PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH

w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby zagospodarowania przestrzennego i sporządzenia Atlasu geologiczno-inżynierskiego Lublin-Świdnik

Finansujący:

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej
ul. Konstruktorska 3A, 02-673 Warszawa

Sfinansowano ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Zamawiający i Wykonawca:

Państwowy Instytut Geologiczny –
Państwowy Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
Centrum Geozagrożeń,
Zespół Geologii Inżynierskiej
03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 76

PSG PAŃSTWOWA SŁUŻBA GEOLOGICZNA

Projekt sporządzono pod kierunkiem:

Adama Roguskiego upr. geol. VII-1510

BDGI Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich

Osoba uprawniona do reprezentowania Wykonawcy:

Warszawa, marzec 2020 r.

Skład zespołu, który sporządził projekt:

Imię i nazwisko	Kwalifikacje geologiczne, uprawnienia geodezyjne, certyfikaty
dr Marek Barański	
dr Zbigniew Frankowski	upr. geol. 06 0295, certyfikat PKG nr 0105
dr Edyta Majer	upr. geol. VI-0412
dr Szymon Ostrowski	upr. geol. X-0228
dr Marta Sokołowska	upr. geol. VII-1485
mgr Tomasz Bąk	upr. geol. X-0193
mgr Oktawia Błachnio	
mgr Marta Chada	upr. geol. V-1887, VII-1760, XI-066/MAZ
mgr Paweł Czarniak	upr. geol. X-0229
mgr Michał Cyglicki	
inż. Karol Dombrowicki	
mgr Alicja Grabowska	
mgr Michał Jaros	upr. geol. VII-1499, XI-065/MAZ
mgr Malwina Judkowiak	
mgr inż. Jakub Kobiela	
mgr Marcin Lasocki	upr. geol. X-0231
mgr Aleksandra Łukawska	
mgr Krzysztof Majer	upr. geol. VI-0418
mgr inż. Grzegorz Pacanowski	upr. geol. X-0218
mgr inż. Arkadiusz Piechota	upr. geod. 22032, VII-1623, X-0238, XIII-016/MAZ
inż. Filip Pleskot	
mgr Adam Roguski	upr. geol. VII-1510, XI-070/MAZ
mgr inż. Grzegorz Ryżyński	upr. geol. VII-1493
mgr Izabela Samel	upr. geol. VII-1503
mgr Przemysław Sobótka	
mgr inż. Szymon Stańczyk	
mgr Anna Stawicka	
mgr Monika Szabłowska	upr. geol. VII-1569
mgr Marta Szlasa	upr. geol. VII-1807
mgr Krzysztof Truchan	
mgr inż. Kamil Wasilewski	
mgr inż. Przemysław Wojtaszek	
mgr Mateusz Żeruń	
tech. Jarosław Zawłocki	
inż. Aleksandra Ilska	

Projekt zawiera:

I. Część tekstowa:

1. Wstęp 7

2. Cel robót geologicznych 9

3. Lokalizacja i opis zagospodarowania terenu badań 9

4. Formy ochrony przyrody, strefy ochronne i działalność górnicza na obszarze badań ... 12

4.1. Formy ochrony przyrody 12

4.2. Strefy ochronne ujęć wód 12

4.3. Działalność górnicza 12

5. Wizja lokalna terenu badań 14

6. Charakterystyka budowy geologicznej terenu badań 16

6.1. Analiza materiałów archiwalnych 16

6.2. Geomorfologia i hydrografia 16

6.3. Budowa geologiczna i przewidywane profile geologiczne 18

6.4. Warunki hydrogeologiczne 20

6.5. Stopień skomplikowania warunków gruntowych 21

7. Możliwości osiągnięcia celu robót geologicznych 22

7.1. Prace wiertnicze 23

7.1.1. Dozór geologiczny 25

7.1.2. Opis opróbowania otworów wiertniczych 26

7.1.3. Badania w czasie wykonywania otworów badawczych 27

7.1.4. Sposób likwidacji otworów badawczych 27

7.2. Badania i pomiary specjalne. Sondowania 27

7.3. Badania geofizyczne 28

7.4. Prace geodezyjne 29

7.5. Badania laboratoryjne próbek gruntów 29

8. Harmonogram robót 30

9. Obowiązki w zakresie rozpoczęcia i dokumentowania robót geologicznych 30

10. Określenie wpływu projektowanych robót geologicznych na środowisko oraz obszary chronione, w tym obszary Natura 2000 31

11. Wymagania techniczne, technologiczne i organizacyjne prowadzenia robót geologicznych 32

12. Wymagania w zakresie projektu robót geologicznych, które nie mają zastosowania 34

13. Podsumowanie 34

14. Spis wykorzystanych materiałów 35

II. Część graficzna:

Załącznik 1 Mapa lokalizacyjna obszaru projektowanych badań w skali 1:100 000

Załącznik 2 Mapa dokumentacyjna w skali 1:10 000

Załącznik 3 Położenie obszaru projektowanych badań na tle Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000

Załącznik 4 Położenie obszaru projektowanych badań na tle Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000

Załącznik 5 Położenie obszaru projektowanych badań na tle Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000

Załącznik 6 Tabelaryczne zestawienie głębokości projektowanych otworów badawczych

Załącznik 7 Schematy konstrukcji otworu wiertniczego

Załącznik 8.1 Wykaz otworów archiwalnych

Załącznik 8.2 Wykaz dokumentacji archiwalnych

1. Wstęp

Projekt robót geologicznych opracowano w ramach zadania państwowej służby geologicznej p.n. *Prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) wraz ze sporządzeniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000* na podstawie zaakceptowanego przez Ministra Środowiska *Planu zadań państwowej służby geologicznej, przewidzianych do realizacji w 2018 roku i latach następnych* [73].

Projekt robót geologicznych został wykonany na podstawie umowy nr 307/2018/Wn-07/FG-GO-DN/D z dnia 20.12.2018 r. zawartej pomiędzy Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej z siedzibą w Warszawie, ul. Konstruktorska 3a, 02-673 Warszawa, jako Dotującym z jednej strony a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym, z siedzibą w Warszawie, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, jako Dotowanym.

Wykonawcą projektu jest Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy z siedzibą w Warszawie (00-975), ul. Rakowiecka 4, Centrum Geozagrożeń z siedzibą w Warszawie (03-301) ul. Jagiellońska 76.

