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 Samel, 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 km^2.

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 przejrzano 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.

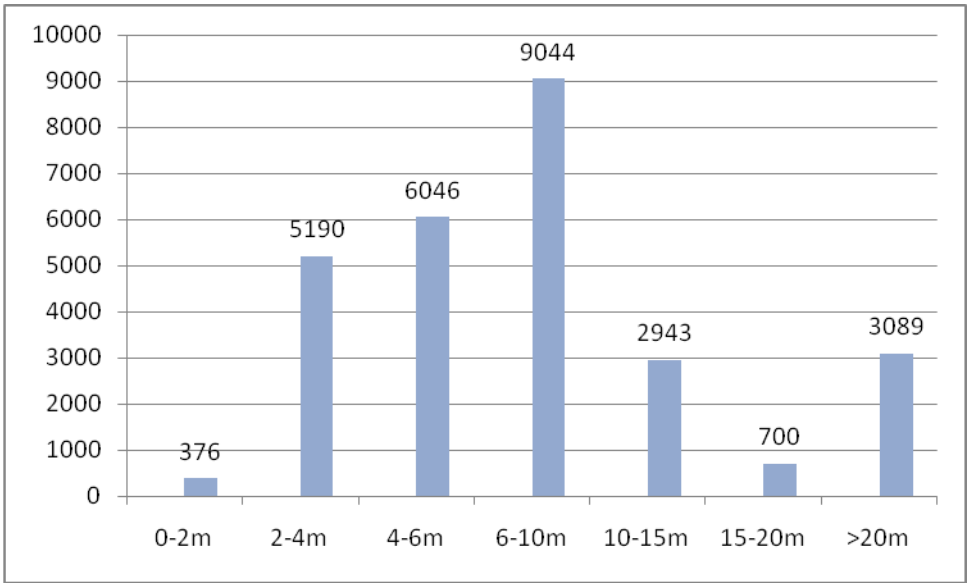
Spośród 27 388 otworów badawczych 21 021 znalazło się w obrębie miasta Łodzi (powiat grodzki), 1002 w powiecie łódzkim wschodnim, 2460 w powiecie pabianickim i 2905 w powiecie zgierskim. Liczba otworów archiwalnych dla poszczególnych arkuszy jest różna w zależności od stopnia zagospodarowania terenu - 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/km^2 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.

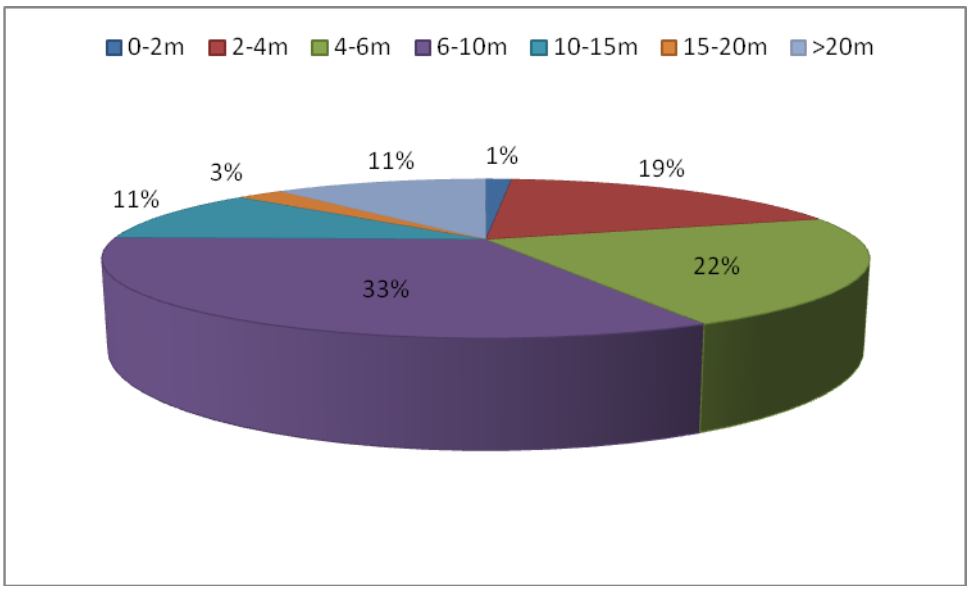
Głębokość otworów należących do bazy danych atlasu jest zróżnicowana i mieści się w przedziale od 0,9 m do ponad 900,0 m. Liczbę otworów w poszczególnych przedziałach głębokości przedstawiono na rysunku 1. Największa liczba otworów jest w przedziale od 6 do 10 m (Rys. 1), co stanowi około 33 % całkowitej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

- dozorowanie 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 dozorujący 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:

- <u>w skali 1:10 000</u>:

- 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),

- <u>w skali 1: 100 000</u>:

- 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).

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych

L.p	Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988	Badania makroskopowe PN-EN ISO 14688-1			Zawartość węglanów	Badanie wilgotności	Badanie granic konsystencji							Analiza areometryczna									Analiza sitowa													Współczynnik filtracji wg wzoru Seelheima		Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego		Wodoprzepuszczalność	
																PN-B-04481:1988					PN-EN ISO 14688-2				PN-B-04481:1988	zawartość frakcji [%]			wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny	PN-EN ISO 14688-2	zawartość frakcji [%]				wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny								
																zawartość frakcji [%]					zawartość frakcji [%]					zawartość frakcji [%]						wymiary cząstek [mm]												
																nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]				wymiary cząstek [mm]				nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]					nazwa gruntu														
	numer otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	nazwa gruntu	frakcja drugorzędna		frakcja główna	$CaCO_3$ [%]	w_n [%]	w_{18} [%]	w_L[%]	w_p [%]	I_L [-]	stan gruntu	I_p [%]	I_c [-]	nazwa gruntu	fż	fp	frr	fi	Gr 2-63	Sa 0,063-2	Si 0,002-0,063	Cl <0,002	nazwa gruntu	>2,0	>0,5	>0,25	U	C	nazwa gruntu	Bo 200-630	Co >63-200	Gr >2,0-63	Sa >0,063-2,0	C_u	C_c	k [m/s]	k [m/24h]	k [m/s]	k [m/24h]	wg wzoru Seelheima	wg wzoru amerykańskiego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
1	ALE-0383 1	1,0-1,2	Gπ	sa	cl	Si	<1	18,96	24,5	27,9	17,85	-0,18	pzw/zw	10,09	1,18	Gπ	0	26	63	11	0	22	67	11																			
2	ALE-0383 2	3,5-3,7	Gπ	sa	cl	Si	>5	23,29																																			
3	ALE-0383 3	5,4-5,7	Pd		si	Sa	<1	20,11																	Pd	0	4	23	3	1	FSa	0	0	0	91	3	1	8,9E-05	7,7E+00	1,5E-05	1,3E+0,0	średnia	średnia
4	ALE-0384 1	2,5-3,0	Ps		si	Sa	<1	17,31																	Ps	4	36	74	4	1	MSa	0	0	4	93	4	1	5,4E-04	4,7E+01	7,9E-05	6,8E+0,0	dobra	średnia
5	ALE-0384 2	4,1-4,4	Pd		si	Sa	<1	19,51																	Pd	0	4	27	2	1	FSa	0	0	0	96	2	1	1,1E-04	9,7E+00	2,4E-05	2,1E+00	dobra	średnia
6	ALE-0384 3	5,4-5,8	Pd		si	Sa	<1	18,69																	Pd	0	1	14	2	1	FSa	0	0	0	94	2	1	8,2E-05	7,1E+00	1,8E-05	1,6E+0,0	średnia	średnia
7	ALE-0385 1	2,2-2,6	Po		si	Sa	<1	16,43																	Po	12	60	86	4	1	grSa	0	0	12	86	4	1	1,3E-03	1,2E+02	2,1E-04	1,8E+01	b. dobra	dobra
8	ALE-0385 2	5,6-5,7	I		si	Cl	>5	18,30																																			
9	ALE-0386 1	2,5-2,7	Gp/Gpz	cl	si	Sa	<1	15,35																																			
10	ALE-0386 2	4,8-5,1	Nm (Π)	cl	si	Sa	<1	61,34																																			
11	ALE-0387 1	2,4-2,8	Pd		si	Sa	<1	18,00																	Pd	0	9	44	4	1	FSa	0	0	0	94	4	1	1,7E-04	1,5E+01	2,3E-05	2,0E+00	dobra	średnia
12	ALE-0387 2	5,5-5,8	Pg	cl	si	Sa	<1	18,32																																			
13	ALE-0554 1	1,5-2,0	Ps		-	Sa	<1	17,35																	Ps	0	15	69	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	3,6E-04	3,2E+01	6,7E-05	5,8E+00	dobra	średnia
14	AND-0232 1	2,5-2,7	Gpz	cl	sa	Si	<1	13,93	26,10	29,70	13,93	0,14	tpl	18,51	0,86	Gpz	1	59	16	24	1	56	19	24																			
15	AND-0232 2	4,0-4,5	Pr			Sa	<1	8,87																	Pr	9	52	84	4	1	CSa	0	0	9	90	4	1	9,7E-04	8,3E+01	1,8E-04	1,5E+01	dobra	dobra
16	AND-0286 1	1,5-1,8	Gz	gr	sa	Sa	<1	17,25																																			
17	AND-0288 1	1,5-2,0	Gπ		sa	Si	<1	17,80								Gπ	0	18	71	11	0	14	75	11																			
18	BWI-0121 1	1,4-1,6	Ps			Sa	<1	15,83																	Ps	0	7	64	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	3,1E-04	2,7E+01	5,6E-05	4,8E+00	dobra	średnia
19	BWI-0121 2	4,0-4,2	Ps	si		Sa	<1	14,61																																			
20	BWI-0122 1	1,9-2,2	Pd	si		Sa	<1	23,02																	Pd	0	0	5	2	1	FSa	0	0	0	91	2	1	7,5E-05	6,5E+00	1,9E-05	1,6E+00	średnia	średnia
21	BWI-0122 2	2,6-2,8	Gπ	cl	sa	Si	<1	27,6																																			
22	BWI-0122 3	4,8-5,0	Πp	gr	sa	Si	>5	12,19																																			
23	BWI-0123 1	2,3-2,6	Ps			Sa	<1	19,01																	Ps	0	10	54	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	2,5E-04	2,2E+01	4,1E-05	3,5E+00	dobra	średnia
24	BWI-0123 2	5,2-5,6	Ps			Sa	<1	18,63																	Ps	0	6	50	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	2,3E-04	2,0E+01	3,7E-05	3,2E+00	dobra	średnia
25	BWI-0124 1	2,5-2,7	I	sa	si	Cl	>5	18,54																																			
26	BWI-0124 2	4,0-4,2	I	sa	si	Cl	>5	17,88																																			
27	BWI-0124 3	5,5-5,7	I	sa	si	Cl	>5	18,24																																			
28	BWI-0125 1	1,9-2,1	Gz	cl	sa	Si	>5	21,04	44,70	51,80	24,16	-0,11	pzw/zw	27,65	1,11	Gz	1	46	25	28	1	43	28	28																			
29	BWI-0125 2	3,0-3,3	Gz	sa	cl	Si	3-5	19,56																																			
30	BWI-0125 3	5,5-5,6	Gpz	sa	cl	Si	1-3	16,70																																			
31	BWI-0126 1	2,4-2,6	Gπz		cl	Si	<1	16,69																																			
32	BWI-0126 2	5,2-5,4	I		si	Cl	>5	16,64																																			
33	BWI-0127 1	1,0-1,2	G	si	cl	Sa	<1	17,02	38,40	44,00	16,38	-0,01	pzw/zw	27,65	1,01	G	1	52	31	16	0	51	32	17																			
34	BWI-0127 2	2,0-2,2	Gpz	sa	si	Cl	1-3	13,96	29,50	33,50	17,45	-0,09	pzw/zw	16,09	1,09	Gpz	1	55	19	25	1	53	21	25																			
35	BWI-0127 3	5,3-5,5	I	sa	si	Cl	3-5	14,79																																			
36	BWI-0128 1	2,2-2,5	Ps		si	Sa	<1	19,95																	Ps	1	42	89	2	1	MSa	0	0	1	98	2	1	7,1E-04	6,1E+01	2,0E-04	1,7E+01	dobra	dobra
37	BWI-0128 2	3,7-3,8	I		si	Cl	<1	37,35																																			
38	BWI-0128 3	5,1-5,3	I		si	Cl	<1	19,61																																			
39	BWI-0163 1	1,5-2,0	I	si	cl	Sa	3-5	16,68								I	1	31	24	44	1	30	25	44																			
40	BWI-0164 1	1,5-2,0	I		si	Sa	<1	16,27	27,30	31,00	12,85	0,19	tpl	18,20	0,81	I	1	49	17	33	1	46	19	34																			
41	BWI-0168 1	1,5-2,0	G	gr	sa	Si	>5	20,10	55,10	65,60	21,91	-0,13	pzw/zw	43,66	1,13	G	1	39	41	19	2	35	44	19																			
42	BWI-0171 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	5,76																	Ps	1	39	77	4	1	MSa	0	0	1	96	4	1	6,00E-04	5,20E+01	1,10E-04	9,30E+00	dobra	dobra
43	BWI-0172 1	1,5-2,0	Pd			Sa	<1	3,07																	Pd	1	5	42	2	1	FSa	0	0	1	96	2	1	1,70E-04	1,50E+01	3,20E-05	2,80E+00	dobra	średnia
44	FLO-0007 1	2,4-2,8	Ps		si	Sa	<1	7,61																	Ps	0	17	62	3	1	MSa	0	0	0	98	3	1	3,2E-04	2,8E+01	4,6E-05	4,0E+00	dobra	średnia
45	FLO-0007 2	3,7-4,1	Pπ		si	Sa	<1	16,58																	Pπ	0	2	12	12	4	siSa	0	0	0	83	12	4	4,9E-05	4,2E+00	7,1E-06	6,1E+01	średnia	niska

