżynierskich.

Przy użyciu oprogramowania GIS ArcGIS, Surfer opracowano następujące mapy:

- w skali 1:10 000:
 - dokumentacyjna (Zał. 2.1-2.33),
 - geologiczno-inżynierska na głębokości: 1 m p.p.t. (Zał. 3a.1-3a.33); 2 m p.p.t. (Zał. 3b.1-3b.33); 4 m p.p.t. (Zał. 3c.1-3c.33),
 - utworów antropogenicznych (Zał. 4.1-4.33),
 - położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych (Zał. 5.1-5.33),
 - warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. (Zał. 6.1-6.33),
 - zagospodarowania powierzchni terenu (Zał. 7.1-7.33),
 - terenów zagrożonych i wymagających ochrony (Zał. 8.1-8.33),
 - geohydrodynamiki pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego (Zał. 9.1-9.33),
- w skali 1: 100 000:
 - lokalizacyjna (Zał. 1),
 - regionalizacji hydrogeologicznej (Zał. 10),
 - geomorfologiczna (Zał. 11),
 - zakresu udokumentowania terenu (Zał. 12).

Dla przedstawienia modelu budowy geologicznej aglomeracji łódzkiej wykonano za pomocą programu Geostar charakterystyczne dla regionu przekroje geologiczno-inżynierskie. Linie przekrojów wytyczono tak, aby uwzględnić różnorodność i złożoność budowy geologicznej. Wykonano 4 przekroje w skali poziomej 1:10 000 i pionowej 1:500:

- Przekrój I-I (Zał. 13.1),
- Przekrój II-II (Zał. 13.2),
- Przekrój III-III (Zał. 13.3),
- Przekrój IV-IV (Zał. 13.4).

Przebieg linii przekrojów przedstawiono między innymi na mapie lokalizacyjnej (Zał. 1) oraz dokumentacyjnej (Zał. 2).

4 Ogólna charakterystyka aglomeracji łódzkiej

Obszar opracowania o powierzchni 505,83 km² znajduje się w całości w obrębie województwa łódzkiego. Obejmuje miasto Łódź oraz fragmenty graniczących z nim gmin: Nowosolna, Andrespol, Brójce i Rzgów (powiat łódzki wschodni), Zgierz – miasto, Aleksandrów Łódzki – miasto, Aleksandrów Łódzki – gm. wiejska (powiat zgierski) oraz Ksawerów, Pabianice – miasto, Pabianice i Konstantynów Łódzki (powiat pabianicki).

4.1 Fizjografia

W przyjętym systemie regionalizacji fizycznogeograficznej obszar badań położony jest w prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego (31), podprowincji Niziny Środkowopolskie (318), w obrębie dwóch makroregionów: Niziny Południow Wielkopolskiej (318.1-2) i Wzniesień Południowomazowieckich (318.8) (Rys. 3, Zał. 11). Większa, zachodnia część opracowania położona jest na terenie mezoregionu Wysoczyzny Łaskiej, a wschodnia część znajduje się na terenie Wzniesień Łódzkich (J. Kondracki, 2009).

Wysoczyzna Bełchatowska (318.81) to mezoregion Wzniesień Południowomazowieckich obejmujący tylko fragmentem południową część obszaru opracowania, na południowy wschód od Pabianic (Rys. 3).

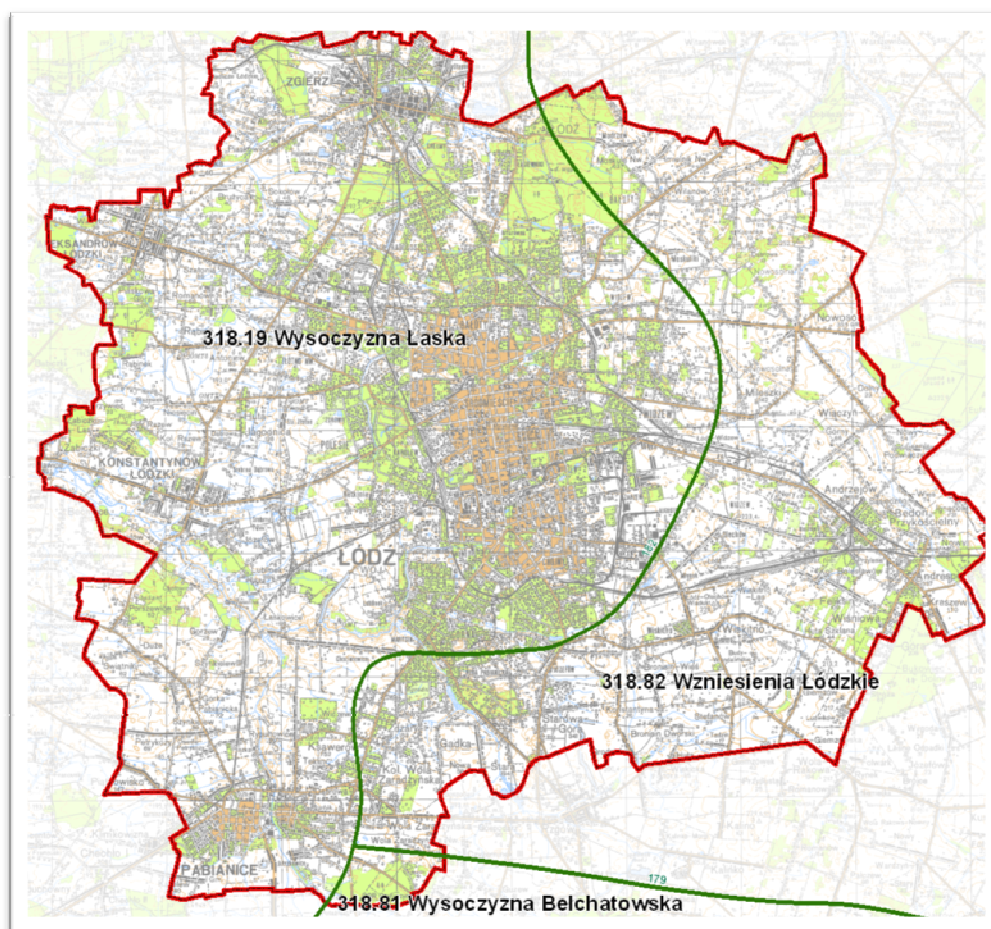
Charakterystyczną strukturą dla tego mezoregionu jest pasmo ostańcowych wzgórz żwirowych. Są one związane z maksymalnym zasięgiem zlodowacenia Warty. Wzgórza te są ukierunkowane z północy na południe i niejednokrotnie przekraczają 200 m wysokości.

Mezoregion - Wysoczyzna Łaska (318.19) jest zdenudowaną peryglacialnie równiną morenową o powierzchni około 2330 km². Położona jest na wschód od Kotliny Sieradzkiej, na południe od Kotliny Kolskiej, na zachód od Wzniesień Łódzkich i na północ od Kotliny Szczercowskiej (Rys. 3). Wysoczyznę rozcinają doliny Grabi, Pichny, Neru i górnej Bzury. Charakterystycznym elementem morfologicznym tego mezoregionu są wydmy. W okolicy Zduńskiej Woli znajdują się 4 rezerваты leśne. Wschodnia część regionu wchodzi w obręb Łódzkiego Okręgu Przemysłowego, do którego poza Łodzią zaliczony jest Ozorków, Zgierz, Aleksandrów Łódzki, Konstantynów Łódzki i Pabianice.

Przyczyną lokalizacji zakładów włókienniczych w Łodzi była duża liczba źródeł na stokach Wzniesień Łódzkich. Duże skupienie miast i przemysłu wpłynęły na znaczne zmiany środowiska, w szczególności na zanieczyszczenie wód. Aglomeracja odczuwała poważny brak wody, którą pozyskiwano ze studni artezyjskich oraz otwartymi (tylko przykrytymi betonowymi płytami) kanałem z Pilicy. Obecnie kanał ten po zmniejszeniu zapotrzebowania przemysłu na wodę, został wyłączony jako element dostaw wody.

Mezoregion - Wzniesienia Łódzkie (318.82) obejmuje powierzchnię około 1680 km². Leży na rzędnej ponad 250 m n.p.m. i wznosi się 100 m nad sąsiednimi równinami: Łowicko-Błońską na północy i Łaską na zachodzie. Wzniesienia zbudowane są z czwartorzędowych utworów glin oraz luźnych piasków, dlatego zaliczono je do makroregionu Wzniesień Południowomazowieckich. Najwyższe miejsce (284 m n.p.m.) znajduje się na wschód od Łodzi. W kierunku wschodnim teren obniża się stopniowo ku dolinie Rawki, która oddziela Wzniesienia Łódzkie od Wysoczyzny Rawskiej. Na południe od Wzniesień Łódzkich znajduje się Wysoczyzna Bełchatowska i Równina Piotrowska, a na wschodzie Wysoczyzna Rawska. Na terenie Wzniesień Łódzkich położone jest źródło Neru i jego dopływy: Moszczenicy, Mrogi i Skierniewki. Mezoregion podczas zlodowacenia Warty dzieliły dwa loby lodowca skandynawskiego, z których jeden sięgał na południe po okolice Częstochowy, a drugi stacjonował na północ od doliny Pilicy. Morfologia terenu uległa znacznym przekształceniom w klimacie peryglacjalnym zlodowacenia Wisły. Mezoregion ten jest w przeważającej części krainą rolniczą, ale w okolicach Łodzi i Brzezin utworzono kilka rezerwatów leśnych. Projektowane jest również utworzenie Parku Krajobrazowego w dorzeczu górnej Moszczenicy.

W obrębie Wzniesień Łódzkich znajdują się miasta takie jak: Brzeziny, Koluszki, Zgierz, Stryków i Głowno.



Rys. 3 Obszar opracowania na tle podziału fizjograficznego (J. Kondracki, 2009)

4.2 Geomorfologia

Obecna rzeźba terenu aglomeracji łódzkiej powstała w wyniku procesów: zrównania, denudacji, akumulacji lodowcowej, rzecznej, eolicznej oraz erozji rzecznej i deszczowej, a także działalności człowieka.

Pod względem geomorfologicznym omawiany obszar obejmuje jedną większą jednostkę - wyżynę lodowcową i mniejsze formy z nią związane takie jak: wzgórza moren czołowych, równiny sandrowe i wodnolodowcowe, wały wydmowe i pola piasków wydmowych, zagłębienia bezodpływowe, suche doliny, dna dolin rzecznych, tarasy rzeczne, stożki napływowe, krawędzie erozyjne i równiny stoki denudacyjne, równiny torfowe i formy antropogeniczne.

Ogólną budowę geomorfologiczną przedstawiono na Mapie geomorfologicznej w skali 1:100 000 (Zał. 11).

Formy geomorfologiczne występujące na omawianym obszarze:

Wysoczyzna morenowa płaska – obejmuje większą część opracowania, w szczególności zachodnią i południową część aglomeracji i występuje w postaci ciągłych pokryw o rzędnych 190 – 225 m n.p.m. Wysokości względne wynoszą około 2 m, a nachylenie terenu zwykle nie przekracza 2° (max 5° na terenie wysoczyzny falistej obejmującej niewielkie obszary w części północnej, gdzie wysokości względne wynoszą 2 – 5 m).

Wyżyna gliny zwałowej – jest to największa powierzchniowo forma morfologiczna.

Wzgórza moren czołowych i ozów – zbudowane z utworów lodowcowych i wodnolodowcowych o wysokościach względnych 10 – 20 m i stromych stokach (o nachyleniu nawet do 15°). Występują w północnej części omawianego obszaru (na północ od Nowosolnej i Janowa – o charakterze akumulacyjnym) i stanowią najwyższe kulminacje Wyżyny Łódzkiej. Wzgórza morenowe o spiętrzanej budowie wewnętrznej znajdują się w północnej części obszaru w rejonie Łodzianki, Wódki i Stoków.

Moreny martwego lodu – o wysokości względnej 5 – 10 m i nachyleniu stoków 5 – 10°, występują na południe od Woli Rakowej.

Równiny sandrowe i wodnolodowcowe – formy te powszechnie występują we wschodniej części aglomeracji łódzkiej, wzdłuż doliny Miazgi oraz w rejonie Pabianic i Zgierza. W części północnej obszar ten osiąga wysokość 235 – 245 m n.p.m., a w południowej 215 – 220 m n.p.m.

Kemy – największe skupisko tych form występuje na południe od Łodzi – w rejonie Górek Starych i Nowych, Grodziska i Huty Wiskickiej. Są to pagórki piaszczysto-żwirowe, o wysokości 10 -15 m i nachyleniu stoków około 15°.

Zagłębienia po martwym lodzie – są to formy wklęsłe o kolistym kształcie i deniwelacjach dochodzących do kilku metrów, występują pojedynczo na całym obszarze, przeważnie zatorfione i podmokłe.

Wydmy i pola piasków wydmych – wydmy (o wysokości około 6 m) okolic Aleksandrowa i Rąbienia mają kształt paraboliczny. Między Rąbieniem a Piaskową Górą łączą się w jedną całość tworząc wzniesienia nieregularnych kształtów. Niewielkie pola piasków wydmych znajdują się również na zachód od Aleksandrowa.

Zagłębienia bezodpływowe – jedną z przyczyn ich powstania w okolicy Aleksandrowa było przesuwanie się wydmy, które powodowało oddzielenie górnych odcinków dolin rzecznych. Prawie wszystkie obecnie wypełnione są torfami.

Taras nadzalewowy akumulacyjny – rozwinięty w dolinie Neru, Miazgi i Dobrzyńki. Wznosi się 2-3 m nad poziom rzeki.

Taras zalewowy – najlepiej rozwinięty w dolinie Neru oraz bocznych jego dopływach, dolinie Miazgi, Olechówki oraz częściowo Mrogi i Moszczenicy. Stanowi współczesne dno tych dolin. Szerokość tarasu zalewowego wynosi od 50 – 500 m.