Na podstawie przeprowadzonych prac geologicznych w tym robót geologicznych zostanie:

- uzupełniona Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI),
- uzupełniona Baza Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych Gruntów i Skał (BDGI-WFM),
- opracowany Atlas geologiczno-inżynierski Lublin-Świdnik,
- sporządzona dokumentacja geologiczno-inżynierska w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby zagospodarowania przestrzennego (art. 88 ust. 2, art. 91 ust. 1 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. prawo geologiczne i górnicze [20]).

Zgromadzone dane będą mogły być wykorzystywane, reinterpretowane i dostosowywane do potrzeb administracji państwowej i samorządowej, inwestorów, mieszkańców aglomeracji, geologów, inżynierów budownictwa, projektantów, urbanistów, architektów, przedstawicieli sektorów gospodarki związanych z przemysłem, budownictwem oraz instytucji związanych z ochroną środowiska i innych podmiotów.

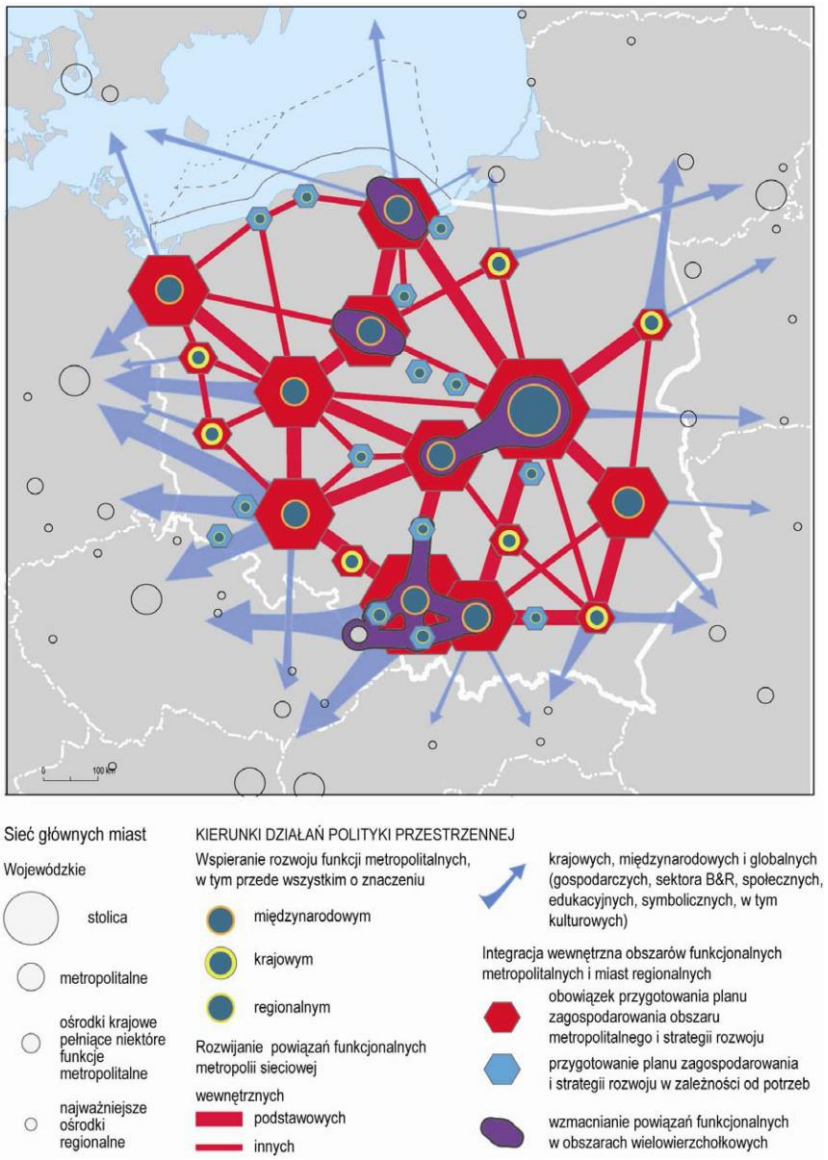
Opracowanie projektu robót geologicznych nie wymagało korzystania za wynagrodzeniem z informacji geologicznej, do której prawo przysługuje Skarbowi Państwa [4], ponieważ zgodnie z art. 100 ust. 3b ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze [20] *Państwowa służba geologiczna w celu realizacji zadań, o których mowa w art. 162, ma prawo do nieodpłatnego korzystania z informacji geologicznej w postaci danych geologicznych.*

Część graficzna dokumentacji została sporządzona na podkładzie map topograficznych oraz danych z Bazy Danych Topograficznych (BDOT) pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego dla obszarów lądowych (załączniki 1 i 2). Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy posiada bezterminową licencję na korzystanie z w/w map w celu realizacji zadań publicznych wynikających z art. 162 ust. 1 i art. 163 ust. 1 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze [20].

Projekt zostanie przedłożony do zatwierdzenia Marszałkowi województwa lubelskiego w 2 egzemplarzach.

Wykonywane zadanie państwa w zakresie geologii p.n. *Prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) wraz ze sporządzeniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000* wpisuje się w kierunki działań określone w Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 – KPZK 2030 [15] (Rys. 1), w Krajowej Polityce Miejskiej – KPM [14] oraz w Programie Zintegrowanej Informatyzacji Państwa – PIZP [1].

Polityka przestrzenna Polski wyrażona w KPZK 2030 służy podniesieniu konkurencyjności głównych ośrodków miejskich i wprowadza nowe podejście do rozwoju, jako tak zwane „zintegrowane podejście terytorialne". Wyrazem realizacji „zintegrowanego podejścia terytorialnego" wobec polskich obszarów miejskich jest Krajowa Polityka Miejska – KPM, wobec której zostały wskazane zadania do realizacji dla instytucji i jednostek administracji rządowej. Podstawowym celem KPM jest wzmocnienie zdolności miast i obszarów zurbanizowanych do kreowania zrównoważonego rozwoju.