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – ciąg dalszy

L.p	Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988	Badania makroskopowe PN-EN ISO 14688-1			Zawartość węglanów	Badanie wilgotności	Badanie granic konsystencji							Analiza areometryczna									Analiza sitowa													Współczynnik filtracji wg wzoru Seelheima		Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego		Wodoprzepuszczalność	
																PN-B-04481:1988					PN-EN ISO 14688-2				PN-B-04481:1988	zawartość frakcji [%]			wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny	PN-EN ISO 14688-2	zawartość frakcji [%]				wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny						
																nazwa gruntu	zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]				zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]				nazwa gruntu	zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]					nazwa gruntu	zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]											
	numer otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	nazwa gruntu	frakcja drugorzędna		frakcja główna	$CaCO_3$ [%]	w_n [%]	w_{18} [%]	w_L[%]	w_p [%]	I_L [-]	stan gruntu	I_p [%]	I_c [-]		fż	fp	frr	fi	Gr 2-63	Sa 0,063-2	Si 0,002-0,063	Cl <0,002		>2,0	>0,5	>0,25	U	C		Bo 200-630	Co >63-200	Gr >2,0-63	Sa >0,063-2,0	C_u	C_c	k [m/s]	k [m/24h]	k [m/s]	k [m/24h]	wg wzoru Seelheima	wg wzoru amerykańskiego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
46	FLO-0008 1	1,7-1,9	Pr		si	Sa	<1	8,14																	Pr	4	53	91	3	1	CSa	0	0	4	96	3	1	1,0E-03	8,6E+01	2,3E-04	2,0E+01	dobra	dobra
47	FLO-0008 2	3,4-3,6	Po	si	gr	Sa	1-3	7,78																	Po	35	73	91	6	1	grSa	0	0	35	64	6	1	4,3E-03	3,7E+02	4,0E-04	3,4E+01	b. dobra	dobra
48	FLO-0008 3	4,9-5,2	Po	si	gr	Sa	1-3	3,93																	Po	30	64	89	5	1	grSa	0	0	30	69	5	1	2,0E-03	1,7E+02	2,6E-04	2,2E+01	b. dobra	dobra
49	FLO-0009 1	2,4-2,7	Pd		si	Sa	<1	3,83																	Pd	0	8	34	3	1	FSa	0	0	0	90	3	1	1,1E-04	9,6E+00	1,4E-05	1,2E+00	dobra	średnia
50	FLO-0010 1	2,3-2,6	Ps		si	Sa	<1	21,88																	Ps	0	20	70	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	3,9E-04	3,3E+01	6,8E-05	5,9E+00	dobra	średnia
51	FLO-0022 2	1,8-2,0	Gπ			Si	<1	31,70	37,30	42,70	20,12	-0,18	pzw/zw	22,58	1,18	Gπ	0	22	63	15	0	18	67	15																			
52	FLO-0023 1	1,5-2,0	G	gr, cl	sa	Si	<1	24,64	35,70	40,70	14,90	0,04	tpl	25,82	0,96	G	1	36	45	18	1	32	49	18																			
53	FLO-0025 1	1,5-2,0	Pd			Sa	1-3	5,98																	Pd	0	1	6	2	1	FSa	0	0	0	91	2	1	6,5E-05	5,6E+00	1,1E-05	9,8E-01	średnia	średnia
54	FLO-0028 1	1,5-2,0	Ps	gr	si	Sa	>5	18,27																	Ps	8	43	73	5	1	MSa	0	0	8	89	5	1	6,4E-04	5,5E+01	7,3E-05	6,3E+00	dobra	średnia
55	FLO-0029 1	1,5-2,0	Ps		si	Sa	<1	19,55																	Ps	0	15	67	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	3,5E-04	3,0E+01	6,0E-05	5,2E+00	dobra	średnia
56	GRO-0199 2	1,5-2,0	I	cl	sa	Si	<1	16,96	32,50	37,00	14,60	0,06	tpl	22,40	0,94	I	1	30	35	34	1	26	39	34																			
57	GRO-0200 1	1,5-2,0	Gz	gr	sa	Si	<1	15,83	28,50	32,40	14,36	0,09	tpl	18,04	0,91	Gz	1	47	31	21	1	43	35	21																			
58	GRO-0201 2	1,5-2,0	Gp		sa	Si	3-5	14,31	26,50	30,20	14,92	0,07	tpl	15,23	0,93																												
59	GRO-0205 2	1,5-2,0	Pd	gr	si	Sa	1-3	16,92																	Pd	6	11	28	8	2	FSa	0	0	6	81	8	2	8,2E-05	7,1E+00	9,4E-06	8,1E-01	średnia	niska
60	GRO-0206 1	1,5-1,8	Gz	gr	sa	Sa	3-5	16,87																																			
61	GRO-0207 1	1,5-1,8	G	gr	sa	Si	>5	13,47																																			
62	GRO-0208 1	1,5-2,0	Gz		si	Sa	<1	13,85								Gz	2	44	29	25	2	41	32	25																			
63	GRO-0209 1	1,5-1,8	G	gr	sa	Si	<1	14,95																																			
64	JOR-0009 1	2,6-2,8	Gp	cl	si	Sa	<1	15,77																																			
65	JOR-0010 1	4,0-4,5	Pd			Sa	<1	4,38																	Pd	0	1	5	2	1	FSa	0	0	0	92	2	1	7,3E-05	6,3E+00	1,6E-05	1,4E+00	średnia	średnia
66	JOR-0011 1	1,0-1,3	Gpz	sa	cl	Si	<1	16,70	34,90	39,80	14,16	0,07	tpl	25,60	0,93	Gpz	1	68	7	24	1	27	48	24																			
67	JOR-0011 2	2,6-2,9	Gpz		cl	Si	3-5	16,40																																			
68	JOR-0011 3	4,2-4,4	I		cl	Si	3-5	18,14																																			
69	JOR-0012 1	1,2-1,4	Gpz	sa	cl	Si	<1	11,61	35,00	39,90	13,31	0,10	tpl	26,63	0,90	Gpz	2	67	9	22	2	55	21	22																			
70	JOR-0012 2	5,4-5,6	Gpz	sa	cl	Si	3-5	10,50																																			
71	JOR-0013 1	1,2-1,4	Gpz	sa	cl	Si	<1	12,70	34,90	39,82	15,00	-0,10	pzw/zw	24,82	1,10	Gpz	1	65	13	21	1	58	20	21																			
72	JOR-0013 2	4,0-4,3	Pπ		si	Sa	<1	3,89																	Pπ	0	2	5	9	3	siSa	0	0	0	84	9	3	4,1E-05	3,5E+00	7,2E-06	6,2E-01	średnia	niska
73	JOR-0013 3	4,4-4,5	Пр	cl	si	Sa	<1	7,23								Пр	0	66	35	9	0	52	39	9																			
74	JOR-0014 1	2,7-3,0	Gpz	sa	cl	Si	3-5	15,88																																			
75	JOR-0014 2	4,0-4,3	I		cl	Si	1-3	19,99																																			
76	JOR-0031 1	1,5-2,0	Gpz	gr	si	Sa	<1	13,43								Gpz	1	55	17	27	1	52	19	28																			
77	KIE-0130 1	1,0-1,3	Ps			Sa	<1	7,35																	Ps	0	17	57	3	1	MSa	0	0	0	95	3	1	2,8E-04	2,4E+01	3,4E-05	2,9E+00	dobra	średnia
78	KIE-0130 2	5,0-5,3	Pd			Sa	<1	5,27																	Pd	1	8	48	4	1	FSa	0	0	1	89	4	1	2,0E-04	1,8E+01	2,1E-05	1,8E+00	dobra	średnia
79	KIE-0131 1	1,8-2,1	Gp	cl	si	Sa	<1	10,55								Gp	2	64	17	17	2	62	19	17																			
80	KIE-0131 2	3,8-4,1	Pd			Sa	<1	5,36																	Pd	1	6	15	2	1	FSa	0	0	1	98	2	1	9,6E-05	8,3E+00	2,5E-05	2,1E+00	średnia	średnia
81	KIE-0132 1	2,5-2,7	Ps	gr		Sa	<1	6,00																	Ps	2	49	77	4	1	MSa	0	0	2	97	4	1	8,5E-04	7,3E+01	1,1E-04	9,4E+00	dobra	dobra
82	KIE-0132 2	4,1-4,4	Pd			Sa	<1	4,19																	Pd	0	2	35	2	1	FSa	0	0	0	99	2	1	1,4E-04	1,2E+01	3,3E-05	2,8E+00	dobra	średnia
83	KIE-0133 1	2,2-2,4	Pg	gr	si	Sa	<1	11,38								Pg	4	84	9	3	4	83	10	3																			
84	KIE-0133 2	3,3-3,5	Pd			Sa	<1	4,24																	Pd	0	1	6	2	1	FSa	0	0	0	99	2	1	9,1E-05	7,8E+00	2,6E-05	2,2E+00	średnia	średnia
85	KIE-0133 3	4,5-4,8	Ps	gr		Sa	3-5	2,25																	Ps	7	33	72	3	1	MSa	0	0	7	92	3	1	4,9E-04	4,3E+01	7,7E-05	6,7E+00	dobra	średnia
86	KIE-0134 1	2,6-2,9	Pd		si	Sa	<1	22,83																	Pd	0	9	43	4	1	FSa	0	0	0	92	4	1	1,7E-04	1,4E+01	2,3E-05	2,0E+00	dobra	średnia
87	KIE-0134 2	4,0-4,3	Pd			Sa	<1	23,29																	Pd	0	7	36	3	1	FSa	0	0	0	96	3	1	1,3E-04	1,2E+01	2,3E-05	2,0E+00	dobra	średnia
88	KIE-0135 1	1,0-1,3	Ps			Sa	<1	6,68																	Ps	6	42	84	3	1	MSa	0	0	6	93	3	1	6,9E-04	5,9E+01	1,7E-04	1,5E+01	dobra	dobra
89	KIE-0135 2	4,0-4,3	Ps	gr		Sa	<1	4,44																	Ps	1	34	82	3	1	MSa	0	0	1	97	3	1	5,6E-04	4,8E+01	1,6E-04	1,3E+01	dobra	dobra
90	KIE-0136 1	1,0-1,3	Po			Sa	<1	9,47																	Po	23	38	63	7	1	grSa	0	0	23	68	7	1	4,7E-04	4,0E+01	3,4E-05	3,0E+00	dobra	średnia