Dolinki i młode rozcięcia erozyjne – występują licznie na stokach dolin oraz w strefie krawędziowej Wyżyny Łódzkiej. Są to formy o zróżnicowanych głębokościach i wydłużonych nieckowatych kształtach o stromych stokach. W okresie wzmożonych opadów może nimi przepływać woda.

Stożki napływowe – w czynnych dolinach rzek występują liczne drobne stożki napływowe. Największy z nich znajduje się w dolinie Neru na południe od Konstantinowa i powstał pod wpływem akumulacyjnej działalności rzeki Łódki.

Krawędzie erozyjne – występują głównie w dolinie Neru, Dobrzyńki i Bałutki. Są to wcięcia erozyjne wieku późno plejstoceniowego lub wczesno holoceniowego. Wysokość względna wynosi 1 – 3 m. W okolicy Konstantinowa i Pabianic widoczna jest niewielka krawędź plejstoceniowego tarasu akumulacyjnego, a jej wysokość względna wynosi 1 – 2 m.

Stoki denudacyjne – formy te ograniczają silnie denudowane wzniesienia morenowe i ozy.

Długie stoki – występują w górnych odcinkach dolin rzecznych oraz w strefie krawędziowej Wyżyny Łódzkiej o zaawansowanych stokowych procesach denudacyjnych i akumulacyjnych.

Równiny denudacyjne – występują na południe od Gałkówek oraz na północ od Nowosolnej. Są to obszary gliniastej wysoczyzny morenowej przykrytej kilkumetrową warstwą osadów eluwialno-eolicznych.

Formy antropogeniczne – występują na całym obszarze aglomeracji łódzkiej i można je podzielić na formy wypukłe i wklęsłe. Do form wypukłych zaliczyć można nasypy, hałdy i składowiska, natomiast do form wklęsłych należą różnego rodzaju wyrobiska (żwirownie, gliniarki i piaskownie).

Na obszarze aglomeracji łódzkiej zaznaczają się duże deniwelacje terenu. Różnice wysokości względnych dochodzą niekiedy do kilkudziesięciu metrów. Najniżej położone obszary występują w dolinach rzecznych (w dolinie Miazgi – 195 m n.p.m., Olechówki – 190 m n.p.m. i Neru – 185 m n.p.m.). Najwyżej położone obszary znajdują się w części północno-wschodniej w obrębie Wzniesień Łódzkich i położone są na rzędnej około 280 m n.p.m.

Naturalne ukształtowanie terenu zostało silnie przekształcone w wyniku działalności człowieka. Granice obszaru opracowania obejmują następujące miasta: Łódź, Pabianice, Zgierz, Konstancin Łódzki, Aleksandrów Łódzki oraz Andrespol.

Teren badań, poza obszarami zurbanizowanymi, stanowią głównie nieużytki lub tereny rolnicze oraz obszary leśne w północnej i zachodniej części opracowania.

Geomorfologia aglomeracji łódzkiej została przedstawiona na mapie geomorfologicznej w skali 1: 100 000 (Zał. 10). Na mapie oznaczono następujące formy geomorfologiczne:

1. Formy pochodzenia lodowcowego
 - 1.1. Wysoczyzna morenowa
 - 1.2. Wzgórza morenowe
2. Formy utworzone w strefie martwego lodu
 - 2.1. Pagórki morenowe martwego lodu
 - 2.2. Zagłębienia bezodpływowe
 - 2.3. Zagłębienia powstałe na skutek nierównomiernej działalności lodowca
3. Formy pochodzenia wodnolodowcowego
 - 3.1. Równiny sandrowe i wodnolodowcowe w ogólności
 - 3.2. Kemy
4. Formy pochodzenia eolicznego
 - 4.1. Wydmy
 - 4.2. Równiny piasków przewianych
5. Formy pochodzenia rzecznoego
 - 5.1. Dna dolin rzecznych
 - 5.2. Tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych
 - 5.3. Młode rozcięcia erozyjne, parowy, młode dolinki
6. Formy pochodzenia denudacyjnego
 - 6.1. Ostańce
 - 6.2. Równiny denudacyjne
7. Formy pochodzenia jeziornego
 - 7.1. Równiny rozlewiskowo - jeziorne

4.3 Hydrografia

Teren badań objęty opracowaniem należy do zlewni Wisły i Odry.

Przez wschodnią część omawianego obszaru przebiega dział wodny między dorzeczami Wisły i Odry. Linię działu wodnego wyznaczają miejscowości: Wola Rakowa, Wiśniowa Góra, Mileszki, Stoki, Moskule i Rogi.

Na omawianym obszarze istotnym elementem hydrografii są rzeki: Miazga, Ner, Olechówka, Jasień, Jasieniec, Sokołówka, Łódka, Bałutka, Dobrzyńska, Lubczyna, na południu przez Pabianice przepływa Pabianka, a na północy obszaru przez Zgierz przepływa Bzura. W dolinach rzek wykształciły się tarasy zalewowe i nadzalewowe. Na obszarze objętym opracowaniem znajdują się liczne jeziora i sztuczne zbiorniki wodne.

Wpływ aglomeracji łódzkiej na wody powierzchniowe jest bardzo niekorzystny, przejawia się w obniżeniu położenia zwierciadła wody gruntowej oraz znacznym zanieczyszczeniu.

4.4 Budowa geologiczna

Budowa geologiczna obszaru aglomeracji łódzkiej została opracowana na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 50 000 wraz z objaśnieniami (arkusze: Zgierz – 590, Główno – 591, Łódź Zachód – 627, Łódź Wschód – 628, Pabianice – 664).

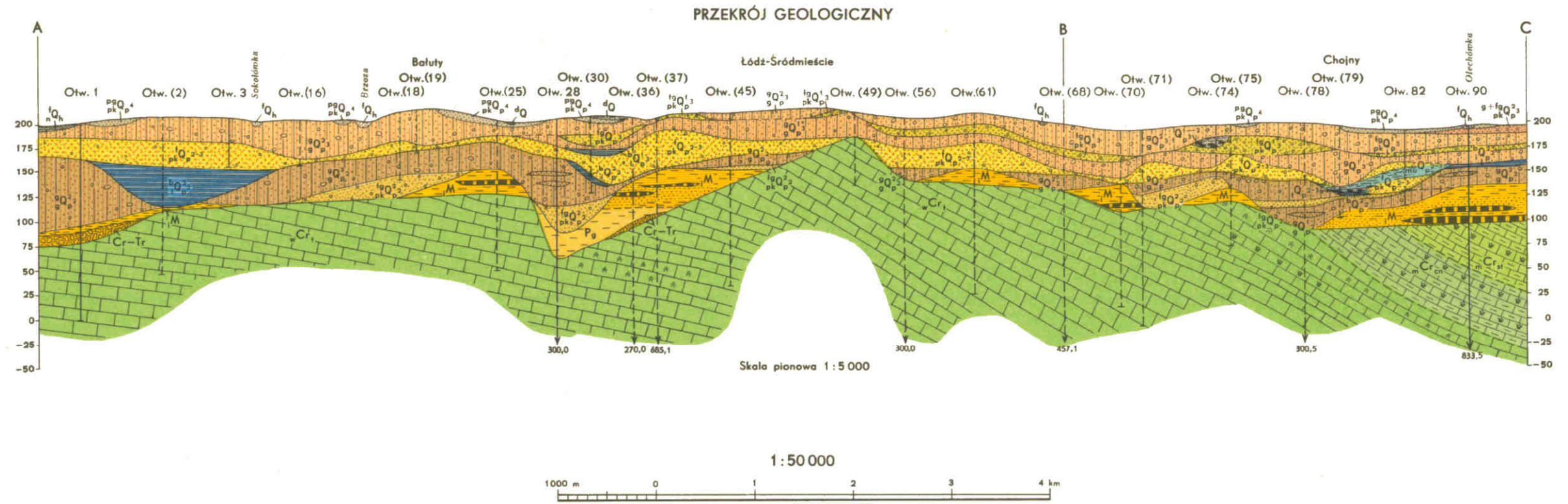
Poglądowy przekrój ukazujący budowę geologiczną w rejonie opracowania przedstawiono na rysunku 4.

Najstarszymi utworami nawierconymi na terenie objętym granicami opracowania są piaskowce, piaski, mułowce, iłowce i iły wieku **jury dolnej i jury środkowej**, które powstawały w zbiorniku sedymentacyjnym o charakterze słodkowodno-brakiczno-morskim. W okresie tym dochodziło do licznych transgresji i regresji morskich. Maksymalny rozwój transgresji nastąpił w batonie górnym. W środkowej części bajosu górnego można zaobserwować pierwsze przejawy ruchów fałdowych.

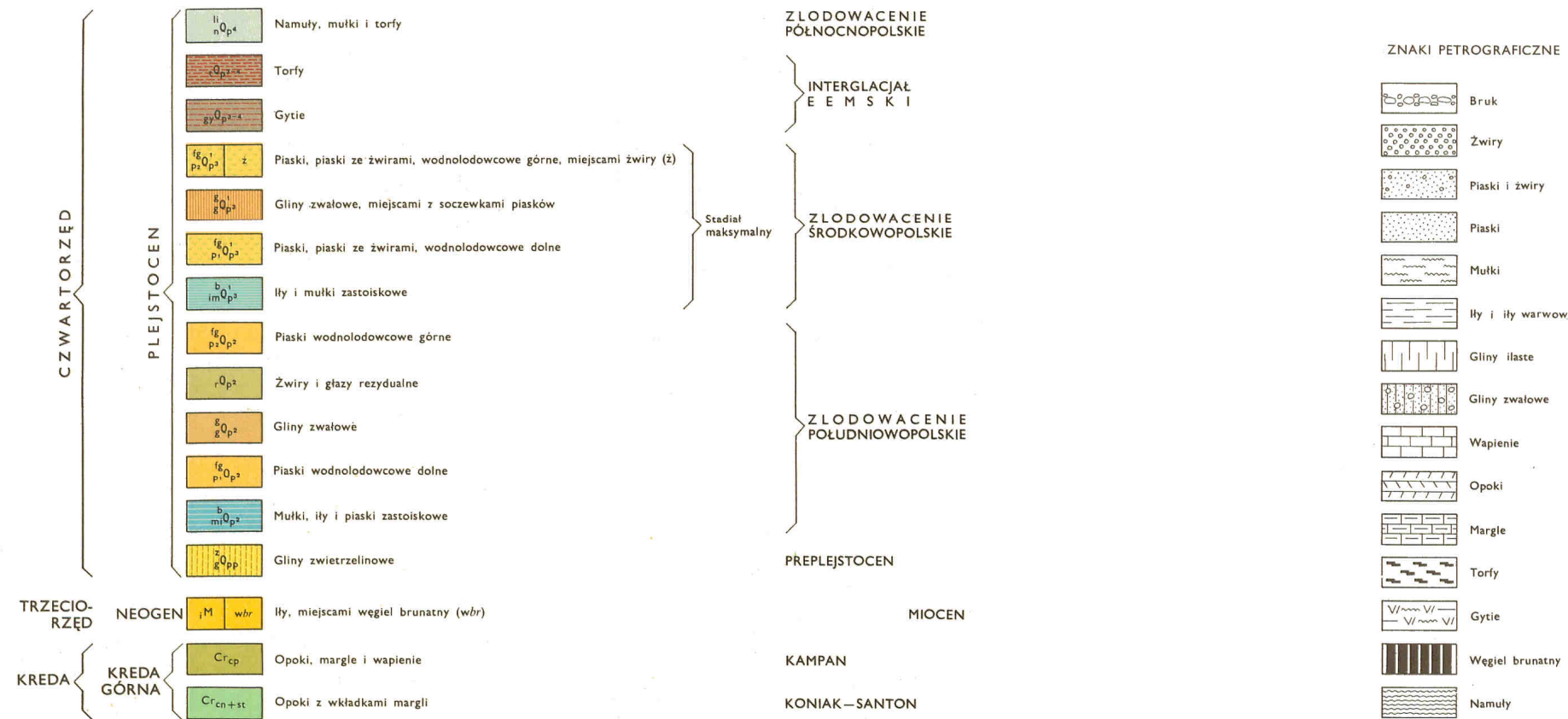
W keloweju nastąpiła zmiana charakteru sedymentacji na węglanowo-piaszczystą i węglanowo-marglistą. Jura górna na terenie aglomeracji wykształcona jest w postaci wapieni, wapieni dolomitycznych, wapieni oolitowych, wapieni marglistych i dolomitów. Taki charakter sedymentacji trwał przez całą jurę górną, do Portlandu środkowego. W wyniku ruchów fałdowych w kimerydzie nastąpiło spłylenie zbiornika, w wyniku czego powstały wapienie, wapienie margliste, margle, iły i mułowce margliste.

W Portlandzie z morza otwartego pozostał już tylko mały zamknięty zbiornik, w którym panowały warunki brakiczne i osadzały się margle, margle mułowcowe i wapienie.

Utwory **kredy** leżą w obszernej niecce łódzkiej, której wschodnia krawędź przebiega od Zgierza przez Łagiewniki, Arturówek, Antoniew-Sikawę, na wschód od Stoków oraz na zachód od Andrzejowa i Bukowca.



DODATKOWE OBJAŚNIENIA DO PROFILÓW I PRZEKROJU



Rys. 4 Przekrój geologiczny przez rejon opracowania (fragment arkusza mapy SMGP – 0627 Łódź Zachód)

Od górnego beriasu do hoterywu następował rozwój transgresji dolno kredowej z sedymentacją morskich utworów klastycznych (piaskowce, mułowce i iłowce z wkładkami syderytów). W czasie albu środkowego zaczęła się ponowna transgresja morza od zachodu, podczas której powstawały osady otwartego morza w postaci margli, a w albie górnym margli i wapieni. W koniakum transgresja osiągnęła maksimum. Od kampanu po mastrycht trwała regresja i w fazie laramijskiej alpejskich ruchów fałdowych doszło do wydźwignięcia omawianego terenu, dalsza sedymentacja następowała w środowisku lądowym.