Rys. 1 Kierunki działań polityki przestrzennej służące podniesieniu konkurencyjności głównych ośrodków miejskich (KPZK 2030)

2. Cel robót geologicznych

Celem robót geologicznych jest określenie warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby zagospodarowania przestrzennego oraz sporządzenie Atlasu geologiczno-inżynierskiego Lublin-Świdnik, a w szczególności:

- uzyskanie informacji o złożoności budowy geologicznej obszaru,
- uszczegółowienie rozpoznania budowy geologicznej terenu badań, w tym określenie układu i miąższości warstw, genezy, stratygrafii i litologii gruntów występujących w podłożu gruntowym,
- ustalenie głębokości występowania zwierciadła/zwierciadeł wód podziemnych,
- ustalenie lokalizacji, rozprzestrzenienia, rodzaju procesów i zjawisk geodynamicznych oraz antropogenicznych,
- wskazanie występowania gruntów słabych, podmokłości i wysięków,
- charakterystyka wydzielonych na podstawie stratygrafii, genezy i litologii serii geologiczno-inżynierskich,
- ocena właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów tworzących wydzielone serie,
- określenie warunków geologiczno-inżynierskich,
- zebranie danych geologicznych do opracowania warstw geoinformacyjnych GIS Atlasu geologiczno-inżynierskiego Lublin-Świdnik,
- wskazanie obszarów przydatnych do budownictwa bez ograniczeń, z ograniczeniami i nieprzydatnych do budownictwa.

Wykonane wiercenia i sondowania zasilą Bazę Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI).

3. Lokalizacja i opis zagospodarowania terenu badań

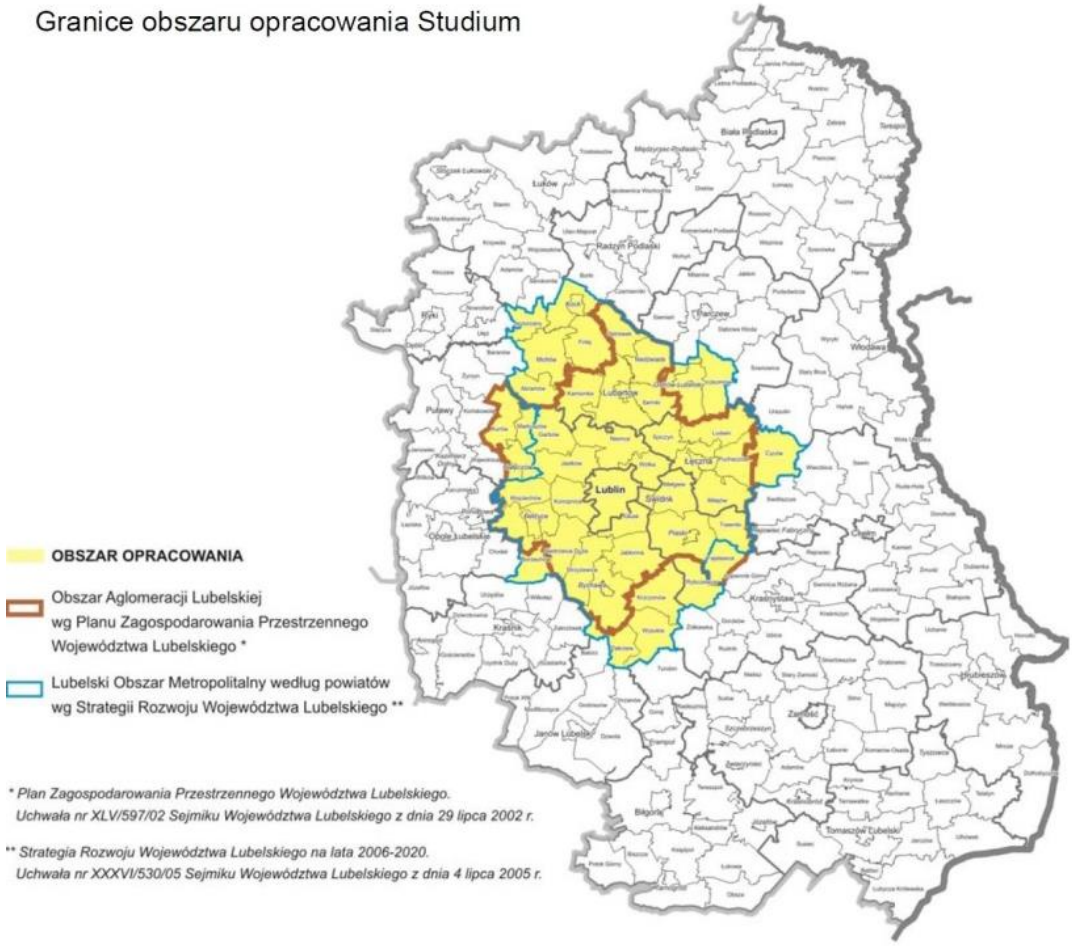
Teren badań obejmuje obszar w granicach Atlasu geologiczno-inżynierskiego Lublina-Świdnika. Zlokalizowany jest w całości w województwie lubelskim. Znajduje się w obrębie dwóch powiatów: lubelskim oraz świdnickim, a także w obrębie miasta Lublin będącego na prawach powiatu. Obejmuje obszar o powierzchni 463,08 km^2, który zaznaczono na mapie lokalizacyjnej na podkładzie mapy topograficznej z zaznaczonymi granicami gmin w skali 1:100 000 (zał. 1), pozyskanej z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, zgodnie z §1 i §2 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r., wraz z późniejszymi zmianami, w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji [6].

Granice Atlasu geologiczno-inżynierskiego Lublin-Świdnik zostały uzgodnione z przedstawicielami samorządów terytorialnych i obejmują fragment Lubelskiego Obszaru Metropolitalnego, w tym miasta Lublin (ok. 147,5 km^2) oraz Świdnik (ok. 20,4 km^2), a także wybrane fragmenty gmin graniczących z wymienionymi miastami (zał. 1):

- gmina Głusk (ok. 64,3 km2) – w całości znajduje się na obszarze Atlasu, z głównymi miejscowościami: Dominów, Wilczopole, Głusk, Kalinówka, Prawiedniki, Nowiny,
- gmina Jastków (ok. 45,9 km^2) – południowo-wschodni fragment gminy, do miejscowości Tomaszowice, Sieprawice, Jastków oraz Kolonia Snopków,

- gmina Konopnica (ok. 93,1 km^2) – w całości znajduje się na obszarze Atlasu,
- gmina Mełgiew (ok. 6,6km^2) – obszar atlasu obejmuje jedynie niewielki, zachodni fragment do miejscowości Nowy Krępiec,
- gmina Niedrzwica (ok. 0,004 km^2) – obszar atlasu obejmuje niewielki fragment działki przy granicy opracowania
- gmina Niemce (ok. 12,6 km^2) – południowy fragment gminy na północ od Lublina, do południowej granicy Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Ciemięgi,
- gmina Wólka (ok. 72,8 km^2) – w całości znajduje się na obszarze Atlasu.