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – ciąg dalszy

L.p	Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988	Badania makroskopowe PN-EN ISO 14688-1			Zawartość węglanów	Badanie wilgotności	Badanie granic konsystencji							Analiza areometryczna									Analiza sitowa													Współczynnik filtracji wg wzoru Seelheima		Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego		Wodoprzepuszczalność	
																PN-B-04481:1988					PN-EN ISO 14688-2				PN-B-04481:1988	zawartość frakcji [%]			wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny	PN-EN ISO 14688-2	zawartość frakcji [%]				wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny						
																nazwa gruntu	zawartość frakcji [%]				zawartość frakcji [%]				nazwa gruntu	zawartość frakcji [%]					nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]											
																	wymiary cząstek [mm]				wymiary cząstek [mm]					wymiary cząstek [mm]						wymiary cząstek [mm]											
	numer otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	nazwa gruntu	frakcja drugorzędna		frakcja główna	$CaCO_3$ [%]	w_n [%]	w_{18} [%]	w_L[%]	w_p [%]	I_L [-]	stan gruntu	I_p [%]	I_c [-]		fż	fp	frr	fi	Gr 2-63	Sa 0,063-2	Si 0,002-0,063	Cl <0,002		>2,0	>0,5	>0,25	U	C		Bo 200-630	Co >63-200	Gr >2,0-63	Sa >0,063-2,0	C_u	C_c	k [m/s]	k [m/ha]	k [m/s]	k [m/ha]	wg wzoru Seelheima	wg wzoru amerykańskiego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
91	KIE-0136 2	1,6-1,9	Ps	gr		Sa	<1	9,55																	Ps	7	35	74	4	1	MSa	0	0	7	88	4	1	5,2E-04	4,5E+01	7,8E-05	6,7E+00	dobra	średnia
92	KIE-0136 3	2,6-2,9	Ps			Sa	<1	6,47																	Ps	1	25	82	3	1	MSa	0	0	1	95	3	1	4,9E-04	4,2E+01	1,6E-04	1,4E+01	dobra	dobra
93	KIE-0136 4	5,7-6,0	Ps			Sa	<1	11,21																	Ps	0	2	55	3	1	MSa	0	0	0	93	3	1	2,5E-04	2,2E+01	3,5E-05	3,0E+00	dobra	średnia
94	KIE-0137 1	1,4-1,6	Gpz		si	Cl	<1	15,69	36,80	42,10	17,80	-0,09	pzw/zw	24,30	1,09	Gpz	0	53	19	28	0	52	20	28																			
95	KIE-0137 2	4,3-4,5	Pr		gr	Sa	<1	2,98																	Pr	7	59	92	3	1	CSa	0	0	7	93	3	1	1,2E-03	1,1E+02	2,6E-04	2,3E+01	b.dobra	dobra
96	KIE-0137 3	5,4-5,6	Pr			Sa	<1	3,19																																			
97	KIE-0138 1	1,7-1,9	Pd		si	Sa	<1	10,82																	Pd	2	14	42	2	1	FSa	0	0	2	97	2	1	1,7E-04	1,5E+01	3,2E-05	2,8E+00	dobra	średnia
98	KIE-0138 2	4,0-4,3	Pd		si	Sa	1-3	2,70																	Pd	0	2	11	2	1	FSa	0	0	0	96	2	1	8,4E-05	7,3E+00	2,0E-05	1,8E+00	średnia	średnia
99	KIE-0139 1	1,0-1,3	Prr	sa	cl	Si	<1	15,24																																			
100	KIE-0139 2	2,0-2,3	I	sa	cl	Si	1-3	29,89	66,30	81,30	35,37	-0,42	pzw/zw	45,98	1,42	I	0	15	25	60	0	14	26	60																			
101	KIE-0139 3	5,0-5,2	I	sa	cl	Si	1-3	31,75																																			
102	KIE-0140 1	1,0-1,3	Gp	sa	cl	Si	<1	15,42	31,80	36,20	13,06	0,13	tpl	23,12	0,87	Gp	2	66	17	15	2	65	18	15																			
103	KIE-0140 2	2,5-2,8	Ps			Sa	<1	7,14																																			
104	KIE-0141 1	1,5-2,0	Gz	gr	sa	Si	<1	14,04								Gz	2	44	28	26	2	42	30	26																			
105	KIE-0142 1	1,5-2,0	Gz		sa	Si	<1	12,10								Gz	1	44	32	23	1	41	35	23																			
106	KIE-0143 1	1,5-2,0	I		sa	Si	<1	17,77								I	1	37	20	42	1	36	21	42																			
107	KON-0189 1	1,5-2,0	Grr			Si	<1	22,8								Grr	0	23	63	14	1	36	21	42																			
108	KON-0190 1	1,5-2,0	I	gr		Sa	>5	18,37	28,90	32,90	14,54	0,08	tpl	18,31	0,92	I	2	28	24	46	2	26	27	45																			
109	KON-0191 2	1,5-2,0	Gz	gr	si	Sa	>5	16,14								Gz	0	42	35	23	0	41	36	23																			
110	KON-0193 1	1,5-2,0	Prr			Sa	<1	9,86																	Prr	1	10	16	19	6	FSa	0	0	1	77	19	6	3,2E-05	2,8E+00	2,3E-06	2,0E-01	średnia	niska
111	KON-0196 1	1,5-2,0	Ps	gr		Sa	<1	3,62																	Ps	3	19	52	3	1	MSa	0	0	3	95	3	1	2,4E-04	2,1E+01	3,7E-05	3,2E+00	dobra	średnia
112	KON-0197 1	1,4-2,0	Nmp (Pg)		si	Sa	<1	35,49	31,70	36,10	22,70	0,96	mpl	13,37	0,04	Pg	4	78	10	8	4	76	12	8																			
113	KON-0198 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	9,13																	Ps	0	10	50	3	1	MSa	0	0	0	97	3	1	2,3E-04	2,0E+01	3,4E-05	3,0E+00	dobra	średnia
114	KSA-0953 1	1,5-2,0	Gz	gr	sa	Si	>5	13,72								I	1	32	19	48	1	31	20	47																			
115	LBA-0071 1	1,9-2,2	Ps			Sa	<1	3,59																	Ps	0	6	71	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	3,5E-04	3,0E+01	7,2E-05	6,2E+00	dobra	średnia
116	LBA-0071 2	3,5-3,7	Po	si	gr	Sa	<1	14,09																	Po	23	67	86	6	1	grSa	0	0	23	75	6	1	2,5E-03	2,2E+02	2,5E-04	2,2E+01	b. dobra	dobra
117	LBA-0071 3	5,0-5,3	Pd	si, gr		Sa	<1	21,28																																			
118	LBA-0072 1	1,1-1,4	Ps		si	Sa	<1	4,58																	Ps	0	7	51	3	1	MSa	0	0	0	98	3	1	2,3E-04	2,0E+01	3,9E-05	3,3E+00	dobra	średnia
119	LBA-0072 2	2,2-2,5	Gp	cl	si	Sa	<1	13,67	18,20	21,20	11,83	0,20	tpl	9,36	0,80	Gp	1	67	21	11	1	65	23	11																			
120	LBA-0072 3	4,0-4,3	Gz	cl	sa	Si	>5	14,31																																			
121	LBA-0072 4	5,0-5,3	Gz	sa	cl	Si	>5	11,71																																			
122	LNO-0318 1	2,5-3,0	Po		gr	Sa	1-3	4,45																	Po	18	45	74	5	1	grSa	0	0	18	79	5	1	7,1E-04	6,2E+01	8,1E-05	7,0E+00	dobra	średnia
123	LNO-0319 1	1,5-1,6	Ps	gr	si	Sa	<1	12,96																	Ps	2	19	58	3	1	MSa	0	0	2	95	3	1	3,0E-04	2,6E+01	4,0E-05	3,4E+00	dobra	średnia
124	LNO-0319 2	2,8-3,0	Ps			Sa	<1	7,39																	Ps	1	20	73	3	1	MSa	0	0	1	98	3	1	4,1E-04	3,5E+01	8,5E-05	7,3E+00	dobra	średnia
125	LNO-0319 3	5,0-5,2	Ps		gr	Sa	<1	5,77																	Ps	8	42	89	2	1	MSa	0	0	8	91	2	1	7,0E-04	6,0E+01	2,0E-04	1,7E+01	dobra	dobra
126	LNO-0320 1	2,0-2,4	Ps	gr		Sa	3-5	3,26																	Ps	5	30	74	3	1	MSa	0	0	5	93	3	1	4,7E-04	4,1E+01	8,4E-05	7,2E+00	dobra	średnia
127	LNO-0320 2	3,6-4,0	Po		gr	Sa	3-5	3,30																	Po	20	62	87	5	1	grSa	0	0	20	78	5	1	1,6E-03	1,4E+02	2,3E-04	2,0E+01	b. dobra	dobra
128	LNO-0320 3	5,6-6,0	Gpz	sa	cl	Si	3-5	11,90																																			
129	LNO-0321 1	1,0-1,3	Gp	cl	si	Sa	<1	11,32								Gp	2	65	15	18	2	64	16	18																			
130	LNO-0321 2	5,5-6,0	Pr			Sa	1-3	4,22																	Pr	4	63	93	3	1	CSa	0	0	4	95	3	1	1,3E-03	1,1E+02	3,0E-04	2,6E+01	b. dobra	dobra
131	LNO-0322 1	1,3-1,5	Gp	cl	si	Sa	<1	12,26								Gp	2	65	16	17	3	63	18	16																			
132	LNO-0322 2	4,0-4,5	Pd			Sa	<1	11,04																	Pd	0	11	49	3	1	FSa	0	0	0	93	3	1	2,1E-04	1,8E+01	3,0E-05	2,6E+00	dobra	średnia
133	LNO-0322 3	5,5-6,0	Ps			Sa	<1	5,01																	Ps	2	37	81	3	1	MSa	0	0	20	78	5	1	5,9E-04	5,1E+01	1,5E-04	1,3E+01	dobra	dobra
134	LNO-0323 1	2,5-2,8	Gpz	cl	sa	Si	3-5	13,45																																			

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – ciąg dalszy

L.p	Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988	Badania makroskopowe PN-EN ISO 14688-1			Zawartość węglanów	Badanie wilgotności	Badanie granic konsystencji							Analiza areometryczna									Analiza sitowa													Współczynnik filtracji wg wzoru Seelheima		Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego		Wodoprzepuszczalność	
																PN-B-04481:1988					PN-EN ISO 14688-2				PN-B-04481:1988	zawartość frakcji [%]			wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny	PN-EN ISO 14688-2	zawartość frakcji [%]				wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny								
																nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]				zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]				nazwa gruntu	zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]					nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]												
	numer otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	nazwa gruntu	frakcja drugorzędna		frakcja główna	$CaCO_3$ [%]	w_n [%]	w_{18} [%]	w_L[%]	w_p [%]	I_L [-]	stan gruntu	I_p [%]	I_c [-]	nazwa gruntu	fż	fp	frr	fi	Gr 2-63	Sa 0,063-2	Si 0,002-0,063	Cl <0,002	nazwa gruntu	>2,0	>0,5	>0,25	U	C	nazwa gruntu	Bo 200-630	Co >63-200	Gr >2,0-63	Sa >0,063-2,0	C_u	C_c	k [m/s]	k [m/24h]	k [m/s]	k [m/24h]	wg wzoru Seelheima	wg wzoru amerykańskiego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
135	LNO-0324 1	1,2-1,4	G	cl	si	Sa	<1	15,76	29,70	33,70	16,16	-0,01	pzw/zw	17,55	1,01	G	1	50	34	15	1	48	36	15																			
136	LNO-0324 2	1,8-2,2	Grr		cl	Si	3-5	22,76	25,70	29,30	16,30	-0,02	pzw/zw	12,96	1,02	Grr	3	22	60	15	3	19	63	15																			
137	LNO-0324 3	4,0-4,2	Gz	gr, cl	si	Sa	1-3	12,96																																			
138	LNO-0324 4	5,5-6,0	Ps	gr		Sa	<1	2,85																	Ps	2	36	81	3	1	MSa	0	0	2	98	3	1	5,8E-04	5,0E+01	1,5E-04	1,3E+01	dobra	dobra
139	LOD-1139 1	1,5-2,0	Grr			Si	<1	21,50								Grr	0	16	68	16	0	12	72	16																			
140	LPO-1421 1	1,0-2,0	Ps			Sa	<1	4,10																	Ps	3	32	72	3	1	MSa	0	0	3	95	3	1	4,7E-04	4,1E+01	7,2E-05	6,2E+00	dobra	średnia
141	LRE-1446 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	16,84																																			
142	LRE-1438 1	1,5-2,0	Nmg (Gz)			Si	1-3	46,69	38,90	44,60	18,01	1,08	płynny	26,64	-0,08	I	0	39	17	44	0	37	19	44																			
143	LRE-1439 1	1,5-2,0	Nmp (Pg)		si	Sa	<1	39,85	34,20	39,00	20,61	1,05	płynny	18,39	-0,05	Pg	0	78	15	7	0	76	17	7																			
144	LRE-1447 1	4,5-5,0	Pd			Sa	<1	16,84																	Pd	1	14	48	4	1	FSa	0	0	1	93	4	1	2,0E-04	1,7E+01	2,6E-05	2,3E+00	dobra	średnia
145	LRE-1448 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	4,36																	Ps	2	29	68	4	1	MSa	0	0	2	94	4	1	4,3E-04	3,7E+01	5,1E-05	4,4E+00	dobra	średnia
146	LRE-1449 1	1,5-2,0	Gp		si	Sa	<1	13,77	33,30	37,90	14,08	0,08	tpl	23,86	0,92	Gp	0	54	27	19	0	52	31	19																			
147	LRO-0301 1	1,7-1,9	Ps			Sa	<1	16,50																	Ps	4	19	63	3	1	MSa	0	0	4	93	3	1	3,4E-04	2,9E+01	4,9E-05	4,2E+00	dobra	średnia
148	LRO-0301 2	5,6-5,8	Ps			Sa	<1	15,89																	Ps	2	20	65	3	1	MSa	0	0	2	96	3	1	3,5E-04	3,1E+01	5,4E-05	4,7E+00	dobra	średnia
149	LRO-0302 1	2,0-2,2	Ps			Sa	<1	4,70																	Ps	0	19	75	3	1	MSa	0	0	0	98	3	1	4,2E-04	3,6E+01	9,0E-05	7,7E+00	dobra	dobra
150	LRO-0302 2	3,2-3,4	Ps			Sa	<1	4,97																	Ps	2	46	93	2	1	MSa	0	0	2	98	2	1	8,0E-04	6,9E+01	2,3E-04	2,0E+01	dobra	średnia
151	LRO-0302 3	5,0-5,4	Pd			Sa	<1	2,55																	Pd	0	2	30	2	1	FSa	0	0	0	97	2	1	1,3E-04	1,1E+01	2,9E-05	2,5E+00	dobra	średnia
152	LRO-0303 1	2,5-2,7	Gz	sa	cl	Si	>5	16,91																																			
153	LRO-0303 2	5,0-5,2	I	sa	cl	Si	>5	15,47																																			
154	LRO-0304 1	1,7-1,9	Gpz	cl	sa	Si	<1	17,86	32,50	37,00	19,39	-0,09	pzw/zw	17,61	1,09	Gpz	4	50	19	27	4	48	21	27																			
155	LRO-0304 2	3,0-3,2	Gp	cl	si	Sa	>5	11,15																																			
156	LRO-0304 3	4,3-4,5	Ps	si		Sa	<1	5,98																	Ps	5	34	65	4	1	MSa	0	0	5	92	4	1	4,4E-04	3,8E+01	4,6E-05	3,9E+00	dobra	dobra
157	LRO-0304 4	5,2-5,4	Pr	gr		Sa	<1	4,04																	Pr	9	68	92	3	1	CSa	0	0	9	60	3	1	1,7E-03	1,5E+02	3,4E-04	2,9E+01	b. dobra	dobra
158	LRO-0305 1	1,5-1,7	Πp		si	Sa	<1	15,90								Πp	0	45	48	7	0	41	52	7																			
159	LRO-0305 2	3,0-3,2	Pd		si	Sa	<1	22,35																	Pd	0	1	14	2	1	FSa	0	0	0	96	2	1	8,6E-05	7,5E+00	2,0E-05	1,7E+00	średnia	średnia
160	LRO-0306 1	2,2-2,4	Ps		si	Sa	<1	5,55																	Ps	0	16	59	3	1	MSa	0	0	0	98	3	1	3,0E-04	2,6E+01	4,3E-05	3,7E+00	dobra	średnia
161	LRO-0306 2	5,5-5,7	Pg		cl	Sa	<1	9,69								Pg	3	76	10	3	3	80	14	3																			
162	LSI-0345 1	1,0-1,3	Pg			Sa	<1	10,79								Pg	9	69	15	7	9	68	16	7																			
163	LSI-0345 2	2,0-2,3	Gp//Ps	cl	si	Sa	<1	16,60																																			
164	LSI-0345 3	4,0-4,3	Ps	gr		Sa	<1	2,87																	Ps	5	40	80	4	1	MSa	0	0	5	92	4	1	6,3E-04	5,4E+01	1,5E-04	1,3E+01	dobra	dobra
165	LSI-0345 4	5,7-6,0	Gp	sa	cl	Si	<1	12,79																																			
166	LSI-0346 1	1,0-1,2	Pd			Sa	<1	11,15																	Pd	0	9	47	3	1	FSa	0	0	0	98	3	1	2,0E-04	1,7E+01	3,4E-05	3,0E+00	dobra	średnia
167	LSI-0346 2	4,0-4,3	Prr			Sa	<1	8,55																	Prr	0	3	8	12	4	siSa	0	0	0	83	12	4	5,1E-05	4,4E+00	7,3E-06	6,3E-01	średnia	niska
168	LSI-0347 1	1,0-1,3	Ps	si	gr	Sa	<1	5,51																	Ps	1	40	86	3	1	MSa	0	0	1	98	3	1	6,6E-04	5,7E+01	1,8E-04	1,6E+01	dobra	dobra
169	LSI-0347 2	3,5-3,8	Ps			Sa	<1	7,68																	Ps	2	44	83	4	1	MSa	0	0	2	95	4	1	7,3E-04	6,3E+01	1,7E-04	1,5E+01	dobra	dobra
170	LSI-0347 3	5,0-5,3	Ps	si		Sa	<1	7,73																																			
171	LSI-0347 4	5,7-6,0	Ps	gr		Sa	<1	5,49																	Ps	1	14	60	3	1	MSa	0	0	1	97	3	1	3,0E-04	2,6E+01	4,8E-05	4,1E+00	dobra	średnia
172	LSI-0348 1	0,8-1,1	Pg	gr, cl		Sa	<1	14,24	17,40	20,40	12,88	0,18	tpl	7,48	0,82	Pg	5	77	11	7	5	76	12	7																			
173	LSI-0348 2	2,4-2,7	Gp	cl	si	Sa	<1	12,72																																			
174	LSI-0348 3	4,0-4,3	Po		gr	Sa	<1	7,71																	Po	15	56	87	4	1	grSa	0	0	15	83	4	1	1,2E-03	1,1E+02	2,1E-04	1,8E+01	b. dobra	dobra
175	LSI-0349 1	0,5-0,8	Ps			Sa	<1	7,26																	Ps	1	20	61	3	1	MSa	0	0	1	94	3	1	3,2E-04	2,8E+01	4,1E-05	3,6E+00	dobta	średnia
176	LSI-0349 2	1,1-1,4	Pg	sa	cl	Si	<1	9,70	20,80	23,90	12,21	-0,21	pzw/zw	11,67	1,21	Pg	7	69	15	9	9	66	16	9																			
177	LSI-0349 3	2,5-2,8	G	cl	sa	Si	<1	14,57																																			
178	LSI-0349 4	5,0-5,3	Grz	sa	cl	Si	<1	24,72																																			
179	LSI-0350 1	0,5-0,8	Pg			Sa	<1	12,81								Pg	1	82	9	8	2	80	10	8																			