Od końca kredy górnej przez **paleogen** dominowała erozja i denudacja. Ówczesny klimat sprzyjał procesom wietrzenia, czego efektem są miększe pokrywy zwietrzelinowe. Osady z tego okresu występują głównie w zagłębieniach, a warunki sedymentacji są trudne do określenia z powodu silnej erozji, zaburzeń glacitektonicznych oraz ruchów tektonicznych.

W **miocenie** zbiornik sedymentacyjny zajmował cały badany obszar. Duże zróżnicowanie litologiczne (piaski, ily i mułki z wkładkami węgla brunatnego) sugeruje, że utwory te powstawały w strefie brzeżnej zbiornika, a liczne wkładki węgla świadczą o częstym spłycaniu zbiornika. Miąższości miocenu dochodzą do 50 m.

W **pliocenie** górnym można zaobserwować zmiany klimatyczne i paleogeograficzne, co w litologii zaznacza się zanikiem wkładek węgla. Utworów pliocenu zachowało się niewiele, na skutek wzmożonej erozji, jaka miała miejsce na przełomie pliocenu i plejstocenu. W miejscach niezaburzonych glacitektonicznie miąższości wynoszą do 40 m.

Osady **preplejstocenu** wypełniają obniżenia w morfologii utworów starszych i powstawały w wyniku akumulacji stożków napływowych facji rzecznej i jeziornej. Są to głównie piaski, mułki i ily pozbawione materiału skandynawskiego.

Na terenie aglomeracji w strefie głębokich zaburzeń glacitektonicznych występują porwaki starszego podłoża o zróżnicowanych kształtach i na różnej głębokości. Struktury te powstały w wyniku (wyciśnięcia, sfałdowania i złuskania) przeobrażeń jakie spowodował nasuwający się lądolód. Podczas wykonywania otworów badawczych nawiercano ily plioceńskie w obrębie piasków i mułków (czwartorzędowych), porwaki iłów i węgla brunatnego wewnątrz miąższych pokładów glin zwałowych.

Złodowacenie południowopolskie zostało stwierdzone licznymi otworami na całym obszarze aglomeracji, miąższość całego kompleksu jest bardzo zróżnicowana z uwagi na silną erozję i wynosi od kilku do około 50 m. Wyróżniono w jego obrębie dwa stadiały, w których wykształciły się gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz ily i mułki zastoiskowe. Pomiędzy glinami występują utwory interstadiały wykształcone w postaci piasków i żwirów rzecznych oraz wodnolodowcowych.

Z początkiem **interglacjału mazowieckiego** rozpoczęły się ruchy neotektoniczne fazy mazowieckiej, w wyniku których powstały głębokie rozcięcia erozyjne w dolinach rzek Miazga i Ner, sięgające miejscami 50 m. We wschodniej części opracowania wyróżniono piaszczysto-żwirowe osady rzeczne oraz utwory jeziorne z tego okresu. W rejonie Aleksandrowa i Rąbienia nawiercono piaski ze szczątkami organicznymi i z wkładkami torfów o miąższości do około 30 m.

Utwory **złodowacenia środkowopolskiego** występują powszechnie na całym obszarze objętym badaniami, często odsłaniają się na powierzchni. W okresie tym doszło do dwóch transgresji lądolodu, w czasie których powstawały osady lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe o znacznych miąższościach. W rejonie Rogi – Sikawa w kilku otworach nawiercono ily i mułki zastoiskowe o zróżnicowanych w wyniku zaburzeń glacitektonicznych miąższościach od 2 – 35 m. Gliny zwałowe pierwszego ze stadiałów **złodowacenia Odry** są niezbyt zwięzłe, wapniste, a ich miąższości wynoszą kilkanaście metrów. Lokalnie strop glin pokrywa warstwa bruku lub jest on rozmyty i występuje w postaci reziduum. Litologicznie są to gliny ciemnoszare z domieszką materiału skandynawskiego (głównie wapnienie), w spągu gliny zwięzłe. Utwory te odsłaniają się na powierzchni w strefach głębokich rozcięć erozyjnych (dolina Mroźycy i Miazgi). Piaski i żwiry wodnolodowcowe, rozdzielające stadiały złodowacenia środkowopolskiego mają miąższości od kilku do kilkunastu metrów (lokalnie do kilkudziesięciu metrów) i odsłaniają się na powierzchni między innymi w centrum Łodzi oraz w krawędzi doliny Neru w okolicy Rudy Pabianickiej.

Ponad utworami złodowacenia Odry występują piaski i żwiry wodnolodowcowe **złodowacenia Warty**. Występują w rejonie doliny Dobrzyńki i Miazgi, osiągają miąższości około 3 – 10 m. Gliny zwałowe złodowacenia Warty występują powszechnie na terenie aglomeracji łódzkiej, w południowej części stanowią ciągłą pokrywę, na pozostałym obszarze występują w postaci rozległych płatów o miąższościach 2 – 15 m. Litologicznie są to gliny piaszczyste z niewielką ilością materiału grubszego, brązowe i brunatno szare, lokalnie brązowe z zielonymi smugami. W zachodniej i południowej części obszaru badań odsłaniają się na powierzchni. Stropu tych glin występuje na wysokości od 210 do 230 m n.p.m.

Lokalnie w północnej części obszaru występują lessy, wychodzą na powierzchnię spod gliny zwałowej stadiału mazowiecko-podlaskiego i mają miąższości 14 – 16 m. Są to piaski pylaste, przypominające osad zastoiskowy.

Powyżej glin leżą piaszczyste utwory morenowe o zróżnicowanej granulacji z głazami. Występują w północnej i południowej części obszaru (w rejonie Nowosolnej, Rogów, Sikawy, Stoków i Widzewa oraz Rudy Pabianickiej).

Interglacjał eemski występuje lokalnie na terenie obszaru objętego opracowaniem. Wykształcony jest w postaci torfów i nawiercony został na terenie Łodzi w rejonie ulic Jarzynowej i Borowej.

Złodowacenie północnopolskie wykształcone jest na omawianym obszarze w postaci piasków, żwirów, miejscami mułków peryglacialnych o miąższościach do 8 metrów. Tego samego wieku są plejstoceńskie piaski rzeczne tarasów nadzalewowych, występujące w dolinie Neru i Dobrzyńki 2 – 3 m nad poziomem rzeki oraz w dolinie Miazgi od Sąsiedzna do Kurowic (1 – 2 m nad poziomem rzeki).

Wiek czwartorzędowego są również mułki i piaski deluwialne, które występują w dolnych częściach stoków, na zboczach dolin rzecznych oraz wypełniają dna suchych dolin. Miąższość wynosi do kilku metrów.

Eluvia glin zwałowych występują powszechnie w stropie glin zwałowych, litologicznie są to piaski o różnej granulacji z licznymi gładzikami oraz piaski gliniaste, o niewielkich miąższościach dochodzących do 2,5 m.

Rezidua glin zwałowych o miąższości do 2 m, zarówno są to utwory piaszczysto-żwirowe jak i spoiste, leżą na glinach zwałowych lub na piaskach wodnolodowcowych.

Piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach występują w rejonie Aleksandrowa oraz Gałkowa Małego, Kurowic, Rogów i Andrespola.

W budowie podłoża badanego terenu biorą udział również utwory holocenu. Są to piaski i żwiry rzeczne o miąższościach 3 – 5 m, często z domieszką substancji organicznej. Ich występowanie stwierdzono w dolinie Neru, Olchówki, Miazgi, Mrożący, Moszczenicy.

Namuły den dolinnych i zagłębień bezodpływowych występują na różnowiekowych utworach w górnych odcinkach dolin rzecznych i w zagłębieniach bezodpływowych, miąższości mieszczą się w przedziale 3 – 4 m.

Torfy występują często w sąsiedztwie namułów i osiągają miąższości do 2 m. Największe obszary torfów występują w dolinie Miazgi (od Kurowic do Zielonej Góry) oraz w dolinie Neru (w rejonie Stefanowi).

4.5 Warunki hydrogeologiczne

Analiza warunków hydrogeologicznych została przeprowadzona w oparciu o Mapę hydrogeologiczną Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami – arkusze: Zgierz – 590 (J. Merczyński, M. Szczerbicka, 2002), Głowno – 591 (M. Szczerbicka, J. Merczyński, 2002), Łódź Zachód – 627 (W. Fabianowski, 2002), Łódź Wschód – 628 (M. Bierkowska, 2002), Pabianice – 664 (M. Paradowska, 1987) oraz w oparciu o dane z archiwalnych otworów badawczych. Na obszarze aglomeracji łódzkiej występuje poziom wodonośny czwartorzędu (główny poziom użytkowy) oraz poziomy wodonośny w utworach mezozoicznych.

W obrębie piętra mezozoicznego wyróżniono poziomy: jury dolnej i środkowej (w piaskowcach), jury górnej (w spękanych skałach węglanowych oksfordu), kredy dolnej (w piaskowcach) oraz kredy górnej (w wapieniach i marglach).

Wody dolnokredowe

Od wód jurajskich poziom ten izolowany jest przez ilasto-mułowcowe utwory hoterywu dolnego. Są to wody o charakterze porowo-szczelinowym. Warstwę wodonośną stanowią piaskowce i piaski albu środkowego oraz hoterywu górnego o miąższości do 150 m. Wodonośność poziomu dolnokredowego jest znaczna. Pomiedzy poziomami górno i dolnokredowymi występują bardzo słabowodonośne margle i wapienie albu górnego o miąższości około 50m.

Wody górnokredowe

Poziom ten związany jest z węglanowymi osadmi turonu występującymi na głębokości 130 – 140 m. Są to wody o charakterze szczelinowym i szczelinowo-porowym. Współczynnik wodoprzepuszczalności zmniejsza się wraz z przepuszczalnością. Odnawialność zasobów górnokredowych jest nieznaczna, a zasilanie odbywa się przez drenaż poziomów nadległych. Od poziomu czwartorzędowego poziom ten oddzielony jest 60 m warstwą utworów słabo i nieprzepuszczalnych reprezentowanych przez mułkowato-ilaste utwory trzeciorzędu i gliny południowopolskie.

Wody czwartorzędowe

W obrębie poziomu czwartorzędowego wyróżnia się poziom wód gruntowych, poziom międzyglinowy oraz podglinowy.

Poziom wód gruntowych związany jest z piaskami i żwirami dolin rzecznych (Miazga, Ner, Olchówka, Moszczenica, Mrożyca, Mroga i mniejsze ciek), występuje na głębokości 2 – 5 m. Lokalnie występuje także na obszarach wysoczyznowych na głębokości 5 – 15 m. Charakteryzuje się on niewielką miąższością oraz dużymi zmianami położenia zwierciadła wody. Poziom ten jest eksploatowany studniami kopanymi.

Poziom ten występuje niezależnie od występowania poszczególnych użytkowych pięter wodonośnych na całym obszarze aglomeracji łódzkiej, niekiedy okresowy, praktycznie bez znaczenia użytkowego, ale często będący w kontakcie hydraulicznym z niżej ległymi poziomami użytkowymi. Poziom ten jest narażony na ewentualne zanieczyszczenia związane z rozwojem infrastruktury.

Na obszarze aglomeracji głębokość występowania I poziomu wód (wód gruntowych) jest zróżnicowana i zależna od aktualnych warunków atmosferycznych. Na obszarach sandrowych o dużej miąższości pokrywy utworów piaszczystych, poziom ten występuje głębiej (ok. 7 m). Miąższości są niewielkie, zwierciadło wody jest najczęściej swobodne, lokalnie – w przypadku występowania w stropie warstw wodonośnych gruntów nieprzepuszczalnych, lekko napięte. Współczynniki filtracji poziomu wód gruntowych wynoszą 8,5 – 15,5 m/d w przypadku piasków pylastych i drobnych, 10,6 – 31 m/d w przypadku piasków średnich i grubych, 36 m/d w przypadku żwirów i pospółek oraz <0,01 m/d dla piasków gliniastych.

Poziom międzyglinowy i podglinowy występuje przeważnie na głębokości 15 – 30 m i jest głównym poziomem użytkowym. Występuje w osadach piaszczysto-żwirowych, oddzielających gliny morenoiwe zlodowaceń środkowopolskiego i południowopolskiego. Z uwagi na znaczne rozprzestrzenienie charakteryzuje się zmienną litologią (od piasków pylastych, przez piaski drobne- i średnie, po pospółki żwirowe) i zróżnicowaną miąższością, wynoszącą od 5 do ponad 80 m na północny-wschód od Nowosolnej. W okolicy Nowosolnej oraz na obszarze Łódź Olechów-Wiśniowa Góra poziom ten jest pozbawiony izolującego nadkładu, będąc pierwszą warstwą wodonośną. Na pozostałym obszarze izolacja jest niepełna. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, jedynie lokalnie – pod znacznym nadkładem glin – napięty. Zasilanie poziomu odbywa się poprzez bezpośrednią infiltrację wód opadowych lub infiltracji wód z poziomu wód gruntowych. Poziom był drenowany przez cieki powierzchniowe – Moszczenicę, Miazgę i Ner oraz przez jeszcze istniejący lej depresji w rejonie Janów-Mileszki. Lej ten jest wywołany ściąganiem wód czwartorzędowych przez intensywnie eksploatowany poziom kredy dolnej (ujęcia Stoki-Sikawa dla Łodzi) przez okna hydrogeologiczne.