Lublin i gminy zlokalizowane w promieniu 70 km zostały objęte wspólnym planem utworzenia Lubelskiego Obszaru Metropolitalnego (Rys. 2).



Rys. 2 Lubelski Obszar Metropolitalny na tle podziału administracyjnego województwa lubelskiego [65]

Projekt ten został uwzględniony w Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 [15], aby wspierać rozwój funkcji metropolitalnych i procesów urbanizacyjnych. Został on również uwzględniony w założeniach Strategii Rozwoju Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020 (z perspektywą do 2030 r) [22], w Strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Lubelskiego Obszaru Funkcjonalnego [12], projekcie Planu Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Lubelskiego [23], Regionalnej Polityki Miejskiej Województwa Lubelskiego [60] oraz Diagnozie prospektywnej województwa lubelskiego [46].

Na kształt metropolii lubelskiej ma również wpływ program operacyjny Polska Wschodnia 2014-2020 [59] oraz związana z nim Strategia Rozwoju Polski Wschodniej 2020 [13]. Dla obszaru metropolitalnego, samorząd województwa ma obowiązek uchwalania planu zagospodarowania przestrzennego jako części planu zagospodarowania województwa zgodnie z art. 39 ust. 6 Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [19].

Atlas geologiczno-inżynierski Lublin-Świdnik może stanowić podstawę aktualizacji studium kierunków i uwarunkowań zagospodarowania przestrzennego oraz planu zagospodarowania przestrzennego województwa lubelskiego, Lubelskiego Obszaru Metropolitalnego, miast Lublin i Świdnik oraz gmin Głusk, Jastków, Konopnica, Mełgiew, Niedrzwica, Niemce i Wólka.

Na analizowanym obszarze najbardziej zaludnione są miasta Lublin (339,7 tys. mieszkańców) oraz Świdnik (39,3 tys. mieszkańców). Liczba mieszkańców w gminach objętych opracowaniem arkusza to: gmina Głusk – 11,1 tys., Jastków - 14,0 tys., Konopnica - 13,8 tys., Mełgiew – 9,8 tys., Niedrzwica – 11,9 tys., Niemce – 19,5 tys. i Wólka – 12,2 tys. Należy pamiętać, że dla gmin Jastków, Konopnica, Mełgiew, Niedrzwica i Niemce opracowanie obejmuje tylko częściowo obszar gmin, więc ilość mieszkańców będzie odpowiednio niższa. Powyższe dane zostały zestawione z Rocznika Demograficznego 2019 przygotowanego przez GUS [61].

Obszar opracowania posiada dobrze rozwiniętą infrastrukturę drogową. Lublin otacza droga ekspresowa S19, pełniąca rolę obwodnicy. Jest ona połączona z drogą ekspresową S12 Warszawa-Lublin-Chełm będącą głównym szlakiem komunikacyjnym dla transportu międzywojewódzkiego. Istotną rolę komunikacyjną pełni również kolej (linia kolejowa nr 7 Warszawa Wschodnia Osobowa – Dorohusk, linia kolejowa nr 30 Łuków-Lublin Północny, linia kolejowa nr 67 Lublin-Świdnik oraz linia kolejowa nr 68 Lublin-Przeworsk). Ponadto, w Świdniku, 10 km od centrum Lublina, zlokalizowany jest Port Lotniczy Lublin-Świdnik a w Radawcu Dużym, ok. 20 km od centrum Lublina zlokalizowane jest cywilne lotnisko sportowe Aeroklubu Lubelskiego Lublin-Radawiec.

Dokumentowany obszar jest zalesiony w ok. 10%. Warto wymienić cztery duże kompleksy leśne znajdujące się na terenie Atlasu: Las „Stary Gaj" w zachodniej części miasta Lublin, Las Dąbrowa w południowej części miasta Lublin, Las Rejkowizna w zachodniej części miasta Świdnik i Las Poszpitalny na północ od Portu Lotniczego w Świdniku. Kompleksy te pełnią funkcję ekologiczną i rekreacyjną dla aglomeracji lubelskiej i są objęte obszarem tzw. „zielonego pierścienia Lublina i Świdnika" zawartego w Planie Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Lubelskiego, opisanego w Studium Urbanizacji Lubelskiego Obszaru Metropolitalnego.

Na dokumentowanym obszarze, w sąsiedztwie cmentarza komunalnego „Majdanek" zlokalizowane jest Państwowe Muzeum na Majdanku – Niemiecki Nazistowski Obóz Koncentracyjny i Zagłady, zajmujące obszar około 90 ha.

Pozostałą powierzchnię opracowania stanowią użytki rolne (ok. 40%), obszary zurbanizowane oraz nieużytki. W części południowej miasta Lublin teren został zagospodarowany pod zbiornik retencyjno-rekreacyjny na Bystrzycy (Jezioro Zemborzyckie) o powierzchni 2,78 km^2.

Lokalne władze chcąc ożywić gospodarkę regionu powołały dwie strefy ekonomiczne. Na obszarze miasta Lublin istnieje Specjalna Strefa Ekonomiczna Euro-Park Mielec [10]. Zajmuje ona wschodnią część miasta pomiędzy ul. Grygowej a ul. Brzegową oraz pomiędzy Drogą Męczenników Majdanka, a ul. Hessa. Na obszarze miasta Świdnik istnieje natomiast Strefa Aktywności Gospodarczej, rozciągająca się między ul. Kolonijną, a Portem Lotniczym, oraz między ul. Żwirki i Wigury i ul. Mełgiewską.