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – ciąg dalszy

L.p	Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988	Badania makroskopowe PN-EN ISO 14688-1			Zawartość węglanów	Badanie wilgotności	Badanie granic konsystencji							Analiza areometryczna									Analiza sitowa													Współczynnik filtracji wg wzoru Seelheima		Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego		Wodoprzepuszczalność	
																PN-B-04481:1988					PN-EN ISO 14688-2				PN-B-04481:1988	zawartość frakcji [%]			wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny	PN-EN ISO 14688-2	zawartość frakcji [%]				wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny								
																nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]				zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]				nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]					nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]													
	numer otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	nazwa gruntu	frakcja drugorzędna		frakcja główna	$CaCO_3$ [%]	w_n [%]	w_{18} [%]	w_L[%]	w_p [%]	I_L [-]	stan gruntu	I_p [%]	I_c [-]		fż	fp	frr	fi	Gr 2-63	Sa 0,063-2	Si 0,002-0,063	Cl <0,002		>2,0	>0,5	>0,25	U	C		Bo 200-630	Co >63-200	Gr >2,0-63	Sa >0,063-2,0	C_u	C_c	k [m/s]	k [m/ 24h]	k [m/s]	k [m/ 24h]	wg wzoru Seelheima	wg wzoru amerykańskiego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
180	LSI-0350 2	1,2-1,5	Gp	cl	sa	Si	<1	14,34	25,50	29,00	13,86	0,03	tpl	15,13	0,97	Gp	0	53	27	20	0	52	29	19																			
181	LSI-0350 3	2,5-2,8	Pr+ż	gr		Sa	<1	14,74																																			
182	LSI-0350 4	5,2-5,5	Ps			Sa	<1	5,37																	Ps	0	15	59	3	1	MSa	0	0	0	96	3	1	3,0E-04	2,5E+01	3,9E-05	3,3E+00	dobra	średnia
183	LSI-0351 1	1,6-1,8	Ps			Sa	<1	6,64																	Ps	0	21	72	3	1	MSa	0	0	0	98	3	1	4,0E-04	3,5E+01	7,4E-05	6,4E+00	dobra	średnia
184	LSI-0351 2	4,0-4,2	Ps			Sa	<1	2,65																	Ps	0	29	79	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	5,0E-04	4,3E+01	1,3E-04	1,1E+01	dobra	dobra
185	LSI-0352 1	1,0-1,3	Ps			Sa	<1	13,81																	Ps	0	23	69	3	1	MSa	0	0	0	97	3	1	4,0E-04	3,5E+01	6,1E-05	5,2E+00	dobra	średnia
186	LSI-0352 2	2,0-2,3	Gπ		cl	Si	<1	20,52																																			
187	LSI-0352 3	4,0-4,3	Gπ	sa	cl	Si	<1	24,61																																			
188	LSI-0353 1	1,0-1,3	Ps			Sa	<1	11,04																	Ps	1	18	72	3	1	MSa	0	0	1	98	3	1	3,9E-04	3,4E+01	7,6E-05	6,5E+00	dobra	średnia
189	LSI-0353 2	4,0-4,3	Pr			Sa	<1	4,60																	Pr	5	56	93	3	1	CSa	0	0	5	94	3	1	1,1E-03	9,7E+01	2,6E-04	2,2E+01	b. dobra	dobra
190	LSI-0354 1	1,0-1,3	Gp	cl	sa	Si	<1	15,16	20,70	23,80	13,13	0,19	tpl	10,70	0,81	Gp	1	67	14	18	1	65	16	18																			
191	LSI-0354 2	2,0-2,3	Pd			Sa	<1	6,02																	Pd	0	5	23	2	1	FSa	0	0	0	97	2	1	1,1E-04	9,7E+00	2,7E-05	2,4E+00	dobra	średnia
192	LSI-0355 1	2,6-2,8	Ps			Sa	<1	7,17																	Ps	0	40	89	2	1	MSa	0	0	0	99	2	1	6,7E-04	5,8E+01	2,0E-04	1,7E+01	dobra	dobra
193	LSI-0356 1	1,8-2,0	Gπz	sa	cl	Si	>5	25,93	69,50	86,10	39,96	-0,3	pzw/zw	46,10	1,30	Gπz	0	11	63	26	0	8	66	26																			
194	LSI-0356 2	3,0-3,2	Pπ	cl	si	Sa	<1	15,44																	Pπ	0	8	36	38	6	siSa	0	0	0	76	38	6	9,4E-05	8,1E+00	1,5E-06	1,3E+01	średnia	niska
195	LTE-0830 2	1,5-2,0	Ps		si	Sa	<1	16,70																	Ps	0	8	52	3	1	MSa	0	0	0	97	3	1	2,4E-04	2,0E+01	3,3E-05	2,8E+00	dobra	średnia
196	LTE-0832 1	1,5-2,0	I	gr	si	Sa	>5	13,19								I	2	42	23	33	2	40	24	34																			
197	LUG-0148 1	1,0-1,3	Pr			Sa	<1	5,39																	Pr	1	56	91	2	1	CSa	0	0	1	98	2	1	1,1E-03	9,3E+01	2,4E-04	2,1E+01	b. dobra	dobra
198	LUG-0148 2	4,0-4,3	Ps			Sa	<1	6,02																	Ps	0	21	72	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	4,1E-04	3,5E+01	7,8E-05	6,8E+00	dobra	średnia
199	LUG-0149 1	0,6-0,9	Ps			Sa	<1	5,92																	Ps	1	32	88	2	1	MSa	0	0	1	98	2	1	5,8E-04	5,0E+01	1,9E-04	1,6E+01	dobra	dobra
200	LUG-0149 2	1,0-1,3	Gp	cl	si	Sa	<1	15,81	27,80	31,60	11,62	0,22	tpl	19,93	0,78	Gp	1	58	26	15	1	56	28	15																			
201	LUG-0149 3	2,0-2,3	Pr		gr	Sa	<1	5,11																	Pr	7	67	94	3	1	CSa	0	0	7	93	3	1	1,5E-03	1,3E+02	3,4E-04	2,9E+01	b. dobra	dobra
202	LUG-0149 4	4,0-4,3	Pd			Sa	<1	4,34																	Pd	0	7	25	2	1	FSa	0	0	0	99	2	1	1,2E-04	1,0E+01	3,0E-05	2,6E+00	dobra	średnia
203	LUG-0150 1	1,0-1,3	Pd			Sa	<1	9,76																	Pd	1	13	43	4	1	FSa	0	0	1	93	4	1	1,7E-04	1,4E+01	2,2E-05	1,9E+00	dobra	średnia
204	LUG-0150 2	2,0-2,3	Gπ	sa	cl	Si	<1	15,91								Gπ	0	14	71	15	0	8	77	15																			
205	LUG-0150 3	4,0-4,3	Po		gr	Sa	<1	9,60																																			
206	LUG-0150 4	5,5-5,8	Pd			Sa	<1	4,34																	Pd	1	5	49	3	1	FSa	0	0	1	98	3	1	2,1E-04	1,8E+01	3,7E-05	3,2E+00	dobra	średnia
207	LUG-0151 1	1,0-1,3	Ps			Sa	<1	4,10																	Ps	0	12	60	3	1	MSa	0	0	0	96	3	1	3,0E-04	2,6E+01	4,2E-05	3,6E+00	dobra	średnia
208	LUG-0151 2	2,2-2,5	G		cl	Si	<1	18,62																																			
209	LUG-0151 3	4,0-4,3	Gπ	sa	cl	Si	<1	18,93																																			
210	LUG-0151 4	5,0-5,3	Ps	gr		Sa	<1	5,79																	Ps	1	20	76	3	1	MSa	0	0	1	96	3	1	4,2E-04	3,6E+01	9,1E-05	7,9E+00	dobra	średnia
211	LUG-0152 1	1,0-1,3	Ps			Sa	<1	6,97																	Ps	0	22	73	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	4,2E-04	3,6E+01	8,1E-05	7,0E+00	dobra	średnia
212	LUG-0152 2	4,0-4,3	Ps			Sa	<1	3,42																	Ps	1	21	80	3	1	MSa	0	0	1	98	3	1	4,5E-04	3,9E+01	1,5E-04	1,3E+01	dobra	dobra
213	LUG-0153 1	1,0-1,3	Ps			Sa	<1	5,17																	Ps	3	20	64	3	1	MSa	0	0	3	94	3	1	3,5E-04	3,0E+01	4,9E-05	4,2E+00	dobra	średnia
214	LUG-0153 2	2,0-2,3	Po		gr	Sa	<1	3,66																	Po	11	75	94	3	1	grSa	0	0	11	87	3	1	2,1E-03	1,8E+02	4,9E-04	4,2E+01	b. dobra	dobra
215	LWS-1224 1	1,5-1,8	G	gr	sa	Si	>5	10,4																																			
216	PAB-0388 2	2,0-2,3	Gp	cl	si	Sa	<1	17,35																																			
217	PAB-0389 1	1,5-2,0	Gπz	cl	sa	Si	>5	22,47	47,50	55,50	18,42	-0,06	pzw/zw	37,05	1,06	Gπz	0	15	60	25	0	12	63	25																			
218	PAB-0392 1	1,7-2,0	Ps			Sa	1-3	16,85																	Ps	0	9	53	3	1	MSa	0	0	0	97	3	1	2,5E-04	2,1E+01	3,6E-05	3,1E+00	dobra	średnia
219	PIA-0172 2	2,0-2,5	Gz	cl	sa	Si	>5	22,59																																			
220	PIA-0173 1	1,5-2,0	Gπz	cl	sa	Si	<1	28,69								Gπz	0	7	69	24	0	4	72	24																			
221	PIA-0179 1	1,5-2,0	Gπ	cl	sa	Si	<1	15,56								Gπ	1	26	59	14	1	22	63	14																			
222	PIA-0180 2	1,5-2,0	Gp		si	Sa	1-3	17,82								Gp	3	61	17	19	3	60	18	19																			
223	PIA-0181 1	1,5-2,0	G	gr	si	Sa	3-5	14,55								G	8	42	32	18	8	40	34	18																			
224	RAB-0290 1	2,4-2,6	Gpz	si	cl	Sa	1-3	11,34																																			