Główne Zbiorniki Wód Podziemnych

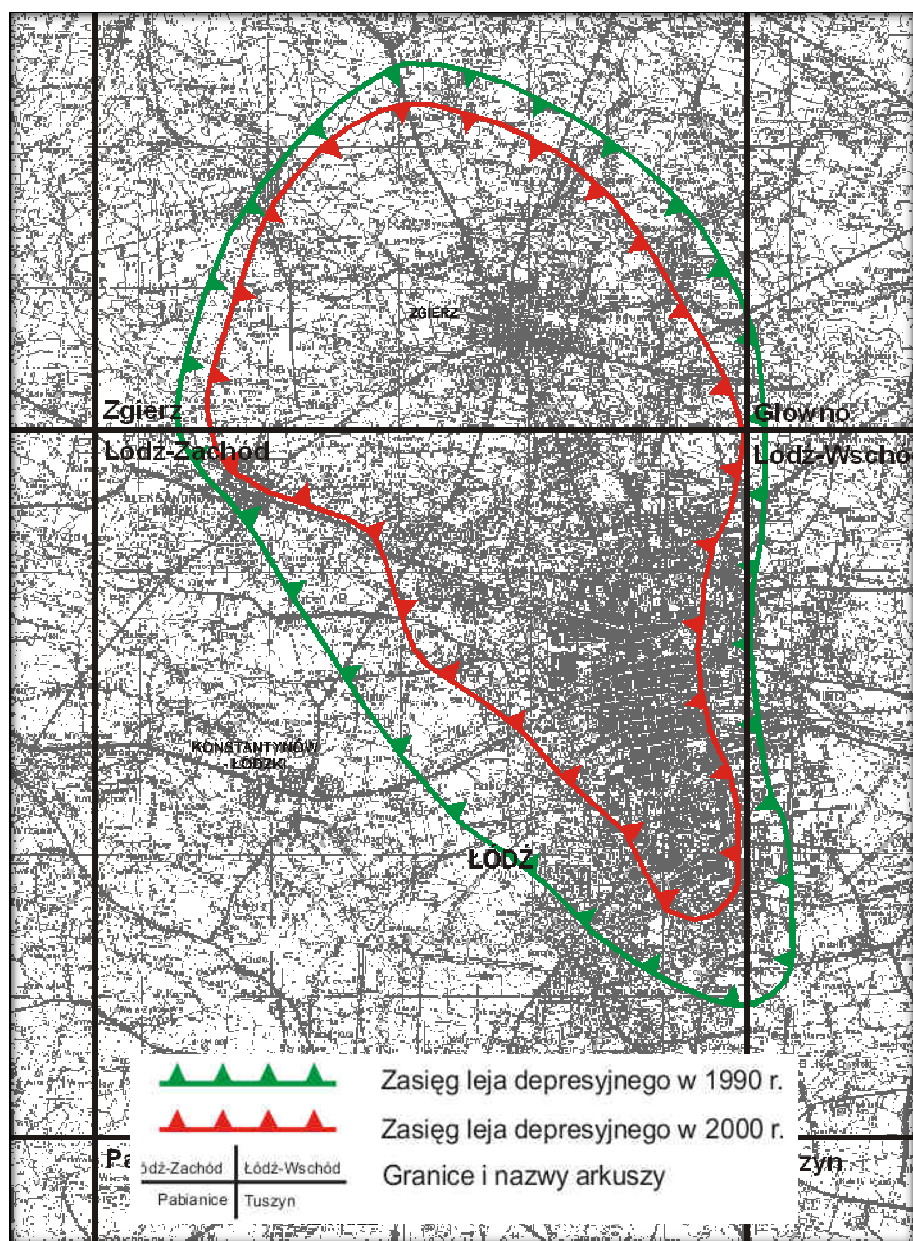
Dokumentowany teren częściowo zlokalizowany jest na obszarach Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (Zał. 10). Są to zbiorniki nieudokumentowane:

- zachodnia i środkowa część aglomeracji łódzkiej: zbiornik kredowy nr **401** Niecka łódzka,
- północno środkowa część aglomeracji łódzkiej: zbiornik górnourajski nr **402** Stryków,
- wschodnia część aglomeracji: zbiornik czwartorzędowy nr **403**, międzymorenowy Brzeziny – Lipce Reymontowskie,
- wschodnia część aglomeracji: zbiornik górnourajski (szczelinowo- krasowy) nr **404** Koruszki – Tomaszów.

Wszystkie GZWP w rejonie miasta Łodzi (GZWP nr: 401, 402, 404) zostały zakwalifikowane jako wymagające najwyższej ochrony (ONO) i wysokiej ochrony (OWO).

Należy zwrócić uwagę na konsekwencje zbyt intensywnego wykorzystywania wód podziemnych z poziomu kredowego co doprowadziło do powstania ogromnego leja depresyjnego także w poziomach czwartorzędowych.

Rejon Łodzi bardzo szybko się rozwijał już od początków XIX wieku, głównie w kierunku przemysłu włókienniczego. Początkowo bazowano na ujęciach wód powierzchniowych z uwagi na ich dobrą jakość i znaczną ilość wody prowadzoną przez liczne rzeki w okolicach Łodzi. Jednak dynamiczny rozwój przemysłu wymagał coraz większej ilości wody, co spowodowało konieczność eksploatacji podziemnych zbiorników wody studniami głębinowymi.



Rys. 5 Zasięg łódzkiego leja depresyjnego w 1990 r. i 2000 r.

Należy zaznaczyć, że w tym okresie intensywnego rozwoju przemysłu dane hydrogeologiczne uzyskane z odwierconych otworów ograniczały się głównie do opisu technicznego z podaniem głębokości zwierciadła wody i wydajności. Nie rozpatrywano budowy geologicznej ani warunków hydrogeologicznych. W konsekwencji spowodowało to rabunkową gospodarkę i znaczne zubożenie zasobów wód podziemnych.

Dopiero od 1961 r. ograniczono pobór wody poniżej rzędnej +100 m n.p.m., decyzją Prezesa C.U.G. Wstrzymano także wszelkie decyzje zezwalające na budowę następnych ujęć ujmujących poziom górnokredowy. Pseudostatyczne lustro wody nadal się jednak obniżało dlatego w 1963 r. Wydział Geologii i Gospodarki Wodnej w Łodzi zdecydował o założeniu stałej sieci obserwacyjnej, celem prowadzenia systematycznych pomiarów kształtowania się pseudostatycznego zwierciadła wody piętra górnokredowego. W 1966 r. postanowiono objąć pomiarami również otwory ujmujące piętro dolnokredowe.

W celu przeprowadzenia dokładnej oceny stanu wód podziemnych dla prowadzenia racjonalnej gospodarki wodami pitnymi i przemysłowymi od 1992 r. na terenie woj. łódzkiego (dawnego) prowadzono monitoring wszystkich pięter użytkowych (czwartorzędu, trzeciorzędu, kredy górnej i dolnej, jury górnej). Obejmował on pomiary pseudostatycznego zwierciadła wody w 173 punktach obserwacyjnych (studnie, piezometry) oraz opróbowanie 113 punktów sieci i badania laboratoryjne jakości wody.

Dobrym źródłem wiedzy o intensywności zmian położenia płytkiego zwierciadła wód czwartorzędowych były obserwacje prowadzone w latach 1992 – 2000 w piezometrach dla projektowanej swego czasu linii łódzkiego metra, ponieważ pomiary te wykonywano niezależnie od eksploatacji wody. Monitoring wykazał sukcesywne podnoszenie się zwierciadła wód w obszarze objętym lejem depresyjnym. Od 2000 roku zawieszono monitorowanie poziomu zwierciadła wód podziemnych.

Podjęte działania administracyjne a przede wszystkim recesja przemysłu, głównie włókienniczego, która nastąpiła w okresie zmian ustrojowych po 1989 r. spowodowała wypełnianie się leja depresyjnego (dolnokredowego oraz górnokredowego) i podniesienie się lustra wody o ponad 30 m. Zasięg leja depresyjnego został wyznaczony na podstawie monitoringu kształtowania się lustra wody prowadzonego od połowy lat 60-tych do 2000 r.

Jako granicę zasięgu leja depresyjnego uznano zamkniętą strefę braku lub bardzo osłabionego odpływu podziemnego (wywołaną eksploatacją) przebiegającą między hydroizohipsami 150 – 155 m n.p.m.

Rysunek 5 ilustruje zasięg łódzkiego górnokredowego leja depresyjnego w 2000 r. na tle jego granic w 1990 r.

5 Charakterystyka warunków geologiczno-inżynierskich

5.1 Serie geologiczno-inżynierskie

Na podstawie istniejących materiałów geologicznych, a zwłaszcza kartograficznych, opracowany został regionalny model budowy geologicznej. Posłużył on następnie do wydzielenia serii geologiczno-inżynierskich w obrębie utworów geologicznych występujących na obszarze aglomeracji łódzkiej. Za główne kryterium podziału przyjęto stratygrafię, genezę oraz litologię osadów. Wydzielono w ten sposób 27 serii geologiczno-inżynierskich, opisujących i systematyzujących budowę geologiczną i warunki geologiczno-inżynierskie na terenie aglomeracji.

Opis serii oparty o analizę materiałów archiwalnych przedstawiono w tabeli 3 natomiast ich charakterystykę parametryczną przedstawiono w tabeli 4 i 5.

Seria 1 - Nasypy niebudowlane

Seria ta występuje powszechnie na całym obszarze badań, zawsze w stropie profilu na różnych gruntach rodzimych. Miąższość zmienna, może sięgać do kilku metrów. Najczęściej są to osady piaszczyste wymieszane z żużlem, gruzem, kamieniami i częściami organicznymi. Często nasypy te zawierają odpady komunalne. Nasypy niebudowlane należą do nienadających się do bezpośredniego posadowienia obiektów głównie z powodu zróżnicowanego składu oraz ze względu na zmienny stan zagęszczenia.

Seria 2 - Nasypy budowlane

Nasypy budowlane występują powszechnie na całym terenie badań, choć głównie na terenach zurbanizowanych. Zawsze w stropie terenu na różnych gruntach rodzimych. Miąższość tych nasypów jest zmienna i może sięgać kilku metrów. Osady tej serii wypełniają obniżenia terenu po jego niwelacji. Powstały one w kontrolowany sposób podczas realizacji różnych inwestycji liniowych oraz w celu zniwelowania nierówności terenu. Do serii tej należą nasypy kolejowe, drogowe, wały przeciwpowodziowe.

Seria 3 – Gleba

Gleby występują prawie na całym obszarze opracowania. Rodzaj gleby zależy od gruntu lub skały występującej w podłożu. Miąższość wynosi od 0,1 do 1 m. Przeciętnie 0,3 m. W opracowaniu nie rozróżniano rodzaju gleby. Rodzaj i niewielka miąższość gleb nie mają znaczenia dla zagadnień geologiczno-inżynierskich, tym bardziej, że warstwa gleby jest usuwana przed posadowieniem obiektów budowlanych.

Tabela 3 Zestawienie serii geologiczno-inżynierskich
na obszarze aglomeracji łódzkiej.

NR SERII	STRATYGRAFIA		SERIA LITOLOGICZNO-GENETYCZNA	GENEZA	LITOGENEZA	OPIS	
1	Q		A1	grunty antropogeniczne	nasypy niebudowlane	Powszechne na całym obszarze badań, zawsze w stropie profilu, na różnych gruntach rodzimych, mogą wyróżniać się w rzeźbie terenu. Miąższość zmienna, może sięgać kilkudziesięciu metrów.	
2			A2		nasypy budowlane	Powszechne na całym obszarze badań, zawsze w stropie profilu, na różnych gruntach rodzimych, mogą wyróżniać się w rzeźbie terenu. Miąższość zmienna, może sięgać kilkudziesięciu metrów. Mogą wypełniać obniżenia terenu po jego niwelacji, mogą budować podłoże obiektów liniowych (nasypy drogowe, kolejowe, wały przeciwpowodziowe).	
3			O1	grunty organiczne	gleba	Zawsze w stropie profilu, prawie na całym obszarze, zwykle miąższość do kilkudziesięciu cm, czasami około 1m. Często zawiera fragmenty roślin.	
4			O2		torfy	Występują rzadko, na niewielkich obszarach, na różnych gruntach rodzimych, głównie w okolicy zagłębień bezodpływowych i dolin rzecznych, na tarasach rzecznych, często stanowią wypełnienia starorzeczy, podmokłych obniżzeń terenu, miąższości niewielkie do kilku m. Mogą występować również między warstwami gliny zwałowej jako utwory interglacjalne, o małym rozprzestrzenieniu powierzchniowym, na znacznych głębokościach, miąższości do kilku metrów.	
5			O3		namuły, gytie	Występują w dolinie Neru i rzeki Jasień, Bzury, Sokołówki oraz w obniżeniu między Kochanówką a Niesięcinem. Namuły wypełniają bezodpływowe zagłębienia międzywymowe, zagłębienia w gliniach zwałowych, rozległe zbiorniki - miąższość od kilku centymetrów do kilku metrów.	
6			E	grunty eoliczne		piaski eoliczne, piaski eoliczne w wydmach	Występują na obszarze równin wodnolodowcowych jako wydmy lub pola piaszczyste, na różnym podłożu, miąższość do kilku metrów. Wydmym występują często w towarzystwie pokryw piasków eolicznych, maksymalne miąższości do 20m.
7			EI			lessy i grunty lessopodobne	Występują w północno-wschodniej części arkusza o miąższości 14-16 m. Wychodzą one na powierzchnię najczęściej spod gliny zwałowej stadiu mazowiecko-podlaskiego.
8			K+D		grunty koluwalne i deluwialne	koluwia i deluwia (+stożki napływowe)	Osady zbozcowe, występują w dolnych częściach stoków oraz u ich podnóży i mają miąższość do kilku metrów. Seria ta obejmuje również osady spływowe i utwory stożków napływowych. Utwory te zalegają u podnóża krawędzi wyżyn, a częściowo na zboczach dolin rzecznych, najczęściej leżą na glinach zwałowych. Wypełniają także suche doliny i niecki denudacyjne rozcinające wyraźniejsze krawędzie i stoki dolinne lub wysoczyznowe, czasem leżą pod pokrywą piasków eolicznych lub pod wydmami, miąższości do 10m.
9				grunty rzeczne	Rz(P)	piaski i żwiry tarasów zalewowych, serie korytowe	Występują na terenie tarasów zalewowych oraz budują dna rzek. Często są to utwory warstwowe o miąższości powyżej 3 m, czasem zawierając niewielkie zawartości części organicznych.
10					Rn(P)	piaski i żwiry tarasów nadzalewowych	Występują na terenie tarasów nadzalewowych, na wysokości 4-8 m n.p.rzeki, miąższość zmienna, do kilku metrów do kilkunastu metrów.
11					Rz(M)	mady tarasów zalewowych, osady jeziorne	Występują na tarasach zalewowych rzek i cieków, stanowią przewarstwienia spoiste w utworach piaszczystych tarasów zalewowych.
12					Rn(M)	mady tarasów nadzalewowych	Występują na tarasach nadzalewowych rzek i cieków. Zazwyczaj są to spoiste przewarstwienia w piaskach rzecznych tarasów nadzalewowych.
13					Gz	gliny zwałowe	Występują na znacznej części obszaru pod przykryciem piasków fluwioglacjalnych, stanowią ciągłą pokrywę, rzadko odsłaniają się na powierzchni (tylko w miejscach rozcięć erozyjnych), często przewarstwione utworami piaszczystymi. Miąższości sięgają około 6-10 metrów.
14	Pw	grunty lodowcowe	piaski wodnolodowcowe i lodowcowe, rzeczno-peryglacjalne: moren czolowych, ozów, kemów, sandrów	Utwory wodnolodowcowe wykształcone są w postaci ciągłych i nieciągłych pokryw lub drobnych soczewek, mogą występować na glinach zwałowych lub pomiędzy glinami kolejnych zlodowaceń. Miąższość do kilkunastu metrów, bardzo zróżnicowana, ze względu na zmienną morfologię podścielających je glin. Często występują warstwowanie w spągu pyły i piaski drobne wypłniające zagłębienia w podłożu, nad nimi warstwy pyłów, żwirów jak i glin z domieszką otoczków, zaznaczają się w morfologii.			
15	Z	grunty zastoiskowe		utwory zastoiskowe	Utwory zastoiskowe o dużej zawartości pyłów i iłów, czasem piaski pylaste. Mają miąższość od kilku do kilkunastu metrów, rzadko występują na powierzchni.		
16			grunty lodowcowe	porwaki starszych utworów	Nagromadzenie różnych litologicznie i stratygraficznie osadów w sekwencji nienaturalnej (gliny i żwiry plejstoceńskie, piaski, mułki i ły mioceńskie i plioceńskie, wapienie kredowe) w spągu utworów czwartorzędowych. Występują na głębokościach od 19 a nawet 52 m i mają miąższość do 14m.		
17			grunty zwietrzelinowe	zwietrzeliny			
20	paleogen - neogen			grunty jeziorne	S1	iłły	
21					S2	węgiel brunatny	
22					S3	piaski kwarcowe	
23	J	K		skały macierzyste	S4	wapienie, margle, dolomity	
24					S5	piaskowce, piaski	
25					S6	opoki, gezy	
26					S7	iłły, iłłowce, mułowce, łupki, iłokupki	
27	P				S8	gipsy, anhydryty, sole kamienne	