4. Formy ochrony przyrody, strefy ochronne i działalność górnicza na obszarze badań

4.1. Formy ochrony przyrody

Na obszarze badań Atlasu geologiczno-inżynierskiego Lublin-Świdnik znajdują się liczne formy ochrony przyrody, które w częściowo, bądź w całości znajdują się w granicach opracowania. Należą do nich:

- Obszary Natura 2000 (SOO):
    - PLH060021 – Świdnik (obszar na południowy - zachód od Portu Lotniczego)
    - PLH060096 – Bystrzyca Jakubowska (dolina rzeczna Bystrzycy między Jakubowicami Murowanymi, a Bystrzycą)
- Obszary Chronionego Krajobrazu :
    - PL.ZIPOP.1393.OCHK.316 – Czerniejowski Obszar Chronionego Krajobrazu (częściowo, od lasu „Stary Gaj", przez Jezioro Zemborzyckie, Las Dąbrowa do wsi Prawiedniki, Głuszczyzna i Majdan Mętowski)
    - PL.ZIPOP.1393.OCHK.83 – Obszar Chronionego Krajobrazu Dolina Ciemięgi (częściowo od miejscowości Łagiewniki do Łysakowa; oraz niewielkie fragmenty w miejscowościach Dys, Dys-Bernatówka i Marysin).
- Rezerwat Przyrody: Stasin (zachodnia część miasta Lublin, na obszarze lasu „Stary Gaj")

Warto również wspomnieć o istnieniu w niewielkiej odległości (ok. 5-6 km) od terenu badań 4 Parków Krajobrazowych: Kazimierski PK, Kozłowiecki PK, Krzczonowski PK i Nadwieprzański PK.

Zgodnie z §1 i §2 rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r., wraz z późniejszymi zmianami, w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonanie wymaga uzyskania koncesji [6], lokalizację obszaru zamierzonych prac geologicznych przedstawiono na tle Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 (zał. 3).

Większość projektowanych otworów badawczych zlokalizowanych jest poza obszarami chronionymi. 133 punkty badawcze znajdują się na obszarach chronionego krajobrazu natomiast 11 punktów znajduje się na obszarach Natura 2000. Dwa z tych punktów (P19-0798 oraz P19-0800) zlokalizowane są na obszarze PLH060021 Świdnik natomiast pozostałe punkty znajdują się na obszarze PLH060096 Bystrzyca Jakubowska. W załączniku 6 znajduje się informacja na temat zlokalizowania poszczególnych otworów na obszarach chronionych.

4.2. Strefy ochronne ujęć wód

Projektowane roboty geologiczne znajdują się poza obszarami stref ochronnych ujęć wód podziemnych. Granica obszaru badań sąsiaduje bezpośrednio z granicą strefy ochrony pośredniej ujęcia „Wierzchowiska" w gminie Mełgiew (powiat świdnicki) zlokalizowanej poza obszarem badań.

4.3. Działalność górnicza

Na obszarze Atlasu geologiczno-inżynierskiego Lublina-Świdnika zgodnie z bazą danych MIDAS (stan na 19.03.2020 r.) znajdują się złoża wskazane w tabeli 1. Dla dwóch z nich zostały ustanowione tereny i

obszary górnicze. Poza tym na analizowanym obszarze znajduje się także podziemne składowisko odpadów płynnych Świdnik z ustanowionym terenem i obszarem górniczym (Tab. 1).

Tab. 1 Wykaz złóż na obszarze Atlasu geologiczno-inżynierskiego Szczecina wg MIDAS (stan na 19.03.2020 r.)

ID złoża	Nazwa złoża	Kopalina	Powierzchnia [m2]	Obszar górniczy	Teren górniczy
1265	Żulin	SUROWCE ILASTE D/P KRUSZYWA LEKKIEGO	254034		
7667	Mętów I	KRUSZYWA NATURALNE	5095		
6160	Radawiec Duży	KRUSZYWA NATURALNE	2398		
7795	Cienista	KRUSZYWA NATURALNE	21681		
7576	Rudnik I	SUROWCE ILASTE CERAMIKI BUDOWLANEJ	6700		
7708	Łuszczów IX	KRUSZYWA NATURALNE	8594		
3496	Zemborz.-Prawiedniki	KRUSZYWA NATURALNE	21767		
3496	Zemborz.-Prawiedniki	KRUSZYWA NATURALNE	21203		
7812	Radawiec Duży II	KRUSZYWA NATURALNE	71171		
16870	Łuszczów XIII	KRUSZYWA NATURALNE	9203		
9193	Wilczopole I	KRUSZYWA NATURALNE	6095		
7711	Łuszczów V	KRUSZYWA NATURALNE	9394		
7711	Łuszczów V	KRUSZYWA NATURALNE	17580		
7703	Turka	KRUSZYWA NATURALNE	12667		
4760	Ciecierzyn 1	GAZY ZIEMNE	2052370	Ciecierzyn	Ciecierzyn
4760	Ciecierzyn 2	GAZY ZIEMNE	2087687		
4760	Ciecierzyn 3	GAZY ZIEMNE	1655122		
14358	Łuszczów XII	KRUSZYWA NATURALNE	19005		
6410	Kamień	WAPIENIE I MARGLE PRZEM. WAPIENNICZEGO	14670		
6170	Łuszczów Pod-Kijany	KRUSZYWA NATURALNE	34555		
9953	Turka IV	KRUSZYWA NATURALNE	9638		
2122	Dębówka	SUROWCE ILASTE CERAMIKI BUDOWLANEJ	85630		
1261	Dębówka	SUROWCE ILASTE D/P KRUSZYWA LEKKIEGO	268392		
2121	Płouszowice	SUROWCE ILASTE CERAMIKI BUDOWLANEJ	122823		
3495	Zemborzyce	KRUSZYWA NATURALNE	41076		
3495	Zemborzyce	KRUSZYWA NATURALNE	64723		
3495	Zemborzyce	KRUSZYWA NATURALNE	38422		
7420	Mełgiew A i Mełgiew B	GAZY ZIEMNE	22788733	Mełgiew	Mełgiew
7860	Zakątek	SUROWCE ILASTE CERAMIKI BUDOWLANEJ	8352		
8587	Turka II	KRUSZYWA NATURALNE	9292		
9467	Turka III	KRUSZYWA NATURALNE	9937		
7670	Dominów I	KRUSZYWA NATURALNE	25289		
9189	Łuszczów X	KRUSZYWA NATURALNE	11313		
7228	Łuszczów III	KRUSZYWA NATURALNE	19603		
6178	Łuszczów	KRUSZYWA NATURALNE	23126		
7709	Łuszczów VIII	KRUSZYWA NATURALNE	18139		
7808	Łuszczów VI	KRUSZYWA NATURALNE	4656		
7241	Łuszczów II	KRUSZYWA NATURALNE	23171		
7710	Łuszczów VII	KRUSZYWA NATURALNE	10618		
8586	Turka I	KRUSZYWA NATURALNE	9173		

Część otworów wiertniczych (52 punkty) zlokalizowanych jest na obszarach górniczych związanych z eksploatacją gazu ziemnego. 17 punktów zlokalizowanych jest na obszarze górniczym Ciecierzyn, natomiast 35 otworów zlokalizowanych jest na obszarze górniczym Mełgiew. Informacje na temat lokalizacji poszczególnych otworów na obszarach górniczych zawiera załącznik nr 6.