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – ciąg dalszy

L.p	Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988	Badania makroskopowe PN-EN ISO 14688-1			Zawartość węglanów	Badanie wilgotności	Badanie granic konsystencji							Analiza areometryczna									Analiza sitowa													Współczynnik filtracji wg wzoru Seelheima		Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego		Wodoprzepuszczalność	
																PN-B-04481:1988					PN-EN ISO 14688-2				PN-B-04481:1988	zawartość frakcji [%]			wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny	PN-EN ISO 14688-2	zawartość frakcji [%]				wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny								
																nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]				zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]				nazwa gruntu	zawartość frakcji [%] wymiary cząstek [mm]					nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]												
	numer otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	nazwa gruntu	frakcja drugorzędna		frakcja główna	$CaCO_3$ [%]	w_n [%]	w_{18} [%]	w_L[%]	w_p [%]	I_L [-]	stan gruntu	I_p [%]	I_c [-]	nazwa gruntu	fź	fp	frr	fi	Gr 2-63	Sa 0,063-2	Si 0,002-0,063	Cl <0,002	nazwa gruntu	>2,0	>0,5	>0,25	U	C	nazwa gruntu	Bo 200-630	Co >63-200	Gr >2,0-63	Sa >0,063-2,0	C_u	C_c	k [m/s]	k [m/24h]	k [m/s]	k [m/24h]	wg wzoru Seelheima	wg wzoru amerykańskiego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
225	RAB-0290 2	3,3-3,6	Gp	cl	si	Sa	>5	13,26																																			
226	RAB-0290 3	5,3-5,5	Gz	sa	cl	Si	>5	12,61																																			
227	RAB-0291 1	1,6-1,9	Gpz	cl	si	Sa	>5	14,24	22,30	25,50	13,59	0,05	tpl	11,96	0,95	Gpz	1	51	22	26	1	49	24	26																			
228	RAB-0291 2	2,2-2,4	Gp	cl	si	Sa	3-5	10,31																																			
229	RAB-0291 3	3,2-3,4	Gp	cl	si	Sa	3-5	11,30																																			
230	RAB-0292 1	1,5-1,7	G	cl	sa	Si	<1	18,04	27,70	31,50	15,90	0,14	tpl	15,6	0,86	G	1	49	32	18	1	47	34	18																			
231	RAB-0292 2	2,5-2,9	Пр		si	Sa	>5	21,64								Пр	0	54	46	0	0	44	56	0																			
232	RAB-0292 3	3,7-4,9	Пр	cl	si	Sa	>5	16,42								Пр	0	31	63	6	0	24	70	6																			
233	RAB-0293 1	2,5-2,7	Gp	cl	si	Sa	1-3	12,28																																			
234	RAB-0503 1	1,5-2,0	Pπ		si	Sa	>5	10,01																	Pπ	0	7	12	27	8	siSa	0	0	0	73	27	8	3,60E-05	3,10E+00	5,40E-07	4,70E+02	średnia	-
235	RAB-0504 2	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	34,35																																			
236	RAB-0505 1	1,5-2,0	Gπ	cl	sa	Si	>5	22,01																																			
237	RAB-0508 1	1,5-2,0	Gπz		cl	Si	1-3	21,32																																			
238	RAB-0509 1	1,5-2,0	Gp	gr	si	Sa	3-5	13,46	21,20	24,30	11,74	0,14	tpl	12,57	0,86	Gp	4	58	20	18	4	55	23	18																			
239	RAB-0511 1	1,5-2,0	Pπ	cl		Sa	>5	11,99																	Pπ	2	10	24	48	2	siSa	0	0	2	60	48	2	3,7E-05	3,2E+00	6,7E-08	5,8E-03	średnia	-
240	RAB-0512 1	1,5-2,0	Π		sa	Cl	>5	22,18	24,50	27,90	18,06	0,42	pl	9,88	0,58	Π	0	24	67	9	0	19	72	9																			
241	RAB-0516 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	2,97																	Ps	2	26	74	3	1	MSa	0	0	2	97	3	1	4,5E-04	3,9E+01	8,9E-05	7,6E+00	dobra	średnia
242	SKO-0347 1	2,6-2,8	Ps			Sa	<1	9,41																	Ps	4	37	75	4	1	MSa	0	0	4	94	4	1	5,6E-04	4,8E+01	9,0E-05	7,8E+00	dobra	średnia
243	SKO-0347 2	3,5-3,7	Po		gr	Sa	<1	5,29																	Po	37	82	95	6	1	grSa	0	0	37	62	6	1	6,1E-03	5,2E+02	8,5E-04	7,3E+01	b. dobra	dobra
244	SKO-0347 3	5,3-5,5	Pr	gr		Sa	<1	2,71																	Pr	3	59	91	3	1	CSa	0	0	3	97	3	1	1,2E-03	1,0E+02	2,6E-04	2,2E+01	b. dobra	dobra
245	SKO-0348 1	3,6-3,8	Pπ	si		Sa	<1	8,85																	Pπ	0	10	48	7	2	siSa	0	0	0	89	7	2	2,0E-04	1,7E+01	2,0E-05	1,7E+00	dobra	średnia
246	SKO-0348 2	4,0-4,3	Π	sa	cl	Si	<1	18,70																																			
247	SKO-0348 3	5,0-5,3	Ps			Sa	<1	10,51																	Ps	0	13	54	5	1	MSa	0	0	0	92	5	1	2,6E-04	2,2E+01	2,0E-05	1,7E+00	dobra	średnia
248	SKO-0349 1	1,6-1,8	Gpz	cl	si	Sa	<1	16,01	31,80	36,20	16,49	-0,02	pzw/zw	19,69	1,02	Gpz	4	55	19	22	4	54	20	22																			
249	SKO-0349 2	3,5-3,7	Pd		si	Sa	<1	4,31																	Pd	0	3	14	2	1	FSa	0	0	0	98	2	1	1,0E-04	8,6E+00	2,8E-05	2,4E+00	średnia	średnia
250	SKO-0350 1	0,7-1,0	Пр	cl	sa	Si	<1	16,02	21,70	24,90	16,84	-0,1	pzw/zw	8,06	1,10	Пр	2	55	35	8	2	52	38	8																			
251	SKO-0350 2	1,2-1,5	Ps			Sa	<1	14,38																	Ps	9	36	75	4	1	MSa	0	0	9	90	4	1	5,4E-04	4,7E+01	8,9E-05	7,7E+00	dobra	średnia
252	SKO-0350 3	2,4-2,7	Gπ	sa	cl	Si	<1	16,43																																			
253	SKO-0350 4	3,2-3,5	Gp	cl	si	Sa	>5	12,93																																			
254	SKO-0350 5	4,5-4,7	Gpz	cl	si	Sa	>5	16,38																																			
255	SKO-0350 6	5,2-5,5	Gp	cl	si	Sa	>5	13,25																																			
256	SKO-0351 1	1,8-2,0	Pd	si		Sa	<1	19,95																	Pd	0	0	28	2	1	FSa	0	0	0	99	2	1	1,2E-04	1,1E+01	2,9E-05	2,5E+00	dobra	średnia
257	SKO-0352 1	0,7-1,0	Пр	cl	si	Sa	<1	15,49	19,80	22,90	15,09	0,12	tpl	7,78	0,88	Пр	3	52	37	8	3	49	40	8																			
258	SKO-0352 2	1,2-1,4	Pd		si	Sa	<1	12,70																	Pd	7	19	48	4	1	FSa	0	0	7	88	4	1	2,0E-04	1,7E+01	2,7E-05	2,3E+00	dobra	średnia
259	SKO-0352 3	1,6-2,0	Pd		si	Sa	<1	17,69																	Pd	1	9	45	3	1	FSa	0	0	1	97	3	1	1,8E-04	1,6E+01	3,2E-05	2,8E+00	dobra	średnia
260	SKO-0352 4	3,5-4,0	Pd		si	Sa	<1	15,82																	Pd	0	10	41	2	1	FSa	0	0	0	98	2	1	1,6E-04	1,4E+01	3,0E-05	2,6E+00	dobra	średnia
261	SKO-0352 5	5,5-6,0	Pd		si	Sa	<1	16,55																	Pd	1	10	36	2	1	FSa	0	0	1	96	2	1	1,4E-04	1,2E+01	2,6E-05	2,2E+00	dobra	średnia
262	SKO-0353 1	2,6-2,8	Po		gr	Sa	<1	8,44																	Po	17	56	79	6	1	grSa	0	0	17	81	6	1	1,2E-03	1,1E+02	1,3E-04	1,1E+01	b. dobra	dobra
263	SKO-0353 2	5,5-5,7	Ps			Sa	<1	4,60																	Ps	2	45	84	3	1	MSa	0	0	2	97	3	1	7,6E-04	6,6E+01	1,8E-04	1,5E+01	dobra	dobra
264	SKO-0354 1	2,0-2,3	Ps		si	Sa	<1	15,78																	Ps	2	40	89	2	1	MSa	0	0	2	97	2	1	6,7E-04	5,8E+01	2,0E-04	1,7E+01	dobra	dobra
265	SKO-0354 2	4,2-4,5	Gp	cl	si	Sa	>5	11,00																																			
266	SKO-0354 3	5,0-5,3	Ps	cl	si	Sa	3-5	16,40																	Ps	4	29	69	3	1	MSa	0	0	4	95	3	1	4,3E-04	3,7E+01	6,4E-05	5,5E+00	dobra	średnia
267	SKO-0354 4	5,6-5,9	Pg		si, cl	Sa	>5	16,70																																			
268	SKO-0355 1	0,4-0,7	Pg	cl	si	Sa	<1	14,64	23,00	26,30	12,80	0,24	tpl	13,50	0,76	Pg	1	61	29	9	1	58	32	9																			
269	SKO-0355 2	1,1-1,4	Ps		si	Sa	<1	15,23																	Ps	1	31	64	6	1	MSa	0	0	1	90	6	1	4,0E-04	3,5E+01	3,1E-05	2,6E+00	dobra	średnia