Seria 4 – Torfy

Seria ta występuje rzadko na niewielkim obszarze. Położona jest na różnych gruntach rodzimych (gliny zwałowe, piaski wodnolodowcowe) głównie w okolicy zagłębień bezodpływowych, dolin rzecznych, na tarasach rzecznych. Często stanowi wypełnienia starorzeczy i podmokłych obniżień terenu. Miąższość niewielka do kilku metrów. Na opisywanym obszarze najwięcej torfów występuje w dolinie Miazgi i Neru.

Torfy występują również jako osady interglacjalne między warstwami glin zwałowych. Występują na znacznych głębokościach, małej przestrzeni. Miąższość dochodzi do kilku metrów. Na terenie Aleksandrowa występują osady interglacjalne wielkiego wykształcone w postaci piasków i żwirów z wkładkami torfów i mułków. Osiągają one miąższość od kilku do ok. 30 m.

Ogólnie na obszarze występowania tej serii warunki geologiczno-inżynierskie zabudowy powierzchniowej są niekorzystne i grunty tu występujące nie nadają się do bezpośredniego posadowienia.

Seria 5 - Namuły, gytie

Do serii tej należą osady piaszczysto-pylaste z dużą domieszką części organicznych. Występują one w górnych odcinkach dolin rzecznych oraz w nielicznych zagłębieniach bezodpływowych. Miąższość wynosi kilka metrów. Seria ta występuje również w postaci osadów interglacjalnych.

Seria 6 – Piaski eoliczne, piaski eoliczne w wydmach

Osady tej serii występują na obszarze równin wodnolodowcowych jako wydmy lub pola piaszczyste, na różnym podłożu. Miąższość osadów dochodzi do kilku metrów. Najczęściej są to piaski drobne lub średnie z domieszką pyłów. Piaski tej serii powodują kłopoty w wydzieleniu ich z powodu podobieństwa litologicznego osadów podścielających. Seria ta występuje w okolicach Aleksandrowa. Piaski należące do serii 6 nie stanowią dobrego podłoża budowlanego. Często są to piaski luźne.

Seria 7 – Lessy i grunty lessopodobne

Lessy i grunty lessopodobne występują w północno – wschodniej części ark. Łódź-Wschód. Leżą one na glinach zwałowych zlodowacenia środkowopolskiego. Do osadów tych zaliczono piaski silnie pylaste. Osady te mogą przypominać osady zastoiskowe. Seria ta nie została oznaczona w niniejszym opracowaniu.

Seria 8 – Koluwia i deluwia (+ stożki napływowe)

Serie ta tworzą osady zboczowe występujące w dolnych częściach stoków lub u ich podnóży. Obejmuje ona również osady spływowe i stożków napływowych. Miąższość ich jest zmienna i waha się od kilkudziesięciu cm do kilku metrów. Zazwyczaj występują w postaci glin bardzo często piaszczystych, piasków, żwirów i pyłów.

Leżą one najczęściej na glinach zwałowych. Często utwory tej serii są trudne do wydzielenia z powodu podobieństwa do utworów tarasowych i częściowo eluwalno-eolicznych. Głównym kryterium wydzielenia tej serii jest kryterium morfologiczne. Warunki budowlane na obszarze tej serii można uznać za niekorzystne, co spowodowane jest spadkiem terenu, płytkim występowaniem wody a także przewarstwieniami gruntów pylastych i organicznych.

Seria 9 – Piaski i żwiry tarasów zalewowych, serie korytowe

Osady tej serii wypełniają niemal wszystkie dna dolinne. Są to najczęściej piaski drobne lub średnie, próchniczne czasem pylaste barwy szarej lub jasnoszarej. Spotykane są też piaski barwy białej (kwarcowe). Osady te mają miąższość od 3 do 5 m. W osadach tej serii występują czasem przewarstwienia żwirów i namulów. Często występują w sąsiedztwie torfów i zawierają części organiczne.

Seria 10 – Piaski i żwiry tarasów nadzalewowych

Osady te najczęściej towarzyszą rzekom stanowiąc element współczesnej doliny rzecznej. Osady tarasów nadzalewowych są reprezentowane przez piaski oraz piaski z przewarstwieniami pyłów. Najczęściej są to piaski drobne rzadziej średnie i grube. Miąższość zmienna do kilku metrów w większych dolinach. Seria 10 występuje najczęściej w stanie średniozagęszczonym i zagęszczonym. Sporadycznie są to piaski luźne. Seria ta stanowi dobre podłoże budowlane.

Seria 11 – Mady tarasów zalewowych, osady jeziorne

Osady te występują na tarasach zalewowych rzek i cieków. Stanowią one przewarstwienia spoiste w utworach piaszczystych tarasów zalewowych. Najczęściej występują w postaci glin pylastych, glin, piasków gliniastych, pyłów i pyłów piaszczystych. Miąższość osadów do 3 m. Grunty tej serii charakteryzują się konsystencją od twaroplastycznej do miękkoplastycznej. Zwierciadło wód gruntowych występuje na głębokości od 1 do 5 m. Pod względem geologiczno-inżynierskim obszar, na którym występuje seria 11 można uznać za niekorzystny z uwagi na płytko występujące wody gruntowe, domieszki organiczne oraz stany gruntów (pl, mpl).

Seria 12 – Mady tarasów nadzalewowych

Seria ta leży na tarasach nadzalewowych rzek i cieków. Zazwyczaj występuje jako przewarstwienia spoiste w piaszczystych osadach rzecznych tarasów nadzalewowych. Przewarstwienia w osadach piaszczystych tworzą pyły, piaski pylaste, gliny piaszczyste i ily pylaste. Osady tej serii wykazują głównie plastyczny i miękkoplastyczny stan gruntu. Miąższość osadów dochodzi do 2 m. Seria ta jest ogólnie niekorzystna do bezpośredniego posadowienia z powodu płytkiego położenia zwierciadła wody i słabonośnych przewarstwień w obrębie osadów serii.

Seria 13 – Gliny zwałowe

Do serii tej zaliczono wszystkie gliny zlodowacenia bez wydzielania glin poszczególnych zlodowaceń. Gliny zwałowe pokrywają znaczną część opisywanego obszaru. Tworzą one ciągłą pokrywę. Generalnie wyłaniają się na całym obszarze Łodzi. Często przewarstwione są utworami piaszczystymi. Barwy glin przeważnie są szare, szaro – brązowe, brązowe bądź brązowo - szare. Miąższość poszczególnych pokładów glin zwałowych uzależniona jest od budowy strukturalnej podłoża a także procesów glacitektonicznych, które zachodziły na opisywanym obszarze.

Gliny zwałowe poszczególnych stadiów tworzą pojedyncze poziomy lub też dzielą się na kilka poziomów w obrębie jednego kompleksu glin. Poziomy te rozdzielone są piaskami i żwirami interstadialnymi oraz iłami i pyłami zastoiskowymi. Osady tej serii występują głównie w stanie twardoplastycznym. W mniejszości w stanie plastycznym i miękkoplastycznym. Gliny zwałowe są dobrym podłożem pod obiekty budowlane.

Seria 14 – Piaski wodnolodowcowe i lodowcowe, rzeczno-peryglacjalne: moren czołowych, ozów, kemów, sandrów

Osady tej serii wykształcone są w postaci ciągłych pokryw lub drobnych soczewek. Występują na glinach zwałowych a także między glinami kolejnych zlodowaceń. Miąższość serii 14 jest bardzo zróżnicowana ze względu na zmienną morfologię podścielających je glin. Najczęściej wykształcone są w postaci piasków różnoziarnistych często zaglinionych. Osady tej serii występują również jako osady żwirowo – piaszczyste. Seria ta przewarstwiona jest pyłami i iłami. Barwy żółte, żółtobrązowe, brązowe.

Osady moren czołowych zbudowane są głównie z piasków o różnej granulacji i żwirów z przewarstwieniami piasków gliniastych, glin zwałowych, pyłów i iłów. Często zawierają dużą ilość otoczków kredowych. Występują między innymi w okolicach Nowosolnej, Plichowat, Rudy Pabianickiej, Brużycy, Rąbienia, Józefowa, Strykowa, Dobrej.

Osady kemów zbudowane są przeważnie z osadów piaszczysto-żwirowych o znacznej miąższości przedzielonych miejscami pyłami lub piaskami pylastymi. Miąższość kemów waha się od kilku do kilkudziesięciu metrów. Występują one m. in. w okolicach Strykowa.

Często w profilu pagórki kemowe zaznaczają się stałą sekwencją: w spągu występują pyły i piaski drobne wypełniające zglębienia w podłożu kemów następnie występują osady piaszczyste i żwirowe, które ku górze przechodzą w materiał drobniejszy. Osady o takiej sekwencji występują między innymi w okolicach Woli Zaradzyńskiej.

Formy przypominające ozy występują w okolicach Starowej Góry.

Seria 15 – Grunty zastoiskowe

Do serii tej zaliczono osady zastoiskowe plejstoceniowe. Osady zastoiskowe wykształcone są jako gliny pylaste, pyły, pyły piaszczyste, ily, ily pylaste, ily warwowe o barwie szarej, szaro-brązowej. Do serii tej zaliczono również przewarstwienia i wkładki w osadach zastoiskowych w postaci piasków drobnych, pylastych i gliniastych. W osadach serii sporadycznie występują części organiczne. Miąższość osadów zastoiskowych jest zróżnicowana. W obrębie jednego kompleksu tych osadów różnica miąższości może być różna, co spowodowane jest zaburzeniami glicitektonicznymi zachodzącymi na opisywanym obszarze. Dzieje się tak m.in. w rejonie Rogi – Sikawa gdzie miąższość osadów waha się od 2 do 35 m. W rejonie Rzgów – Bronisin seria osadów zastoiskowych ma zwiększoną miąższość do ok. 50 m, co spowodowane jest prawdopodobnie wynikiem subsydencji dna zbiornika. Seria ta w większości opisanych gruntów występuje w stanie twaroplastycznym oraz w stanie plastycznym, rzadko występują grunty miękkoplastyczne.