Dla otworów zlokalizowanych na obszarach górniczych należy opracować plany ruchu zakładu górniczego i przedłożyć do zatwierdzenia właściwemu dla miejsca wykonywania robót geologicznych organowi nadzoru górniczego zgodnie z przepisami art. 108 ustawy Prawo geologiczne i górnicze [20].

5. Wizja lokalna terenu badań

Wizja lokalna została przeprowadzona w lutym 2020 roku przez pracowników Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego.

Wizja miała na celu ogólne zapoznanie się z terenem badań, ocenę dostępności terenu pod kątem wykonania badań terenowych oraz zebranie danych o terenie. Wizja lokalna była podstawą do zaprojektowania lokalizacji punktów dokumentacyjnych.

W ramach wizji lokalnej zidentyfikowano w szczególności nowe elementy topograficzne nieuwzględnione na mapach pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego, obszary zamknięte lub przeszkody terenowe uniemożliwiające wykonanie badań. Ponadto dokonano wstępnej identyfikacji obszarów występowania wód powierzchniowych i podmokłości (Fot. 1), obszarów potencjalnie zagrożonych osuwiskami oraz obszary silnie przekształcone w wyniku działalności człowieka m.in. Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego „PZL- Świdnik", a także Port Lotniczy Lublin.

Charakterystyczną jednostką geomorfologiczna na której projektowane są roboty geologiczne jest pokrywa lessowa na Płaskowyżu Nałęczowskim (Fot. 2). Podczas wizji lokalnej zostało zinwentaryzowane odsłonięcie lessów w pobliżu otworu badawczego L190002 (Fot. 3). Dojazd do projektowanych punktów dokumentacyjnych odbywać się będzie głównie drogami lokalnymi i leśnymi. W przypadku wierceń wykonywanych na polach uprawnych czas wiercenia należy dostosować w taki sposób, aby zminimalizować straty w uprawach rolniczych.

Fot. 1 Dolina Bystrzycy w okolicach projektowanego otworu badawczego L190023 (fot. K. Wasilewski)

Fot. 2 Obszar rolniczy na wysoczyźnie lessowej (fot. K. Wasilewski)

Fot. 3 Naturalne odsłonięcie lessów w pobliżu projektowanego sondowania statycznego sCPTU (L190002). (fot. K. Wasilewski)

6. Charakterystyka budowy geologicznej terenu badań

6.1. Analiza materiałów archiwalnych

Dla obszaru objętego robotami geologicznymi zebrano informacje archiwalne dotyczące: dokumentacji geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, złożowych i innych znajdujących się w Narodowym Archiwum Geologicznym w Warszawie. Dodatkowo przeanalizowano dane, zebrane z dokumentacji geologicznych i geotechnicznych, pochodzące z archiwum geologa wojewódzkiego województwa lubelskiego, a także z dokumentacji geologicznych i geotechnicznych pochodzących z prywatnych przedsiębiorstw działających na omawianym obszarze i pozyskanych dzięki właścicielom firm takich jak m.in. GeoNep – Geotechnika Nepelski Chymosz Sp. J. oraz Przedsiębiorstwa Usługowego Geotech Zyga Tadeusz.

W trakcie analizy materiałów archiwalnych posłużono się również otworami z innych, przywołanych w literaturze opracowań o charakterze doradczo-eksperckim oraz przeanalizowano Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego przekazane przez Urzędy Gmin. Dodatkowo uwzględniono również położenie terenu badań na tle map seryjnych w skali 1:50 000, opracowywanych i koordynowanych przez PIG–PIB : MGśP – Mapa geośrodowiskowa Polski (zał. 3), SmgP – Szczegółowa mapa geologiczna Polski (zał. 4), MhP – Mapa hydrogeologiczna Polski (zał. 5). Poza ujęciem syntetycznym poszczególnych zagadnień, mapy te zawierają szereg informacji dotyczących warunków hydrogeologicznych, budowlanych i stanu środowiska naturalnego.

Dane archiwalne dotyczące przedmiotowego obszaru badań, które zostały zebrane są niewystarczające, przede wszystkim ze względu na ich nierównomierne rozmieszczenie. Mimo znacznej liczby archiwalnych otworów badawczych, na terenie opracowania znajdują się strefy nieudokumentowane lub o niewystarczającym stopniu udokumentowania. Dla prawidłowej analizy szeroko rozumianych warunków geologicznych istnieje potrzeba uszczegółowić wiedzę w miejscach słabo rozpoznanych, co jest podstawą do wykonania robót geologicznych.

Wykaz materiałów źródłowych zestawiono w rozdziale 13, natomiast wykaz materiałów archiwalnych w załączniku 8.2.

Lokalizację archiwalnych punktów dokumentacyjnych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:10 000 na podkładzie mapy topograficznej pozyskanej z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (zał. 2), natomiast wykaz punktów archiwalnych przedstawiono w formie tabeli (zał. 8.1).

6.2. Geomorfologia i hydrografia

Obszar Atlasu Geologiczno-Inżynierskiego Lublin-Świdnik położony jest w obrębie megaregionu Pozaalpejskiej Europy Środkowej (wg podziału Solona et al., 2018 [64]). Obszar znajduje się w dwóch prowincjach: Wyżyn Polskich, podprowincja Wyżyna Lubelsko-Lwowska (większość opracowania) i Niżu Środkowoeuropejskiego, podprowincja Niziny Środkowopolskie (północna część opracowania – wsie Pliszczyn i Bystrzyca) oraz dwóch megaregionów: Wyżyna Lubelska (większość opracowania) i Nizina Południowopodlaska (północna część opracowania – wsie Pliszczyn i Bystrzyca).