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – ciąg dalszy

L.p	Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988	Badania makroskopowe PN-EN ISO 14688-1			Zawartość węglanów	Badanie wilgotności	Badanie granic konsystencji							Analiza areometryczna									Analiza sitowa													Współczynnik filtracji wg wzoru Seelheima		Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego		Wodoprzepuszczalność	
																PN-B-04481:1988					PN-EN ISO 14688-2				PN-B-04481:1988	zawartość frakcji [%]			wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny	PN-EN ISO 14688-2	zawartość frakcji [%]				wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny								
																nazwa gruntu	zawartość frakcji [%]				zawartość frakcji [%]				nazwa gruntu	zawartość frakcji [%]					nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]												
																	wymiary cząstek [mm]				wymiary cząstek [mm]					wymiary cząstek [mm]						wymiary cząstek [mm]												
	numer otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	nazwa gruntu	frakcja drugorzędna		frakcja główna	$CaCO_3$ [%]	w_n [%]	w_{18} [%]	w_L[%]	w_p [%]	I_L [-]	stan gruntu	I_p [%]	I_c [-]		fź	fp	frr	fi	Gr 2-63	Sa 0,063-2	Si 0,002-0,063	Cl <0,002		>2,0	>0,5	>0,25	U	C		Bo 200-630	Co >63-200	Gr >2,0-63	Sa >0,063 -2,0	C_u	C_c	k [m/s]	k [m/24h]	k [m/s]	k [m/24h]	wg wzoru Seelheima	wg wzoru amerykańskiego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
270	SKO-0355 3	2,5-2,8	Gπ	sa	cl	Si	>5	15,63																																			
271	SKO-0355 4	5,5-5,7	I	sa	si	Cl	>5	28,08																																			
272	SKO-0355 5	3,4-3,7	Π	sa	cl	Si	<1	25,26																																			
273	SKO-0356 1	2,2-2,5	Gπ		cl	Si	<1	26,81	38,40	44,00	18,57	-0,10	pzw/zw	25,46	1,10	Gπ	0	21	64	15	0	16	69	15																			
274	SKO-0356 2	4,0-4,3	I		si	Cl	3-5	27,90																																			
275	SKO-0356 3	5,5-5,7	I		si	Cl	1-3	28,68																																			
276	SKO-0357 1	2,5-2,8	Pg	cl	si	Sa	<1	13,91																																			
277	SKO-0357 2	4,1-4,4	Gp	cl	si	Sa	<1	17,03																																			
278	SKO-0357 3	5,2-5,5	Ps		si	Sa	<1	15,17																	Ps	2	28	69	3	1	MSa	0	0	2	96	3	1	4,2E-04	3,6E+01	6,1E-05	5,3E+00	dobra	średnia
279	STA-1353 1	1,5-2,0	G	gr	sa	Si	>5	15,84	36,80	42,10	13,70	0,08	tpl	28,40	0,92																												
280	STA-1354 1	1,5-2,0	Gpz	gr	sa	Si	1-3	16,79								Gpz	3	54	19	24	3	52	21	24																			
281	STA-1355 1	1,5-2,0	Nmp (Pg)	gr	si	Sa	<1	33,91								Pg	1	81	11	7	1	80	12	7																			
282	SZY-0353 1	1,5-2,0	Gp	gr	si	Sa	>5	16,40	21,40	24,50	11,79	0,36	pl	12,74	0,64	Gp	3	55	24	18	3	53	26	18																			
283	SZY-0359 1	1,5-2,0	Pd			Sa	<1	25,11																	Pd	0	0	2	2	1	FSa	0	0	0	97	2	1	7,6E-05	6,5E+00	2,0E-05	1,7E+00	średnia	średnia
284	SZY-0360 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	11,49																	Ps	0	18	60	6	2	MSa	0	0	0	90	6	2	3,1E-04	2,7E+01	2,9E-05	2,5EE+00	dobra	średnia
285	SZY-0361 1	1,5-2,0	G		sa	Si	<1	20,89	26,90	30,60	16,19	-0,01	pzw/zw	14,41	1,01	G	0	52	33	15	0	48	37	15																			
286	SZY-0362 1	1,5-2,0	I	gr	si	Sa	>5	14,93								I	1	36	25	38	1	33	28	38																			
287	SZY-0363 1	2,0-2,5	G		si	Sa	3-5	14,42																																			
288	WRA-0073 1	1,5-2,0	I	gr	sa	Si	<1	16,41								I	1	43	24	32	1	41	26	32																			
289	WRA-0074 1	1,5-2,0	Gpz	cl	sa	Si	<1	15,88	26,70	30,30	13,72	0,13	tpl	16,61	0,87	Gpz	1	58	17	24	1	55	20	24																			
290	WRA-0075 1	2,0-2,5	G	cl	sa	Si	<1	7,83																																			
291	WRA-0076 1	1,5-2,0	Gz		si	Sa	<1	14,67								Gz	1	38	40	21	1	36	42	21																			
292	WRA-0078 1	1,5-2,0	Gz	cl	sa	Si	<1	14,86	25,90	29,50	13,57	0,08	tpl	15,92	0,92	Gz	1	42	28	29	1	40	30	29																			
293	WRA-0079 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	9,40																	Ps	0	11	51	3	1	MSa	0	0	0	97	3	1	2,3E-04	2,0E+01	3,4E-05	2,9E+00	dobra	średnia
294	WRA-0081 1	1,5-2,0	Pr	gr		Sa	<1	22,09																	Pr	7	53	89	3	1	CSa	0	0	7	92	3	1	1,0E-03	8,6E+01	2,2E-04	1,9E+01	dobra	dobra
295	WRA-0082 1	1,5-2,0	Gpz		si	Sa	>5	13,32								Gpz	1	54	19	26	1	53	20	26																			
296	WRA-0083 1	1,5-2,0	I	gr		Sa	<1	13,47								I	2	39	15	44	2	37	17	44																			
297	WRA-0085 1	1,5-2,0	Pπ		si	Sa	<1	23,78																	Pπ	0	9	21	37	1	siSa	0	0	0	51	37	1	1,5E-05	1,3E+00	2,3E-08	2,0E-03	śerdnia	-
298	WZA-0150 1	1,7-2,0	Po	gr		Sa	<1	14,58																	Po	18	51	77	5	1	grSa	0	0	18	79	5	1	9,8E-04	8,5E+01	1,1E-04	9,4E+00	dobra	dobra
299	WZA-0151 1	2,2-2,5	Gpz	cl	si	Sa	>5	14,19	23,80	27,10	13,62	0,18	tpl	13,50	0,82	Gpz	6	51	17	26	6	51	17	26																			
300	WZA-0151 2	4,1-4,3	Gz	sa	cl	Si	>5	14,94																																			
301	WZA-0151 3	5,0-5,3	Gπz	sa	cl	Si	>5	16,28																																			
302	WZA-0152 2	3,9-4,2	Pd			Sa	<1	20,94																																			
303	WZA-0153 1	2,1-2,5	Po		gr	Sa	<1	15,25																	Po	19	51	78	5	1	grSa	0	0	19	79	5	1	9,3E-04	8,0E+01	1,1E-04	9,9E+00	dobra	dobra
304	WZA-0153 2	3,6-3,8	Πp	sa	cl	Si	<1	23,60																																			
305	WZA-0153 3	5,4-5,6	Gπz	sa	cl	Si	<1	18,34																																			
306	WZA-0154 1	2,0-2,4	Ps		si	Sa	<1	10,38																	Ps	0	14	62	3	1	MSa	0	0	0	99	3	1	3,2E-04	2,7E+01	5,2E-05	4,5E+00	dobra	średnia
307	WZA-0154 2	4,0-4,2	Πp	cl	sa	Si	<1	19,27																																			
308	WZA-0155 1	2,0-2,2	Pd		si	Sa	<1	4,59																	Pd	0	0	25	2	1	FSa	0	0	0	99	2	1	1,2E-04	1,0E+01	3,0E-05	2,6E+00	dobra	średnia
309	WZA-0155 2	3,9-4,2	Pd			Sa	<1	24,05																	Pd	0	0	2	2	1	FSa	0	0	0	98	2	1	8,3E-05	7,1E+00	2,3E-05	2,0E+00	średnia	średnia
310	WZA-0155 3	2,2-2,5	Pd			Sa	<1	24,93																	Pd	0	2	24	2	1	FSa	0	0	0	98	2	1	1,1E-04	9,8E+00	2,8E-05	2,4E+00	dobra	średnia
311	WZA-0156 1	2,2-2,5	Gpz	cl	si	Sa	1-3	14,28																																			
312	WZA-0156 2	2,6-2,8	Gpz	cl	si	Sa	>5	12,79																																			
313	WZA-0156 3	5,6-5,8	Gpz	si	cl	Sa	<1	12,98																																			
314	WZA-0157 1	2,5-2,7	I		si	Cl	<1	25,67																																			

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – ciąg dalszy

L.p	Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988	Badania makroskopowe PN-EN ISO 14688-1			Zawartość węglanów	Badanie wilgotności	Badanie granic konsystencji							Analiza areometryczna									Analiza sitowa													Współczynnik filtracji wg wzoru Seelheima		Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego		Wodoprzepuszczalność	
																PN-B-04481:1988					PN-EN ISO 14688-2				PN-B-04481:1988	zawartość frakcji [%]			wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny	PN-EN ISO 14688-2	zawartość frakcji [%]				wskaźnik jednorodności uziarnienia	wskaźnik krzywizny								
																nazwa gruntu	zawartość frakcji [%]				zawartość frakcji [%]				nazwa gruntu	zawartość frakcji [%]					nazwa gruntu	wymiary cząstek [mm]												
																	wymiary cząstek [mm]				wymiary cząstek [mm]					wymiary cząstek [mm]						wymiary cząstek [mm]												
	numer otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	nazwa gruntu	frakcja drugorzędna		frakcja główna	$CaCO_3$ [%]	w_n [%]	w_{18} [%]	w_L[%]	w_p [%]	I_L [-]	stan gruntu	I_p [%]	I_c [-]		fż	fp	frr	fi	Gr 2-63	Sa 0,063-2	Si 0,002-0,063	Cl <0,002		>2,0	>0,5	>0,25	U	C		Bo 200-630	Co >63-200	Gr >2,0-63	Sa >0,063-2,0	C_u	C_c	k [m/s]	k [m/24h]	k [m/s]	k [m/24h]	wg wzoru Seelheima	wg wzoru amerykańskiego
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
315	WZA-0157 2	3,5-3,7	Gp	cl	si	Sa	<1	15,23																																			
316	WZA-0157 3	5,2-5,5	Gpz	si	cl	Sa	>5	11,98																																			
317	WZA-0158 1	1,0-1,3	Gpz	sa	cl	Si	>5	14,05	31,30	35,60	14,38	0,08	tpl	21,23	0,92	Gpz	1	55	17	27	1	53	19	27																			
318	WZA-0158 2	2,5-2,9	Pd		si	Sa	>5	2,76																	Pd	0	5	50	3	1	FSa	0	0	0	99	3	1	2,2E-04	1,9E+01	3,8E-05	3,3E+00	dobra	średnia
319	WZA-0158 3	5,7-6,0	I	sa	si	Cl	<1	19,62																																			
320	WZA-0192 1	1,5-2,0	Ps	cl	si	Sa	<1	11,87																	Ps	1	25	53	5	1	MSa	0	0	1	90	5	1	2,6E-04	2,2E+01	2,2E-05	1,9E+00	dobra	średnia
321	WZA-0194 1	1,5-2,0	Pπ		si	Sa	<1	12,20																	Pπ	1	7	22	52	1	siSa	0	0	1	51	52	1	1,8E-05	1,5E+00	2,3E-08	2,0E-03	średnia	-
322	ZAB-0182 1	2,5-2,8	Ps	cl	si	Sa	<1	17,54																	Ps	0	20	61	5	1	MSa	0	0	0	92	5	1	3,2E-04	2,8E+01	3,0E-05	2,6E+00	dobra	średnia
323	ZAB-0182 2	3,4-,3,6	Gπ	sa	cl	Si	<1	19,33																																			
324	ZAB-0182 3	5,7-5,9	I		si	Cl	<1	24,32																																			
325	ZAB-0183 1	2,4-2,8	Pr		si	Sa	<1	7,83																	Pr	6	62	95	3	1	CSa	0	0	6	94	3	1	1,4E-03	1,2E+02	3,1E-04	2,6E+01	b. dobra	dobra
326	ZAB-0183 2	5,6-5,8	Gp	cl	si	Sa	<1	15,37																																			
327	ZAB-0184 1	2,5-2,9	Pd	si		Sa	<1	6,09																	Pd	0	6	43	4	1	FSa	0	0	0	94	4	1	1,6E-04	1,4E+01	2,2E-05	1,9E+00	dobra	średnia
328	ZAB-0184 2	3,9-4,3	Pd	si		Sa	<1	5,68																	Pd	0	8	43	4	1	FSa	0	0	0	93	4	1	1,6E-04	1,4E+01	1,9E-05	1,6E+00	dobra	średnia
329	ZAB-0185 1	2,5-2,7	Gp	cl	si	Sa	<1	13,49	19,70	22,80	11,51	0,18	tpl	11,26	0,82	Gp	1	67	18	14	1	64	21	14																			
330	ZAB-0185 2	4,0-4,3	Gπ	sa	cl	Si	<1	20,59																																			
331	ZAB-0185 3	5,5-5,8	Gpz	cl	si	Sa	<1	12,09																																			
332	ZAB-0186 1	3,3-3,6	Pπ	cl	si	Sa	1-3	12,54																	Pπ	0	9	22	26	6	siSa	0	0	0	77	26	6	5,5E-05	4,7E+00	1,8E-06	1,6E-01	średnia	niska
333	ZAB-0186 2	4,9-5,3	Pπ		si	Sa	<1	4,89																	Pπ	0	1	5	3	1	siSa	0	0	0	89	3	1	5,9E-05	5,1E+00	9,6E-06	8,3E-01	średnia	niska
334	ZAB-0187 1	2,4-2,7	Pd		si	Sa	<1	2,85																	Pd	0	2	36	2	1	FSa	0	0	0	98	2	1	1,4E-04	1,2E+01	2,9E-05	2,5E+00	dobra	średnia
335	ZAB-0187 2	5,2-5,8	Ps		si	Sa	<1	2,11																	Ps	0	12	60	3	1	MSa	0	0	0	98	3	1	3,0E-04	2,6E+01	4,3E-05	3,7E+00	dobra	średnia
336	ZAB-0188 1	2,2-2,5	Pd		si	Sa	<1	12,76																	Pd	0	4	18	4	2	FSa	0	0	0	89	4	2	7,4E-05	6,4E+00	1,1E-05	9,2E+01	średnia	średnia
337	ZAB-0188 2	3,5-3,8	Ps		si	Sa	<1	4,88																	Ps	2	35	83	3	1	MSa	0	0	2	97	3	1	5,8E-04	5,0E+01	1,7E-04	1,4E+01	dobra	dobra
338	ZAB-0258 2	1,5-2,0	Nmp (Pg)	sa	cl	Si	<1	87,67	58,20	69,80	45,06	1,73	plynny	24,70	-0,73	Pg	7	72	14	7	7	70	16	7																			
339	ZAB-0260 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	5,60																	Ps	1	28	69	3	1	MSa	0	0	1	97	3	1	4,3E-04	3,7E+01	6,1E-05	5,3E+00	dobra	średnia
340	ZAB-0261 1	1,5-2,0	Ps			Sa	<1	2,16																	Ps	0	15	63	3	1	MSa	0	0	0	96	3	1	3,3E-04	2,8E=01	4,2E-05	3,6E+00	dobra	średnia
341	ZGI-1287 1	2,1-2,4	Пр	cl	si	Sa	<1	20,65	23,10	26,40	18,91	0,23	tpl	7,45	0,77	Пр	0	47	44	9	0	42	49	9																			
342	ZGI-1287 2	4,0-4,3	Пр	cl	si	Sa	<1	24,86								Пр	0	47	46	7	0	36	57	7																			
343	ZGI-1288 1	1,7-2,0	Pπ		si	Sa	<1	19,33																	Pπ	0	2	6	22	8	siSa	0	0	0	74	22	8	2,9E-05	2,5E+00	7,1E-07	6,1E-02	średnia	-
344	ZGI-1288 2	3,3-3,5	Gπ		cl	Si	>5	28,18																																			
345	ZGI-1288 3	3,8-4,1	Gπz		cl	Si	>5	22,08																																			
346	ZGI-1288 4	5,0-5,4	Ps		si	Sa	<1	21,22																	Ps	1	14	56	3	1	MSa	0	0	1	95	3	1	2,8E-04	2,4E+01	3,6E-05	3,1E+01	dobra	średnia
347	ZGI-1289 1	0,5-0,7	Ps		si	Sa	<1	5,19																	Ps	2	27	65	3	1	MSa	0	0	2	95	3	1	3,9E-04	3,3E+01	5,0E-05	4,3E+00	dobra	średnia
348	ZGI-1289 2	1,1-1,3	Gp	cl	si	Sa	<1	10,19	21,50	24,60	12,49	-0,19	pzw/zw	12,15	1,19	Gp	2	66	17	15	2	64	19	15																			
349	ZGI-1289 3	2,6-2,8	Gp	cl	si	Sa	>5	11,99																																			
350	ZGI-1289 4	3,5-3,8	Ps		si	Sa	<1	6,84																	Ps	3	31	66	4	1	MSa	0	0	3	92	4	1	4,2E-04	3,6E+01	4,6E-05	3,9E+00	dobra	średnia
351	ZGI-1289 5	4,2-4,5	Gp	cl	si	Sa	<1	15,61																																			
352	ZGI-1289 6	5,0-5,5	G	cl	sa	Si	>5	14,33																																			
353	ZGI-1290 1	2,3-2,6	Ps			Sa	<1	14,40																	Ps	0	15	55	4	1	MSa	0	0	0	96	4	1	2,6E-04	2,3E+01	2,8E-05	2,4E+00	dobra	średnia
354	ZGI-1290 2	3,4-3,7	Pπ		si	Sa	<1	16,69																	Pπ	0	7	12	27	8	siSa	0	0	0	73	27	8	3,6E-05	3,1E+00	5,4E-07	4,7E+02	średnia	-
355	ZGI-1293 1	1,5-2,0	Пр		si	Sa	<1	13,11								Gπ	0	26	62	12	0	23	65	12																			