Tabela 4 Zestawienie statystyczne wartości stopnia plastyczności i stopnia zagęszczenia według danych archiwalnych zawartych w bazie danych geologiczno-inżynierskiej aglomeracji łódzkiej

Numer serii	parametr	ilość zdarzeń (n)	wartość maksymalna (I_b/I_L)	wartość minimalna (I_b/I_L)	średnia (I_b/I_L)	odchylenie standardowe (I_b/I_L)	mediana (I_b/I_L)	moda (I_b/I_L)
Seria 1	I_D	5	0,6	0,15	0,45	0,17	0,50	0,50
	I_L	2	0,13	0,16	0,15	0,02	0,15	-
Seria 2	I_D	10	0,80	0,45	0,63	0,16	0,60	0,80
	I_L	0	-	-	-	-	-	-
Seria 5	I_D	15	0,70	0,20	0,36	0,13	0,40	0,40
	I_L	32	0,70	0,20	0,46	0,16	0,40	0,40
Seria 6	I_D	12	0,50	0,50	0,50	0	0,50	0,50
	I_L	-	-	-	-	-	-	-
Seria 7	I_D	1	0,30	-	0,30	-	-	-
	I_L	1	0,20	-	0,20	-	-	-
Seria 8	I_D	50	0,30	0,61	0,50	0,04	0,50	0,50
	I_L	24	0,15	0,42	0,25	0,06	0,25	0,25
Seria 9	I_D	594	0,70	0,20	0,46	0,10	0,50	0,50
	I_L	-	-	-	-	-	-	-
Seria 10	I_D	98	0,70	0,40	0,53	0,07	0,50	0,50
	I_L	0	-	-	-	-	-	-
Seria 11	I_D	13	0,60	0,30	0,42	0,10	0,40	0,40
	I_L	55	0,61	0,12	0,31	0,13	0,33	0,20
Seria 12	I_D	0	-	-	-	-	-	-
	I_L	7	0,35	0,25	0,29	0,05	0,25	0,25
Seria 13	I_D	72	0,80	0,30	0,57	0,10	0,50	0,50
	I_L	8207	0,87	0	0,21	0,10	0,20	0,20
Seria 14	I_D	10352	0,85	0,05	0,57	0,11	0,50	0,50
	I_L	163	0,80	0,09	0,34	0,22	0,20	0,20
Seria 15	I_D	481	0,80	0,05	0,57	0,13	0,50	0,50
	I_L	2094	0,860	0,01	0,25	0,12	0,20	0,20

Seria 16 – Porwaki starszych utworów

Serię tą tworzą nagromadzenia różnych litologicznie i stratygraficznie osadów w sekwencji nienaturalnej. Najczęściej są to ropy, pyły, piaski i węgiel brunatny jako trzeciorzędowe kry w utworach czwartorzędowych. Jako porwaki występują również osady kredowe. Seria ta występuje w strefach zaburzeń glacitektonicznych.

Mięszkość i głębokość zalegania tej serii jest bardzo zróżnicowana. W miejscach występowania tej serii warunki budowlane są pogorszone co spowodowane jest dużym zróżnicowaniem litologicznym występującym na małych przestrzeniach, zmiennymi parametrami fizyko mechanicznymi oraz zróżnicowanymi warunkami hydrogeologicznymi.

Seria 17- Zwietrzliny

Do zwietrzelin zaliczono zwietrzałe osady w spągu utworów czwartorzędowych, a także piaski i pyły eluwialno-eoliczne występujące na piaskach wodnolodowcowych lub glinach zwałowych oraz rezydualnych glin zwałowych. Mięszkość osadów jest zmienna od 0,4 m do 2,5 m. Zmienność litologiczna tych osadów jest uzależniona w dużym stopniu od skał macierzystych podłoża.

W przypadku występowania osadów tej serii na glinach zwałowych wzrasta zawartość frakcji pylastej i ilastej, natomiast gdy leżą one na piaskach wodnolodowcowych występują wtedy jako piaski drobne i średnie, czasem zapyłone z niewielką ilością żwirów i otoczków.

Seria 20 – ropy (grunty jeziorne)

Są to osady zastoiskowe wieku paleogen - neogen. Zaliczono tu ropy, ropy piaszczyste, pyły a także przewarstwienia piaszczyste w ropy. Osady te mają barwy szare, zielonkawe, żółtozielone. Często zawierają domieszki węgla brunatnego a także okruchy wapieni i margli kredowych. Występują one często w większych zagłębieniach osadów kredy. Mięszkość tej serii dochodzi do ponad 40 m.

Seria 21 – Węgiel brunatny

Węgiel brunatny występuje w postaci przewarstwień w piaskach i ropy mioceńskich. Mięszkość tej serii wynosi od kilkudziesięciu cm do kilkunastu metrów.

Seria 22 – Piaski kwarcowe

Do serii tej zaliczono piaski kwarcowe wieku paleogen – neogen. Są to piaski drobne i średnie, czasem osady tej serii występują również w postaci żwirów kwarcowych. Mogą zawierać okruchy czarnych krzemieni i lignitu. Piaski kwarcowe mogą być zabarwione na kolor brunatny od zawartych w nich okruchów i niewielkiej ilości pyłu węglowego.

Seria 23, 24, 25 i 26 – osady wieku jurajsko-kredowego.

Głównie są to skały macierzyste, ale zalicza się tu także zwietrzliny i rumosze skalne poszczególnych odmian skał leżące bezpośrednio pod osadami paleogenu i neogenu lub plejstoceńskimi. Do serii 23 zaliczone zostały wapienie, margle i dolomity, do serii 24 piaskowce i piaski. W serii tej występują piaskowce drobno i gruboziarniste, piaskowce z glaukonitem. Do serii 25 zaliczono sporadycznie występujące opoki i gezy. Seria 26 obejmuje ility, iltowce, mułowce, łupki i iltłupki.

Seria 27– Gipsy, anhydryty, sole kamienne

Osady tej serii występują głównie w północnej części opracowania. Są to sole kamienne w wysadzie solnym Rogóżna. Leżą one pod trzeciorzędem i utworami czapy iltowo-gipsowej osiągnęte otworami wiertniczymi na gł. 300 a nawet 400 m. Nad serią solną leży czapa iltowo-gipsowa o miąższości 60 do 260 m. Wyróżnia się w niej część iltową i gipsowo-anhydrytowa. Osady wykształcone w postaci gipsu zostały stwierdzone w niniejszym opracowaniu tylko w dwóch otworach hydrogeologicznych.

Tabela 5 Charakterystyka parametrów fizycznych i mechanicznych gruntów dla wydzielonych serii geologiczno-inżynierskich na podstawie danych archiwalnych

Numer serii geologiczno-inżynierskiej	Dominujące rodzaje gruntów wg PN-B-02480:1986	Cechy fizyczno-mechaniczne serii geologiczno-inżynierskich						
		Stopień zagęszczenia	Stopień plastyczności	Gęstość objętościowa	Wilgotność naturalna	Kąt tarcia wewnętrzne go	Spójność całkowita	
		l ₀ [-]	l ₁ [-]	[Mg/m ³]	w _n [%]	φ [°]	c [kPa]	
4	T	-	≥0,20	0,20 – 1,40	60 - >1000	1 - 10	10 - 100	
5	Nm, Nmg, Nmp	-	≥0,10	1,20 – 1,90	20 - 120	≤20	≤30	
	Gy		≥0,20	1,00 – 1,90	25 - >1000	1 - 15	10 - 50	
6	Пπ, Pd, Ps	0,30 – 0,70	-	1,40 – 1,80	8 - 25	27 - 31	-	
7	Pd	0,40 – 0,70		1,50 – 1,80	5 - 15	<36	-	
	Π		≤0,00 – 0,15	1,60 – 1,80	5 - 20	<32	<50	
8	Gp, Gπ, Pg, Π, Пπ, Pd, Ps	-	0,05 - 0,60	1,50 – 2,00	19 - 29	2 - 20	10 - 100	
9	Pd, Ps, Pr, Пπ, Po	0,20 – 0,55	-	1,60 – 2,00	10 - 22	24 - 31	-	
10	Pd, Ps, Pr, Ż	0,30 – 0,70	-	1,70 – 2,10	8 - 20	28 - 34	-	
11	Gp, Gπ, Π, Пπ	-	0,05 - 0,60	1,50 – 2,00	19 - 29	2 - 20	10 - 100	
12	Π, Пπ	-	≤0,00 – 0,50	1,40 – 2,00	14 - 25	10 - 25	10 – 50	
13	Gp, Gpz, G, Gπ, Gz, Pg	Złodowacenie Warty	-	≤0,00 – 0,45	1,60 – 2,25	7 - 22	15 - 32	10 - 120
		Złodowacenie Odry	-	≤0,00 – 0,30	1,65 – 2,30	6 – 20	17 - 33	15 – 150
		Złodowacenie Południowopolskie	-	≤0,00 – 0,30	1,80 – 2,35	5 - 22	10 - 35	20 - 200
14	Pd, Ps, Pr, Пπ, Po, KO, Ż	0,30 – 0,90	-	1,60 – 2,00	9 - 20	30 - 38	-	
15	I, Iπ, Π, Пπ, Gπ, Пπ	-	≤0,00 – 0,35	1,80 – 2,10	19 - 32	<22	<100	

5.2 Mapy tematyczne

Mapy tematyczne wykonywano w oprogramowaniu GIS. Mapy analityczne tworzone na podstawie reprezentatywnych archiwalnych otworów wiertniczych oraz otworów wykonanych na potrzeby niniejszego opracowania, zebranych w otworowej bazie danych oraz na podstawie kartograficznych materiałów archiwalnych (mapy w różnych skalach, plany zagospodarowania itp.). Do realizacji oraz redakcji bazy danych i map wykorzystano programy ArcGIS, Surfer i Geostar.

Mapy przygotowano i wydrukowano w skali 1:10 000 (zał.: 2-9) oraz w skali 1:100 000 (zał.: 1, 10, 11, 12). Przy tworzeniu map wykorzystano podkłady topograficzne w układzie PUWG 1992 lub (w przypadku braku dostępu) w układzie PUWG 1942 w skali 1: 10 000 - dla arkuszy w skali 1:10 000, oraz 1:100 000 - dla arkuszy w skali 1: 100 000.

Podkłady zostały pozyskane z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej i wykorzystane za pozwoleniem. Wszystkie podkłady topograficzne przystosowano (skalibrowano) do państwowego układu współrzędnych geodezyjnych 1992.

W ramach opracowania wykonano następujące mapy:

Załącznik 1 Mapa lokalizacyjna - skala 1:100 000

Na mapie przedstawiono zasięg opracowania z podziałem na arkusze w skali 1:10 000 wraz z przebiegiem linii przekrojów geologiczno-inżynierskich na tle podziału administracyjnego.

Obszar opracowania został podzielony na 33 arkusze w skali 1:10 000. Na schemacie podziału arkuszowego oprócz numeru arkusza umieszczono godła podkładów topograficznych i ich nazwy stosowane w bazie danych do opisu otworów archiwalnych. Arkusze zostały podzielone od 1 do 33. Kolejność ta została zachowana dla wszystkich map tematycznych skali 1:10 000.

Załącznik 2 Mapa dokumentacyjna - skala 1:10 000 (oraz 1:5000)

Mapa dokumentacyjna została opracowana na podkładach topograficznych w skali 1:10 000. Zaznaczono na nich zasięg opracowania, przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz umieszczono położenie otworów wiertniczych uwzględnionych w bazie danych geologiczno-inżynierskich aglomeracji łódzkiej. Na mapie zróżnicowano otwory na archiwalne i wykonane na potrzeby opracowania.

Obszary, na których występuje znaczne zagęszczenie punktów dokumentacyjnych (co rzutuje na czytelność mapy) przedstawiono dodatkowo w powiększeniu do skali 1:5000.

Załącznik 3a Mapa geologiczno-inżynierska na głębokości 1 m p.p.t. - skala 1:10 000

Mapę geologiczno-inżynierską na głębokości 1 m p.p.t. opracowano na podkładach topograficznych w skali 1:10 000. Mapa przedstawia (na podstawie informacji z bazy danych) wyznaczony geostatystycznie (za pomocą alokacji euklidesowej) zasięg występowania serii, czyli wydzieleni o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych na zadanej głębokości.

Załącznik 3b Mapa geologiczno-inżynierska na głębokości 2 m p.p.t. - skala 1:10 000

Mapę geologiczno-inżynierską na głębokości 2 m p.p.t. opracowano na podkładach topograficznych w skali 1:10 000. Mapa przedstawia (na podstawie informacji z bazy danych) wyznaczony geostatystycznie (za pomocą alokacji euklidesowej) zasięg występowania serii, czyli wydzieleni o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych na zadanej głębokości.

Mapa przedstawia element składowy wykorzystany w dalszym etapie do tworzenia mapy wynikowej, którą stanowi mapa warunków budowlanych.

Załącznik 3c Mapa geologiczno-inżynierska na głębokości 4 m p.p. - skala 1:10 000

Mapę geologiczno-inżynierską na głębokości 4 m p.p.t. opracowano na podkładach topograficznych w skali 1:10 000. Mapa przedstawia (na podstawie informacji z bazy danych) wyznaczony geostatystycznie (za pomocą alokacji euklidesowej) zasięg występowania serii, czyli wydzieleni o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych na zadanej głębokości.

Na każdej z map gruntów (Zał.: 3a-3c) wyznaczony jest zasięg występowania serii, czyli wydzieleni o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych na danej głębokości. Mapy gruntów przedstawione jako „cięcie” na zadanej głębokości ilustrują stopień złożoności budowy geologicznej, odzwierciedlają występowanie wydzielonych serii w poszczególnych punktach badawczych na danej głębokości a także obrazują stopień udokumentowania terenu. Obszary wydzielonych serii na mapach posiadają kolory zgodne z wydzieleniami na przekrojach geologiczno-inżynierskich.

Mapy te mogą być wykorzystywane dla projektowania posadowienia obiektów budownictwa typu bardzo lekkiego bądź lekkiego, jak również w przypadku możliwych awarii urządzeń, środków transportu na obszarach chronionych, a razem z mapami pierwszego poziomu wodonośnego (hydroizohipsy wód podziemnych) informują o zdolnościach filtracyjnych gruntów i kierunkach migracji zanieczyszczeń i skażeń. Mogą być również przydatne do projektowania tras infrastruktury podziemnej.

Załącznik 4 Mapa gruntów antropogenicznych - skala 1:10 000

Na mapie gruntów antropogenicznych opracowanej na podkładach topograficznych 1:10 000 przedstawiono miejsca/otwory, gdzie odwiercono grunty antropogeniczne (grunty serii 1 i 2) symbolizując je ze względu na miąższość nawierconych gruntów antropogenicznych. Ponadto umiejscowiono jako nasypy składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych oraz przebieg nasypów drogowych, kolejowych i teren lotniska. Na mapie przedstawiono także obszary zabudowy mieszkaniowej i przemysłowo-technicznej.

Generalnie należy przyjąć, że nasypy stanowią niekorzystne podłoże budowlane, wymagające często dodatkowych zabiegów geotechnicznych - wzmocnienia bądź wymiany. Wyjątkiem są głównie obiekty liniowe zbudowane z nasypów budowlanych.