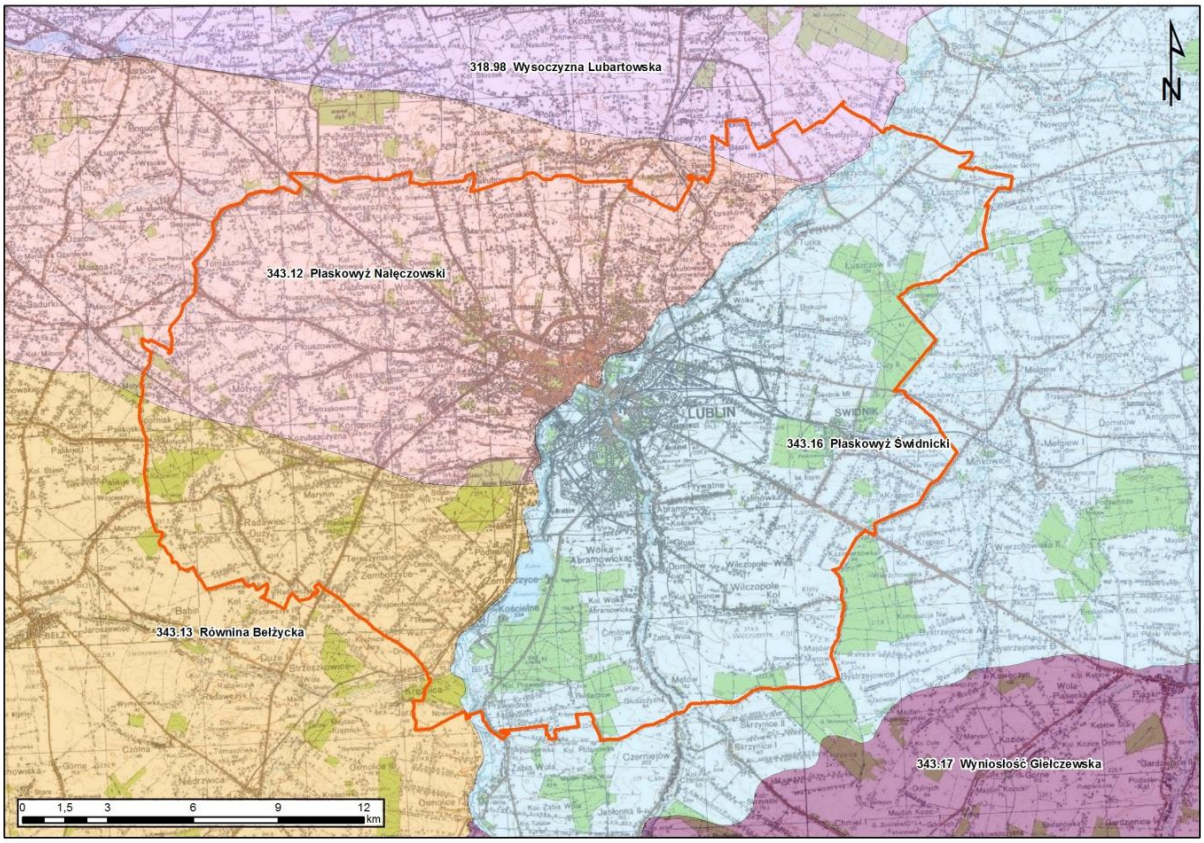
Obszar jest również podzielony na szereg mezoregionów (Rys. 3):

- Wysoczyzna Lubartowska (318.98),
- Płaskowyż Nałęczowski (343.12),

- Równina Bełżycka (343.13),
- Płaskowyż Świdnicki (343.16).

Teren opracowania został ukształtowany w czasie zlodowaceń plejstoceńskich oraz współczesnej działalności rzecznej [67], a na jego obszarze występują liczne formy geomorfologiczne, które można podzielić pod względem genetycznym na:

- glacjalne: wysoczyzny morenowe faliste, głazy narzutowe,
- eoliczne: wydmy, równiny piasków przewianych, pokrywy pyłowe, pokrywy lessowe, długie stoki,
- fluwialne: dna dolin rzecznych, tarasy akumulacyjne zalewowe, tarasy erozyjno-akumulacyjne, krawędzie i stoki wysoczyzny, krawędzie i stoki tarasów, dolinki, starorzecza świeże, suche doliny, stożki napływowe,
- denudacyjne: równiny denudacyjne, powierzchnie pedymentu, pagórki morenowe, powierzchnie zrównań, progi denudacyjne, zagłębienia bezodpływowe,
- krasowe: werteby, leje krasowe,
- biogeniczne: równiny torfowe,
- erozyjne: wąwozy lessowe,
- antropogeniczne: wały przeciwpowodziowe, nasypy, groble, wcięcia kolejowe i drogowe.



Rys. 3 Obszar Atlasu na tle podziału regionalnego Polski [64]

Wysokości bezwzględne terenu oscylują między 157 m n.p.m. w dolinie Bystrzycy do 254 m n.p.m. na wzgórzach lessowych w okolicach wsi Motycz. Największe deniwelacje terenu odnotowano w dolinach rzecznych przecinających pokrywy lessowe, które czasami przekraczają 40 m. Spadki w dolinach rzecznych w lessach sięgają powyżej 40° ().

W części zachodniej i północno-zachodniej obszaru dominują pokrywy lessowe z głęboko wciętymi dolinami rzecznymi Ciemięgi i Czechówki. W ich obrębie opisano liczne niewielkie zagłębienia bezodpływowe. Na południe od Konopnicy rozpoznano formy denudacyjne: równiny akumulacji proluwialnej oraz powierzchnie zrównań. Jedyną zaobserwowaną wysoczyzną morenową (falistą) jest zaobserwowana na północny-zachód od miejscowości Bystrzyca (północna część opracowania).

W części wschodniej przeważają formy pochodzenia rzecznego oraz denudacyjnego. Dolina rzeki Bystrzycy obejmuje 3 tarasy akumulacyjne i akumulacyjno-erozyjne, a także krawędzie i stoki. Wyróżnione zostały również rozległe powierzchnie zrównań oraz powierzchnie pedymentu. W dolinie rzeki Czerniejówki udokumentowano również suche doliny oraz stożki napływowe. W okolicach wsi Świdniczek, Świdnik Mały i Świdnik Duży spotkać można również formy krasowe – werteby i leje.