4 Ogólna charakterystyka aglomeracji łódzkiej

Obszar opracowania o powierzchni 505,83 km^2 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 Południowowielkopolskiej (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).

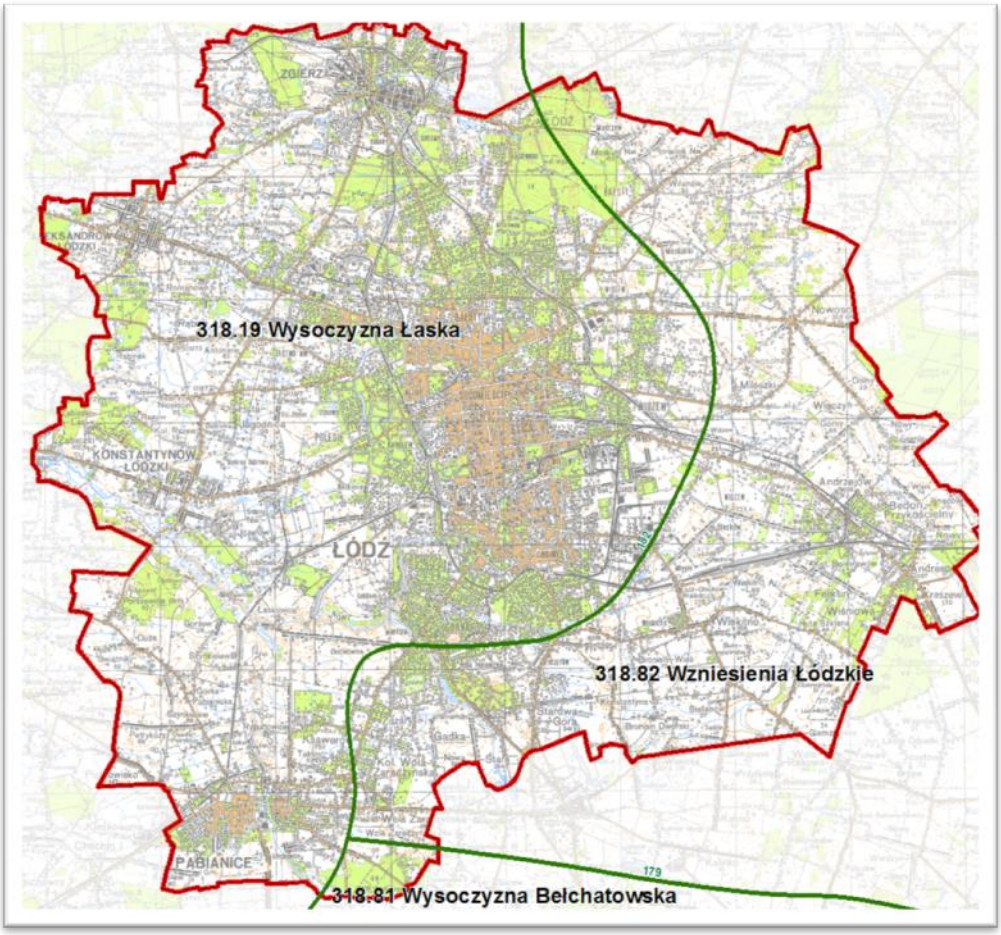
Charakterystyczną strukturą dla tego mezoregionu jest pasmo ostańcowych wzgórz żwirowych. Są one związane z maksymalnym zasięgiem zlodowacenia Warty. Wzgórza te są ukierunkowane z północy na południe i niejednokrotnie przekraczają 200 m wysokości.

Mezoregion - Wysoczyzna Łaska (318.19) jest zdenudowaną peryglacjalnie równiną morenową o powierzchni około 2330 km^2. 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 rezerwaty 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 km^2. 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 dopływów: 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 2º (max 5º 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 15º). Występują w północnej części omawianego obszaru (na północ od Nowosolnej i Janowa – o charakterze akumulacyjnym) i stanowią najwyższe kulminacje Wyżyny Łódzkiej. Wzgórza morenowe o spiętrzonej 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 – 10º, 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 15º.

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 wydmowych – 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 wydmowych 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 Dobrzynki. 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 Konstantynowa i powstał pod wpływem akumulacyjnej działalności rzeki Łódki.

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

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

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

Równiny denudacyjne – występują na południe od Gałkówka 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, glinianki 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, Konstantynów 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 rzecznego
   - 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, Dobrzynka, 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, Głowno – 591, Łódź Zachód – 627, Łódź Wschód – 628, Pabianice – 664).

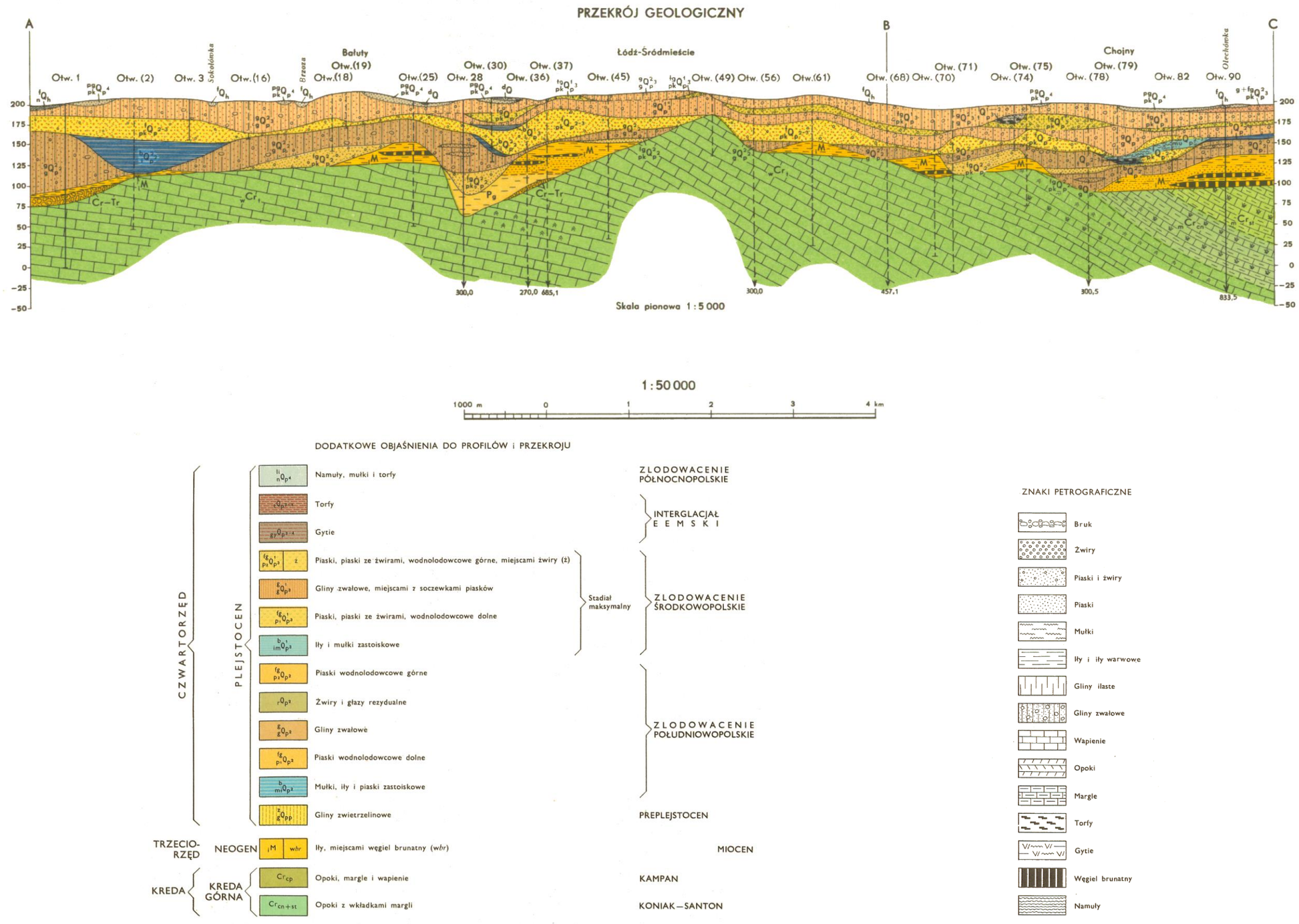
Poglądowy przekrój ukazujący budowę geologiczną w rejonie opracowania przedstawiono na rysunku 4.

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 spłycenie 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 mułowcowi 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.



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 koniaku 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 miąższe 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, iły 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 iły 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 złuskowania) przeobrażeń jakie spowodował nasuwający się lądolód. Podczas wykonywania otworów badawczych nawiercano iły plioceńskie w obrębie piasków i mułków (czwartorzędowych), porwaki iłów i węgla brunatnego wewnątrz miąższych pokładów glin zwałowych.

Zlodowacenie 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 iły i mułki zastoiskowe. Pomiędzy glinami występują utwory interstadiału 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 **zlodowacenia 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 iły i mułki zastoiskowe o zróżnicowanych w wyniku zaburzeń glacitektonicznych miąższościach od 2 – 35 m. Gliny zwałowe pierwszego ze stadiałów **zlodowacenia 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 reziduów. Litologicznie są to gliny ciemnoszare z domieszką materiału skandynawskiego (głównie wapienie), w spągu gliny zwięzłe. Utwory te odsłaniają się na powierzchni w strefach głębokich rozcięć erozyjnych (dolina Mrożycy i Miazgi). Piaski i żwiry wodnolodowcowe, rozdzielające stadiały zlodowacenia 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 zlodowacenia Odry występują piaski i żwiry wodnolodowcowe **zlodowacenia Warty**. Występują w rejonie doliny Dobrzynki i Miazgi, osiągają miąższości około 3 – 10 m. Gliny zwałowe zlodowacenia 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.