Załącznik 5 Mapa położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych - skala 1:10 000

Mapa ta powstała na podstawie danych o głębokości pierwszego zwierciadła uzyskanych podczas wierceń geologiczno-inżynierskich. Wykorzystano tutaj informacje zawarte w dokumentacjach geologiczno-inżynierskich na kartach otworów jak i z otworów wiertniczych wykonanych na potrzeby niniejszego opracowania. Informacje o położeniu pierwszego zwierciadła wód podziemnych pochodzą z długiego okresu czasu (lata 1950 – 2011) zatem mapę tę należy uznać niejako za syntetyczną.

W związku z powyższym zdecydowano się na przedstawienie głębokości pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych w otworze badawczym. Do zobrazowania położenia zwierciadła wody wykorzystano narzędzie geostatystyczne - alokację euklidesową. Głębokość położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych przedstawiono niezależnie od tego czy jest napięte czy swobodne. Informację taką przedstawiono przy zlokalizowaniu na omawianej mapie otworów, w których stwierdzono występowanie zwierciadła wód podziemnych, różnicując na charakter nawierconego zwierciadła (swobodne lub napięte). Ponadto każdy otwór na mapie oznaczono wartością głębokości nawierconego zwierciadła oraz ustabilizowanego w przypadku zwierciadła napiętego.

Dla obszarów, na których liczba punktów dokumentacyjnych jest niewielka może nie odzwierciedlać faktycznego położenia zwierciadła wód podziemnych. Podkreślenia wymaga także fakt, że analizie poddano zakres danych z okresu ponad 50 lat. Przez ten okres położenie zwierciadła wód podziemnych podlegało zmianom, zarówno z przyczyn naturalnych jak i antropogenicznych. W związku z tym przedstawiony na mapie obraz położenia stabilizacji napiętego jak i swobodnego zwierciadła wód podziemnych może się różnić od obecnego stanu i należy go traktować jako orientacyjny.

Stopień rozpoznania warunków hydrogeologicznych jest zróżnicowany - dobry na obszarach zabudowanych, bardzo słaby poza ich granicami, dlatego informacje zawarte na tej mapie, w niektórych jej częściach mają charakter przybliżony.

Załącznik 6 Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t - skala 1:10 000

Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. jest mapą syntetyczną uwzględniającą istotne czynniki kształtujące w podłożu warunki budowlane: geologiczne i hydrogeologiczne. Mapa ta jest opracowana na podkładach topograficznych w skali 1:10 000.

Przy kwalifikowaniu terenów pod względem ich przydatności dla celów budowlanych wykorzystano informacje zebrane podczas wydzielania serii geologiczno-inżynierskich poprzez grupowanie gruntów o zbliżonych właściwościach.

Wydzielone serie geologiczno-inżynierskie występujące na 2m p.p.t., przy uwzględnieniu ich stanu, stopnia skonsolidowania, a także dopuszczalnych obciążeń (zgodnie z „Instrukcją sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach”, Ministerstwo Środowiska, Warszawa 1999 r.) zaliczono do jednej z trzech poniżej wymienionych grup:

1 grunty przenoszące obciążenia maksymalnie do 0,05 MPa: grunty antropogeniczne, organiczne i mady tarasów zalewowych. W tej grupie grunty spoiste są nieskonsolidowane natomiast antropogeniczne grunty niespoiste występują głównie w stanie luźnym. Do tej grupy zaliczono serie 1, 2, 3, 4, 5 oraz 11.

2 grunty przenoszące obciążenia od 0,05 MPa do 0,3 MPa.: są to osady eluwialne, deluwialne, koluwialne, eoliczne, zastoiskowe, rzeczne nieorganiczne, mady tarasów nadzalewowych, gliny lodowcowe oraz grunty zwietrzelinowe. Grunty spoiste w tej grupie należą do słabo skonsolidowanych a grunty niespoiste występują głównie w stanie średniozagęszczonym. Do tej grupy zaliczono serie 6, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 16 oraz 17.

3 grunty przenoszące obciążenia powyżej 0,3 MPa: osady lodowcowe i wodno-lodowcowe, rzeczne piaszczyste i żwirowe tarasów nadzalewowych, paleogeńsko-neogeńskie grunty jeziorne oraz skały. W tej grupie grunty spoiste należą do skonsolidowanych a niespoiste są głównie zagęszczone. Do tej grupy zaliczono serie 10, 14 oraz od 20 do 27.

Na mapie naniesiono następujące wydzielenia:

Niekorzystne warunki budowlane – nie zalecane posadowienie bezpośrednio obiektów:

- a) grunty przenoszące obciążenia maksymalnie do 0,05 MPa z wodą gruntową na głębokości większej niż 1 m p.p.t.,
- b) grunty przenoszące obciążenia maksymalnie do 0,05 MPa z wodą gruntową na głębokości od 0 do 1 m p.p.t.,
- c) grunty przenoszące obciążenia większe od 0,05 MPa z wodą gruntową na głębokości od 0 do 1 m p.p.t..

Mało korzystne warunki budowlane – możliwe posadowienie bezpośrednio obiektów budownictwa lekkiego przy konieczności szczegółowego rozpoznania geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego:

- a) grunty przenoszące obciążenia od 0,05 MPa do 0,3 MPa z wodą gruntową na głębokości większej niż 2 m p.p.t.,
- b) grunty przenoszące obciążenia od 0,05 MPa do 0,3 MPa z wodą gruntową na głębokości od 1 do 2 m p.p.t.,
- c) grunty przenoszące obciążenia powyżej 0,3 MPa z wodą gruntową na głębokości od 1 do 2 m p.p.t..

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

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

Na omawianej mapie przedstawiono także zasięg terenów górniczych, składowiska odpadów a także wyznaczone z cyfrowego modelu terenu obszary spadków terenu w przedziałach do 2%, od 2% do 10% oraz powyżej 10%.

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

Załącznik 7 Mapa zagospodarowania powierzchni terenu - skala 1:10 000

Mapę zagospodarowania terenu w skali 1:10 000 opracowano na podstawie informacji uzyskanych z urzędów administracji publicznej tj.: urzędy miejskie i gminy. Mapa ta powstała głównie w oparciu o miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP) oraz studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP).

Na arkuszach mapy przedstawiono szczegółowy obraz rodzaju zabudowy, wykorzystania i przeznaczenia obszaru aglomeracji łódzkiej, dzięki czemu możliwe jest planowanie różnego rodzaju inwestycji.

Na mapie przedstawiono zagospodarowanie powierzchni w podziale na tereny zabudowy społeczno-technicznej, tereny zabudowy mieszkaniowej oraz tereny zieleni i upraw. Zastosowano następujące oznaczenia:

Zabudowa mieszkaniowa

M – tereny zabudowy mieszkaniowej (jednorodzinnej, wielorodzinnej)

M/U – tereny zabudowy mieszkaniowo – usługowej

Zabudowa społeczno-techniczna

- CM** – tereny cmentarzy
- PG** – tereny eksploatacji powierzchniowej i do rekultywacji
- I** – tereny infrastruktury technicznej
- KK** – tereny kolejowe
- KM** – tereny komunikacji miejskiej
- URB** – tereny do przekształceń urbanistycznych
- KL** – tereny transportu lotniczego
- P** – tereny wielko powierzchniowych obiektów przemysłowych
- PP** – tereny zabudowy przemysłowej, produkcyjnej, magazynów, składów
- P/U** – tereny zabudowy przemysłowo-usługowej
- U** – tereny zabudowy usługowej

Tereny zielone i uprawne

- ZL** – tereny leśne
- R** – tereny rolne (pola, łąki, sady, zagrody)
- ZM** – tereny zieleni (miejskiej, parkowej, niskiej, ogrodowej, urządzonej)
- ZN** – tereny zieleni naturalnej i dolin rzecznych.

Załącznik 8 Mapa terenów zagrożonych i wymagających ochrony - skala 1:10 000

Podstawowym źródłem informacji o zagrożeniach naturalnych (geozagrozeniach) i antropogenicznych są różnego rodzaju materiały archiwalne i bazy danych. Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami czy baza Systemu Osłony Przeciwośmiskowej (SOPO) dostarcza dane o możliwych zagrożeniach. Jednak w wyżej wymienionych materiałach archiwalnych jak i podczas kartowania na terenie opracowania nie stwierdzono występowania zagrożeń naturalnych.

W związku z tym omawianą mapę wykonano opierając się o informacje uzyskane z urzędów administracji publicznej (PZP, SUIKZP itp.) oraz na podstawie danych zawartych na arkuszach Mapy geologiczno-gospodarczej Polski oraz arkuszach Mapy hydrogeologicznej Polski (arkusze: Zgierz-590, Głowno – 591, Łódź Zachód – 627, Łódź Wschód – 628 oraz Pabianice – 664).

Na mapie przedstawiono obszary zagrożone występowaniem elementów niekorzystnych z punktu widzenia kształtowania struktur funkcjonalno-przestrzennych dla potrzeb budownictwa. Są to elementy związane z eksploatacją górnictwem czy obszary i obiekty stanowiące zagrożenie dla środowiska naturalnego.

Obiekty stanowiące zagrożenie dla środowiska naturalnego:

- zakłady przemysłowe,
- składowiska odpadów,
- ścieki komunalne i przemysłowe,
- oczyszczalnie,
- magazyny paliw,
- autostrady,
- lotnisko.

Obszary związane z eksploatacją górnictwem:

- wyrobiska,
- obszary górnicze,
- tereny górnicze.

Na omawianej mapie zamieszczono także elementy środowiska naturalnego i obszary chronione z uwagi na ich charakter środowiskowy i przyrodniczy. Przedstawiono także obiekty dziedzictwa kulturowego.

Obiekty dziedzictwa kulturowego:

- pomniki,
- parki podworskie,
- stanowiska archeologiczne,
- zabytki architektoniczne i sakralne,
- zabytkowe obiekty techniczne,
- cmentarze.

Formy ochrony środowiska naturalnego:

- pomniki przyrody,
- zabytkowe aleje drzewostanu,
- użytki ekologiczne,
- rezerваты,
- parki krajobrazowe,
- obszary chronionego krajobrazu,
- obszary Natura 2000.

Elementy środowiska przyrodniczego:

- tereny zieleni urządzonej i naturalnej,
- tereny leśne,
- źródła.

Mapa ta wprowadza cenne informacje, które są istotne podczas planowania przestrzennego. Ukazuje bowiem tereny, na których ze względu na zagrożenia lub ochronę środowiska istnieją znaczne ograniczenia dotyczące projektowania obiektów budowlanych. Mapę tę powinno się analizować uwzględniając Mapę warunków budowlanych na 2 m p.p.t. (Załącznik 6), szczególnie na etapie projektowania inwestycji budowlanej.

Załącznik 9 Mapa geohydrodynamiki pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego - skala 1:10 000

Jest to mapa opierająca się o bazę i arkusze „Mapy hydrogeologicznej Polski – pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika” – MhP PPW. Obejmuje ona niektóre elementy charakterystyki hydrogeologicznej, pierwszej od powierzchni terenu użytkowej warstwy wodonośnej (lub zespołu warstw wodonośnych), wykazujących dobrą łączność hydrauliczną, osiagających łączną miąższość co najmniej 2m przy średnim stanie retencji wód podziemnych.

Mapa identyfikuje pierwszy użytkowy poziom wodonośny (PPW) z podziałem na jednostki hydrodynamiczno-geomorfologiczne oraz hydrodynamikę tej warstwy wraz z charakterystyką zwierciadła wód podziemnych.

Mapa przedstawia ponadto położenie źródeł, studni kopanych oraz otworów hydrogeologicznych na terenie aglomeracji łódzkiej.

Mapa jest niezwykle istotna dla planowania przestrzennego z punktu widzenia dostępu do wody przy planowaniu inwestycji budowlanych a także dla ochrony wód podziemnych przed ewentualnie negatywnym wpływem realizowanych inwestycji.

Załącznik 10 Mapa regionalizacji hydrogeologicznej - skala 1:100 000

Mapa ta ma charakter uzupełnienia Mapy terenów zagrożonych i wymagających ochrony (Zał. 8). Przedstawia ona podział zlewni wód podziemnych od zlewni 1 do zlewni 5 rzędu.

Mapa obrazuje także zasięg Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP). Obszar opracowania jest objęty w dużej części GZWP 401 – Niecka łódzka. Zbiornik ten obejmuje całą zachodnią i centralną część aglomeracji łódzkiej i jest umiejscowiony w utworach kredy. W północnej części aglomeracji występuje GZWP 402 – zbiornik Stryków występujący w utworach jurajskich. W utworach jury umiejscowiony jest także GZWP 404 – zbiornik Koluszki-Tomaszów na wschodnich krańcach opracowania. We wschodniej części aglomeracji w utworach czwartorzędu znajduje się także GZWP 403 – międzymorenowy zbiornik Brzeziny-Lipce Reymontowskie.

Mapa przedstawia także zasięg występowania Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd). Na terenie opracowania znajdują się JCWPD 79, 80, 82, 96 i 97. Ponadto na mapie pokazano położenie punktów monitoringowych Systemu obserwacji Hydrogeologicznych (SOH).

Załącznik 11 Mapa geomorfologiczna - skala 1:100 000

Charakterystykę morfologiczną obszaru aglomeracji łódzkiej opracowano w oparciu o mapy i szkice geomorfologiczne wykonane na potrzeby Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000: arkusze: Zgierz-590, Głowno – 591, Łódź Zachód – 627, Łódź Wschód – 628 oraz Pabianice – 664 oraz w oparciu o opracowanie „Geomorfologia regionu łódzkiego” (K. Turkowska, 2006) Na mapie przedstawiono informacje dotyczące ukształtowania powierzchni terenu i form geomorfologicznych.

Właściwą treść mapy stanowią główne jednostki geomorfologiczne:

1. formy pochodzenia lodowcowego: wysoczyzna morenowa i wzgórza morenowe,
2. formy utworzone w strefie martwego lodu: pagórki morenowe martwego lodu, zagłębienia bezodpływowe oraz zagłębienia powstałe na skutek nierównomiernej działalności lodowca,
3. formy pochodzenia wodnolodowcowego: równiny sandrowe i wodnolodowcowe (w ogólności) oraz kemy,
4. formy pochodzenia eolicznego: wydmy jak i równiny piasków przewianych,
5. formy pochodzenia rzeczno-erozyjnego: dna dolin rzecznych, tarasy akumulacyjne w dolinach rzecznych oraz młode rozcięcia erozyjne takie jak parowy i młode dolinki,
6. formy pochodzenia denudacyjnego: ostańce i równiny denudacyjne,
7. formy pochodzenia jeziornego, takie jak równiny rozlewiskowo – jeziorne.

Z mapy korzystano przy wydzieleniu serii geologiczno-inżynierskich w profilach otworów wprowadzanych do bazy. Mapa posłużyła również do charakterystyki geomorfologii obszaru aglomeracji łódzkiej.

Załącznik 12 Mapa zakresu udokumentowania terenu - skala 1:100 000

Mapę utworzono na podstawie kryterium jakim była liczba otworów badawczych na kilometr kwadratowy. Stworzono siatkę kilometrażową, dla której za pomocą metod geostatystycznych przypisano liczbę punktów dokumentacyjnych z bazy danych.

Przy tworzeniu mapy przyjęto, że stopień złożoności budowy geologicznej jest średni. Założono więc następujące przedziały zakresu udokumentowania:

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

5.3 Przekroje geologiczno-inżynierskie

Dla przedstawienia budowy geologicznej aglomeracji łódzkiej wykonano 4 przekroje geologiczno-inżynierskie (Zał. 13). Przy tworzeniu przekrojów przyjęto skalę poziomą 1:10 000 a pionową 1:500. Linie przekrojów poprowadzono tak, aby uwzględnić złożoność budowy geologicznej omawianego obszaru. Przebieg przekrojów zobrazowano między innymi na mapie lokalizacyjnej (Zał. 1) oraz na mapie dokumentacyjnej (Zał. 2). Kolory serii na przekrojach są zgodne z użytymi na mapach tematycznych (Zał 3a, Zał 3b, Zał 3c).

Załącznik 13 Przekroje geologiczno-inżynierskie skala 1:10 000 / 1:500

Zał. 13.1 Przekrój I – I'

Przekrój ten ma przebieg W-E i położony jest na terenie gminy Miasto Łódź. Przekrój przebiega przez następujące arkusze: LTE (Łódź – Teofilów), LBA (Łódź – Bałuty), LRO (Łódź – Rogi), LSI (Łódź – Sikawa) oraz LNO (Łódź – Nowosolna).

Zał. 13.2 Przekrój II – II'

Przekrój ten ma przebieg WSW-ENE i położony jest na terenie gmin: Pabianice – Miasto, Pabianice, Ksawerów i Miasto Łódź. Przekrój przebiega przez następujące arkusze: SZY (Szynkielew), KSA (Ksawerów), STA (Starowa Góra) oraz GRO (Grodzisko).

Zał. 13.3 Przekrój III – III'

Przekrój ten ma przebieg S-N i położony jest na terenie gmin: Ksawerów i Miasto Łódź. Przekrój przebiega przez następujące arkusze: KSA (Ksawerów), LRE (Łódź – Retkinia), LPO (Łódź – Polesie) i LBA (Łódź – Bałuty).

Zał. 13.4 Przekrój IV – IV'

Przekrój ten ma przebieg S-N i położony jest na terenie gminy Ksawerów i Miasto Łódź. Przekrój przebiega przez następujące arkusze: GRO (Grodzisko), LWS (Łódź – Wiskitno), LWI (Łódź – Widzew) oraz LSI (Łódź – Sikawa).

6 Obszary perspektywiczne do dalszego dokumentowania

W trakcie tworzenia bazy danych oraz wykonywania atlasu geologiczno-inżynierskiego przeprowadzono analizę stopnia rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na obszarze opracowania. Wyznaczono w ten sposób rejony o słabym stopniu rozpoznania.

Najlepiej udokumentowany jest teren miasta Łodzi, a więc centrum obszaru opracowania, gdzie niemal wszędzie stwierdzono bardzo dobre udokumentowanie terenu. Dobrze udokumentowane są także zurbanizowane centra miejscowości Zgierz, Pabianice, Andrespol oraz Konstantynów Łódzki i Aleksandrów Łódzki.

Większość terenu poza obszarami zurbanizowanymi jest bardzo słabo udokumentowana, liczba otworów na km² jest miejscami dużo niższa od 20. Są to tereny przeznaczone do dalszego udokumentowania (Zał. 12). Podczas planowania inwestycji na tych obszarach przy wstępnym rozpoznaniu podłoża gruntowego korzystanie tylko z materiałów archiwalnych jest niewystarczające i wymaga dodatkowego rozpoznania budowy podłoża.

7 Podsumowanie

Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji łódzkiej wykonany został w oparciu o „Instrukcję sporządzania atlasów geologiczno-inżynierskich dla miast techniką komputerową” opracowaną przez Państwowy Instytut Geologiczny i Instytut Techniki Budowlanej w 2000 r. i wersję rozszerzoną z 2005 r. Stanowi on cyfrowe opracowanie zagadnień geologiczno-inżynierskich z uwzględnieniem specyfiki regionu i może być wykorzystany przy planowaniu zagospodarowania przestrzennego aglomeracji łódzkiej, a także przy podejmowaniu we wstępnych etapach decyzji lokalizacyjnych inwestycji dla wszelkiego typu budownictwa. Baza danych geologiczno-inżynierskich jest pierwszym tego typu zbiorczym opracowaniem dla terenu aglomeracji łódzkiej.

Opracowanie objęło w całości obszar miasta Łodzi oraz częściowo tereny graniczących z nim gmin: Nowosolna, Andrespol, Brójce i Rzgów (powiat łódzki wschodni); Zgierz – miasto, Aleksandrów Łódzki – miasto, Aleksandrów Łódzki – gm. wiejska (powiat zgierski); Ksawerów, Pabianice – miasto, Pabianice, Konstantynów Łódzki (powiat pabianicki). Łączna powierzchnia tak wyznaczonej aglomeracji wyniosła 505,83 km².

W atlasie geologiczno-inżynierskim aglomeracji łódzkiej przedstawiono kompleksową ocenę warunków geologiczno-inżynierskich na tle budowy geologicznej i warunków wodnych w oparciu o zebrane materiały archiwalne oraz uzupełniające wiercenia badawcze, wykonane na obszarach słabo rozpoznanych.

Do opracowania atlasu wykorzystano różne materiały archiwalne pochodzące z długiego przedziału czasowego. W trakcie analizy i oceny materiałów natrafiono na szereg trudności związanych z brakiem możliwości jednoznacznej lokalizacji otworów archiwalnych oraz ich rzędnych wysokościowych.

W trakcie zbierania materiałów archiwalnych przejrano ponad 1700 dokumentacji takich jak opracowania geotechniczne, geologiczno-inżynierskie, hydrogeologiczne, fizjograficzne i złożowe itp. Do bazy danych wybrano 27 110 otworów wiertniczych, w tym 278 otworów uzupełniających wykonanych na obszarach słabo rozpoznanych na podstawie zatwierdzonych projektów prac geologicznych.

Profile tych otworów, z podaniem litologii gruntów, ich podstawowych parametrów fizyczno-mechanicznych oraz genezy wraz z określeniem serii geologiczno-inżynierskich zostały wprowadzone do bazy danych.

W trakcie wierceń pobrano ponad 600 próbek gruntów o naturalnej wilgotności i naturalnym uziarnieniu – próbki kategorii B. Spośród tej liczby do dalszych badań wytypowano 355 próbek, w tym 170 próbek gruntów niespoistych oraz 185 próbek gruntów spoistych.

Wyniki prac przedstawiono w formie graficznej i opisowej. Część graficzna zawiera następujące mapy tematyczne w skali 1:10 000:

- mapa dokumentacyjna,
- mapa geologiczno-inżynierska na głębokości: 1 m, 2 m oraz 4 m p.p.t.,
- mapa utworów antropogenicznych,
- mapa położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych,
- mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t.,
- mapa zagospodarowania powierzchni terenu,
- mapa terenów zagrożonych i wymagających ochrony,
- mapa geohydrodynamiki pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego,

oraz mapy tematyczne w skali 1: 100 000:

- mapa lokalizacyjna,
- mapa regionalizacji hydrogeologicznej,
- mapa geomorfologiczna,
- mapa zakresu udokumentowania terenu.

Ponadto dla zobrazowania modelu budowy geologicznej aglomeracji łódzkiej wykonano 4 charakterystyczne dla regionu przekroje geologiczno-inżynierskie. Linie przekrojów wytyczono tak, aby uwzględnić różnorodność i złożoność budowy geologicznej. Przekroje wykonano w skali poziomej 1:10 000 i pionowej 1:500.

Przedstawiona w niniejszym opracowaniu geologiczno-inżynierska ocena warunków inwestycyjnych stanowi cenne narzędzie dla prawidłowego i racjonalnego planowania przestrzennego oraz projektowania różnych inwestycji związanych z urbanizacją terenów objętych atlasem. I to zarówno przy wyborze najdogodniejszych wariantów lokalizacji obiektów inwestycyjnych, jak i określaniu ogólnego charakteru zagospodarowania i ochrony środowiska.

Należy zaznaczyć, że dobre planowanie przestrzenne prawdopodobnie pomoże powstrzymać spadającą od kilkunastu lat liczbę mieszkańców zarówno w granicach samej Łodzi jak i na terenach jej przyległych. Czynnikiem przyrostu naturalnego w tym regionie jest bowiem jednym z najniższych w Polsce. Według danych Głównego Urzędu Statystycznego na przykład w 2011 roku przyrost był ujemny i wyniósł on blisko -5%.

Zarchiwizowane w bazach danych (dane otworowe) i systemie GIS (warstwy informacyjne) materiały geologiczne oraz informacje dotyczące ochrony środowiska i infrastruktury, pozwalają na analizowanie różnorodnych danych związanych z zagospodarowaniem przestrzennym oraz pozwalają na wskazanie optymalnego zagospodarowania terenu. Dodatkową zaletą opracowania jest łatwość aktualizacji danych, szybkość ich przetwarzania i dostępu do informacji oraz sporządzania, w zależności od potrzeb, planów tematycznych wybranych obszarów aglomeracji łódzkiej.

8 Literatura

1. Bank HYDRO. PIG Warszawa.
2. Dmochowska H. (red.), 2011 – Rocznik demograficzny. GUS Warszawa.
3. Instrukcja nr 302, 1991 – Wykonywanie map warunków budowlanych dla obszarów miejskich. ITB Warszawa.
4. Instrukcja, 1999 – Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach. Ministerstwo Środowiska. Warszawa.
5. Instrukcja, 2000 – Wymagania techniczne dla obiektów budowlanych wznoszonych na terenach górniczych. ITB Warszawa.
6. Instrukcja, 2000 – Instrukcja wykonywania atlasów geologiczno – inżynierskich dla miast techniką komputerową. PIG i ITB Warszawa.
7. Kleczkowski A. S. (red.), 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000. CPBP 04.10.: Ochrona i kształtowanie środowiska przyrodniczego. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH. Kraków.
8. Mapa geologiczno gospodarcza Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami - Arkusze: Zgierz - 0590 (1997, Błaszczak J.), Głowno - 0591 (1997, Bierkowska M., Osendowska E.), Łódź Zachód - 0627 (1997, Makuch Z., Sieroń G), Łódź Wschód - 0628 (1997, Stanek E.), Pabianice - 0664 (1997, Poradowska M.)
9. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami - Arkusze: Zgierz - 0590 (2002, Meszczyński J., Szczerbinka M.), Głowno - 0591 (2002, Meszczyński J., Szczerbinka M.), Łódź Zachód - 0627 (2002, Bierkowska M.), Łódź Wschód - 0628 (2002, Fabianowski W.), Pabianice - 0664 (2002, Fabianowski W.).
10. Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika wraz z objaśnieniami - Arkusze: Zgierz - 0590 (2006, Pęczkowska B., Figiel Z.), Głowno - 0591 (2006, Pęczkowska B., Figiel Z.), Łódź Zachód - 0627 (2007, Balwierz J., Piwowarski T.), Łódź Wschód - 0628 (2006, Pęczkowska B., Figiel Z.), Pabianice - 0664 (2006, Szadkowska M., Bęczkowska K.).
11. Migoń P., 2006 – Geomorfologia, PWN Warszawa.
12. Nowicki Z. (red.), 2007 – Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce. Informator Państwowej Służby Hydrogeologicznej. PIG Warszawa.
13. Nowicki Z. (red.), 2007 – Wody podziemne miast wojewódzkich Polski. PIG Warszawa.
14. Olańczuk–Neyman K., Zadroga B., 2001 - Ochrona i rekultywacja podłoża gruntowego. Aspekty geotechniczno – budowlane. Politechnika Gdańska.
15. Paczyński B. (red.), 1993 – Atlas hydrogeologiczny Polski cz. I. Systemy zwykłych wód podziemnych. PIG Warszawa.
16. Paczyński B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski cz. II. Zasoby, jakość i ochrona wód podziemnych. PIG Warszawa.
17. PN-B-02000:1982. Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości.
18. PN-B-02481:1998 - Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
19. PN-B-03264:2002. Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

20. PN-B-04452:2002 - Geotechnika. Badania polowe.
21. PN-B-02480:1986 - Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis.
22. PN-B-04481:1988 - Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
23. Skrzypczyk L., 2008 – Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych, skala 1:500 000. PIG Warszawa.
24. Stupnicka E., 1997 – Geologia regionalna Polski. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego.
25. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami - Arkusze: Zgierz - 0590 (1993, Kłatkowa H.), Głowno - 0591 (1992, Brzeziński H.), Łódź Zachód - 0627 (1966, Różycki F., Kluczyński S.), Łódź Wschód - 0628 (1987, Trzmiel B. Nowacki K.), Pabianice - 0664 (1987, Kłatkowa H.)
26. Turkowska K., 2006 – Geomorfologia regionu łódzkiego, WUŁ Łódź.