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

Wieku 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.

Eluwia glin zwałowych występują powszechnie w stropie glin zwałowych, litologicznie są to piaski o różnej granulacji z licznymi głazikami 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. Szczerbnicka, 2002), Głowno – 591 (M. Szczerbnicka, 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 wodonośne 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 wystepującymi 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 cieki), 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 wystepuje 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 uzytkowym. Wystepuje 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

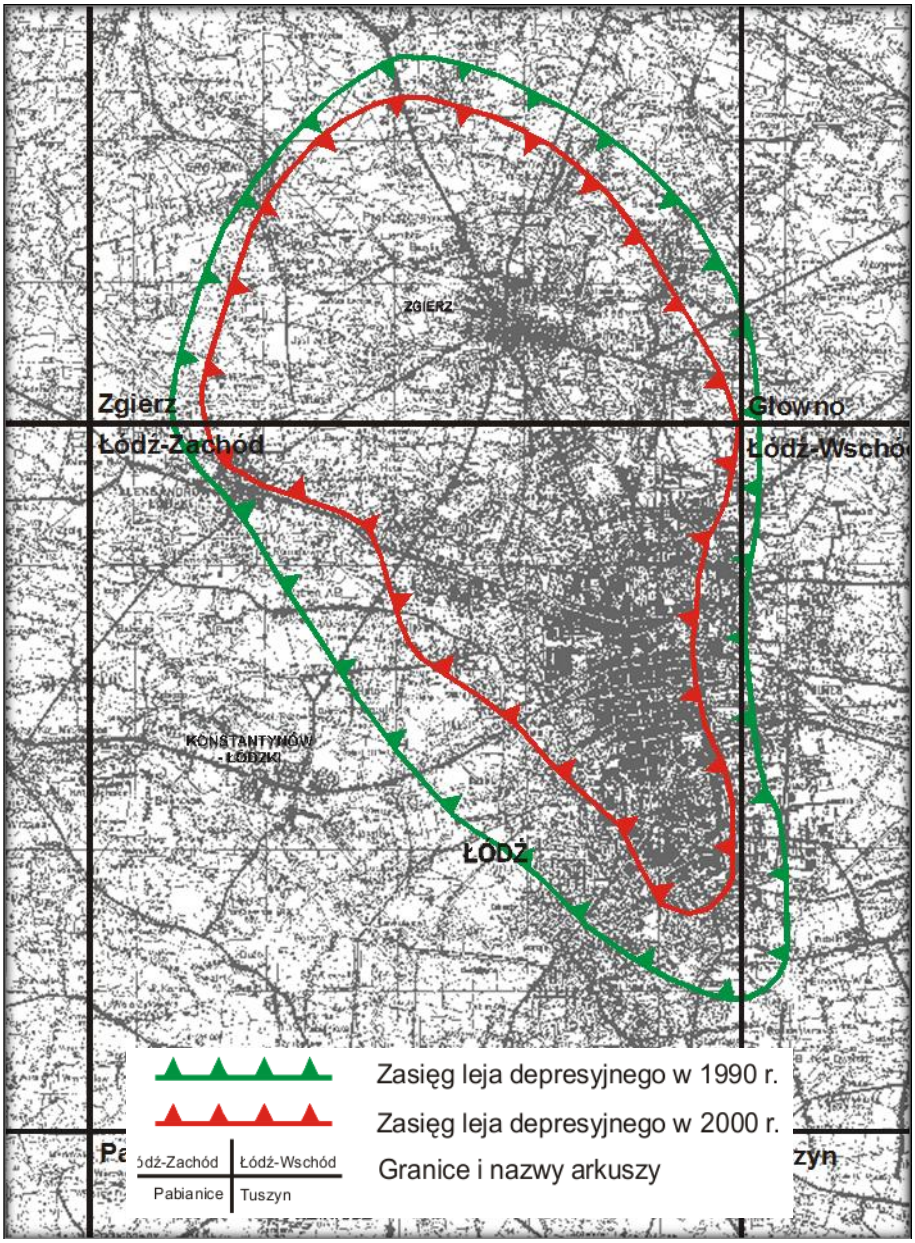
Dokumentowany teren częściowo zlokalizowany jest na obszarach Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (Zał. 10). Są to zbiorniki nieudokumentowane:

- zachodnia i środkowa część aglomeracji łódzkiej: zbiornik kredowy nr **401** Niecka łódzka,
- północno środkowa część aglomeracji łódzkiej: zbiornik górnojurajski nr **402** Stryków,
- wschodnia część aglomeracji: zbiornik czwartorzędowy nr **403,** międzymorenowy Brzeziny – Lipce Reymontowskie,
- wschodnia część aglomeracji: zbiornik górnojurajski (szczelinowo- krasowy) nr **404** Koluszki – 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 zadecydował o założeniu stałej sieci obserwacyjnej, celem prowadzenia systematycznych pomiarów kształtowania się pseudostatyczngo 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 obniżeń 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 międzywydmowe, zagłębienia w gliniach zwałowych, rozlegle 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. Wydmy występują czsto w towarzystwie pokryw piasków eolicznych, maksymalne miąższości do 20m.
7		EI		lessy i grunty lessopodobne	Wystepują w północno-wschodniej części arkusza o miąższości 14-16 m.Wychodzą one na powierzchnię najczęściej spod gliny zwałowej stadiału mazowiecko-podlaskiego.
8		K+D	grunty koluwialne i deluwialne	koluwia i deluwia (+stożki napływowe)	Osady zboczowe, 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, miąższośći do 10m.
9		Rz(P)	grunty rzeczne	piaski i żwiry tarasów zalewowych, serie korytowe	Występują na terenie tarasów zalewowych oraz budują dna rzek. Często są to utwory warstwowane 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	grunty lodowcowe	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		piaski wodnolodowcowe i lodowcowe, rzeczno-peryglacjalne: moren czołowych, 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 merów, bardzo zróżnicowana, ze względu na zmienną morfologię podścielających je glin. Często występują warstwowanie w spągu pyły i piaski drobne wypwłniające zagłębienia w podłożu, nad nimi wart pyłów, żwirowców jak i glin z domieszką otoczaków, zaznaczają się w morfologii.
15		Z	grunty zastoiskowe	utwory zastoiskowe	Utwory zastoiskowe o dużej zawrtości pyłów i 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 iły mioceńskie i plioceńskie, wapienie kredowe) w spągu utworów czwartrzędowych. Występuja na głębokościach od 19 a nawet 52 m i mają miąższość do 14m.
17		KW	grunty zwietrzelinowe	zwietrzeliny	
20	paleogen - neogen	S1	grunty jeziorne	iły	
21		S2		węgiel brunatny	
22		S3		piaski kwarcowe	
23	J K	S4	skały macierzyste	wapienie, margle, dolomity	
24		S5		piaskowce, piaski	
25		S6		opoki, gezy	
26		S7		iły, iłowce, mułowce, łupki, iłołupki	
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 obniżeń terenu. Miąższość niewielka do kilku metrów. Na opisywanym obszarze najwięcej torfów występuje w dolinie Miazgi i Neru.

Torfy występują również jako osady interglacjalne miedzy warstwami glin zwałowych. Występują na znacznych głębokościach, małej przestrzeni. Miąższość dochodzi do kilku metrów. Na terenie Aleksandrowa występują osady interglacjału 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 eluwialno-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 namułów. 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 twardoplastycznej 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 iły 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 stadiałów 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 morfologie 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 otoczaków 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 zgłębienia w podłożu kemów następnie występują osady piaszczyste i żwirowe, które ku górze przechodzą w materiał drobniejszy. Osady o takiej sekwencji występują iędzy innymi w okolicach Woli Zaradzyńskiej.

Formy przypominające ozy występują w okolicach Starowej Góry.

Seria 15 – Grunty zastoiskowe

Do serii tej zaliczono osady zastoiskowe plejstoceńskie. Osady zastoiskowe wykształcone są jako gliny pylaste, pyły, pyły piaszczyste, iły, iły pylaste, iły 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 glacitektonicznymi 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 twardoplastycznym 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_D/I_L)	wartość minimalna (I_D/I_L)	średnia (I_D/I_L)	odchylenie standardowe (I_D/I_L)	mediana (I_D/I_L)	moda (I_D/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 iły, pyły, piaski i węgiel brunatny jako trzeciorzędowe kry w utworach czwartorzędowych. Jako porwaki występują również osady kredowe. Seria ta występuje w strefach zaburzeń glacitektonicznych.

Miąższość 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 fizykomechanicznymi oraz zróżnicowanymi warunkami hydrogeologicznymi.

Seria 17- Zwietrzeliny

Do zwietrzelin zaliczono zwietrzałe osady w spągu utworów czwartorzędowych, a także piaski i pyły eluwialno-eoliczne występujące na piaskach wodnolodowcowych lub glinach zwałowych oraz rezydua glin zwałowych. Miąższość 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 ona na piaskach wodnolodowcowych występują wtedy jako piaski drobne i średnie, czasem zapylone z niewielka ilością żwirów i otoczaków.

Seria 20 – Iły (grunty jeziorne)

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

Seria 21 – Węgiel brunatny

Węgiel brunatny występuje w postaci przewarstwień w piaskach i iłach mioceńskich. Miąższość 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 zawierają 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 zwietrzeliny 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 iły, iłowce, mułowce, łupki i iłołupki.

Seria 27– Gipsy, anhydryty, sole kamienne

Osady tej serii występują głównie w północnej części opracowania. Są to sole kamienne w wysadzie solnym Rogóźna. Leżą one pod trzeciorzędem i utworami czapy iłowo-gipsowej osiągane otworami wiertniczymi na gł. 300 a nawet 400 m. Nad serią solną leży czapa iłowo-gipsowa o miąższości 60 do 260 m. Wyróżnia się w niej część iłową 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
			I_D [-]	I_L [-]	[Mg/m³]	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	Pπ, 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, Pπ, Pd, Ps		-	0,05 - 0,60	1,50 – 2,00	19 - 29	2 - 20	10 - 100
9	Pd, Ps, Pr, Pπ, 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, Πp		-	0,05 - 0,60	1,50 – 2,00	19 - 29	2 - 20	10 - 100
12	Π, Πp		-	≤0,00 – 0,50	1,40 – 2,00	14 - 25	10 - 25	10 – 50
13	Gp, Gpz, G, Gπ, Gz, Pg	Zlodowacenie Warty	-	≤0,00 – 0,45	1,60 – 2,25	7 - 22	15 - 32	10 - 120
		Zlodowacenie Odry	-	≤0,00 – 0,30	1,65 – 2,30	6 – 20	17 - 33	15 – 150
		Zlodowacenie Południowopolskie	-	≤0,00 – 0,30	1,80 – 2,35	5 - 22	10 - 35	20 - 200
14	Pd, Ps, Pr, Pπ, Po, KO, Ż		0,30 – 0,90	-	1,60 – 2,00	9 - 20	30 - 38	-
15	I, Iπ, Π, Πp, Gπ, Pπ		-	≤0,00 – 0,35	1,80 – 2,10	19 - 32	<22	<100

5.2 Mapy tematyczne

Mapy tematyczne wykonywano w oprogramowaniu GIS. Mapy analityczne tworzono 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 wydzieleń 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 wydzieleń 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 wydzieleń o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych na zadanej głębokości.

Na każdej z map gruntów (Zał.: 3a-3c) wyznaczony jest zasięg występowania serii, czyli wydzieleń 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 gównie 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 bezpośrednie 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 bezpośrednie 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 (geozagrożeniach) i antropogenicznych są różnego rodzaju materiały archiwalne i bazy danych. Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami czy baza Systemu Osłony Przeciwosuwiskowej (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 górniczą czy obszary i obiekty stanowiące zagrożenie dla środowiska naturalnego.

Obiekty stanowiące zagrożenie dla środowiska naturalnego:
- zaklady przemysłowe,
- składowiska odpadów,
- ścieki komunalne i przemysłowe,
- oczyszczalnie,
- magazyny paliw,
- autostrady,
- lotnisko.

Obszary zwiazane z eksploatacja górniczą:
- 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,
- rezerwaty,
- parki krajobrazowe,
- obszary chronionegoi 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. (Zał 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, osiągających łączna 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 rzecznego: 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 wydzielaniu 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 geostatystcznych 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 km^2,
b) teren dobrze udokumentowany – od 40 do 60 otworów na km^2,
c) teren wystarczająco udokumentowany – od 20 do 40 otworów na km^2,
d) teren przeznaczony do dalszego udokumentowania – poniżej 20 otworów na km^2.

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 0000 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 więci 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 km^2 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 km^2.

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 przejrzano 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. Czynnik 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, Błaszczyk 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 – wystepowanie 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, Klatkowa 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, Klatkowa H.)
26. Turkowska K., 2006 – Geomorfologia regionu łódzkiego, WUŁ Łódź.