W dolinach rzek udokumentowano również równiny torfowe.

Wśród zasobów przyrodniczych, szczególną uwagę znajdują zasoby wód powierzchniowych i podziemnych. System hydrograficzny jest rozbudowany, a w jego obręb wchodzą rzeki Bystrzyca, Czerniejówka, Czechowka i Ciemiega oraz jezioro Zemborzyckie. Stwarzają one liczne walory krajobrazowe, przekładające się na rozwój turystyki i lokalnej rekreacji.

Teren badań znajduje się w dorzeczu Wisły. Głównym ciekiem odprowadzającym wodę jest Bystrzyca (dopływ Wieprza) płynąca z NW na SE przez cały arkusz. Do niej wpadają mniejsze rzeki: Ciemięga, Czechówka i Czerniejówka. Według mapy zagrożenia podtopieniami (Nowicki et al. 2007). obszar jest zagrożony okresowym wylewem wód w obrębie tarasu zalewowego rzeki Bystrzycy (poniżej jeziora Zemborzyckiego).

Ważnym akwenem z punktu widzenia aglomeracji jest jezioro Zemborzyckie. Jest to zbiornik sztuczny, który pierwotnie powstał z myślą o retencji wód Bystrzycy. Obecnie pełni on również funkcję rekreacyjną dla mieszkańców Lublina i okolic.

6.3. Budowa geologiczna i przewidywane profile geologiczne

Opis budowy geologicznej w głównej mierze oparto na arkuszach i objaśnieniach do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 [arkusze: Bełżyce (748), Lublin (749), Łęczna (750), Niedrzwica (785) i Bychawa (786)] [67], a także na literaturze przedmiotu [48][43][44][50].

Obszar opracowania znajduje się na platformie wschodnioeuropejskiej, w strefie synklinorium kościerzyńsko-puławskim, w obrębie rowu mazowiecko-lubelskiego, wieku asturyjskiego [68]. Interesującą koncepcję budowy przyniosły badania z ostatnich lat [43] ujęte w „Atlasie Geologicznym Polski". Zakładają one przesunięcie granicy orogenu waryscyjskiego na wschód i wprowadzenie hipotezy budowy o charakterze brzeżnego pasma fałdowo-nasuwczego dla obszaru „rowu lubelskiego" oraz zaktualizowaną nazwę „radomsko-lubelskie pasmo fałdowo-nasuwcze" ([43][51]).

Najstarszymi stwierdzonymi utworami na obszarze są piaskowcowe osady dewonu dolnego – pragu-emsu [old red] i zalegają w głębokim podłożu na głębokości ok. 5000 m p.p.t. W bezpośrednim kontakcie z najstarszymi warstwami leżą warstwy sklasyfikowane na wiek dewon środkowy – karbon górny i

znajdują się na głębokości od 4800 do 600-700 m p.p.t. [44]. Schemat budowy geologicznej analizowanego obszaru przedstawiono na rysunku (Rys. 4).

Powyżej zalegają utwory jurajskie o łącznej miąższości 230-364 m w części zachodniej, 105-250 m w części wschodniej. Reprezentowane są przez piaskowce, wapienie, dolomity oraz margle udokumentowane w głębokich otworach dokumentacji archiwalnej.

Warstwy kredy występują na całym analizowanym obszarze. Podobnie jak utwory jury ich miąższość maleje z zachodu na wschód (od 1200-1400 na zachodzie do 700 m na wschodzie). Margle i opoki i gezy mastrychtu mają swoje wychodnie na powierzchni wzdłuż doliny Bystrzycy i we wschodniej części arkusza. W morfologii terenu margle zaznaczają się obniżeniami, często o rzeźbie krasowej, natomiast opoki tworzą wzgórza.

Powierzchnię ponadmezozoiczną tworzą osady paleogenu, które reprezentują gezy, piaskowce, iły mułki i piaski paleoceny dolnego. Występują na powierzchni terenu w rejonie Zemborzyc, a także w dolinach rzek Czechówki, Czerniejówki, Bystrej. Miąższość tych osadów dochodzi do 40 m. Piaskowce paleoceńskie występują powszechnie jako otoczaki w aluwiach odcinków Czechówki.

Powyżej zalegają mioceńskie piaski kwarcowe oraz mułki, iły, piaski i węgiel brunatny. Odsłaniają się w małych wyrobiskach niedaleko Radawca Małego.

Wspomnieć należy również o utworach wieku preplejstoceńskiego. Występują one w dolinie Bystrzycy jako żwiry, piaski rzeczne, mułki jeziorne i gliny/iły z rumoszem deluwialnym o miąższości do kilkunastu metrów. Gdzieniegdzie w spągu płaskowyżu nałęczowskim można spotkać warstwę glin piaszczystych i piasków eluwialno-deluwialnych (miąższości 5-10 m).

Osady czwartorzędu na analizowanym obszarze posiadają zróżnicowaną miąższość i profil litologiczno-facjalny. Największe miąższości notują pokrywy lessowe (do 60-70 m), najmniejsze wśród osadów zalegających bezpośrednio na kredowych wzgórzach. Na omawianym terenie w profilu osadów plejstocenu wydziela się przede wszystkim osady lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe zlodowaceń: Narwi, Sanu I, Sanu II, Odry, Warty, Wisły oraz trzech okresów interglacjalnych: augustowskiego, ferdynandowskiego i eemskiego.

Osady zlodowaceń południowopolskich reprezentowane są przez utwory lodowcowe i limniczne. W spągu są to zazwyczaj gliny zwałowe, miejscami przykryte przez mułki i piaski jeziorne (interglacjał Ferdynandowski) – udokumentowano je w Jastkowie, Motyczu, Radawcu Dużym, Łuszczowie, Nowym Krępcu oraz w podcięciu prawego zbocza skarpy Bystrzycy. Miąższości kompleksów gliniastych wynoszą ponad 30 m. Utwory te przykryte są piaskami ze żwirami wodnolodowcowymi, które udokumentowano w miejscowościach Jastków i Łuszczów, a także w dolinie Bystrzycy.

W trakcie interglacjału mazowieckiego na obszarze osadziły się warstwy piasków ze żwirami pochodzenia rzecznego, mułki i iły jeziorne oraz namuły torfiaste. Zaobserwowano je w okolicy Krępca w dolince Stawki.

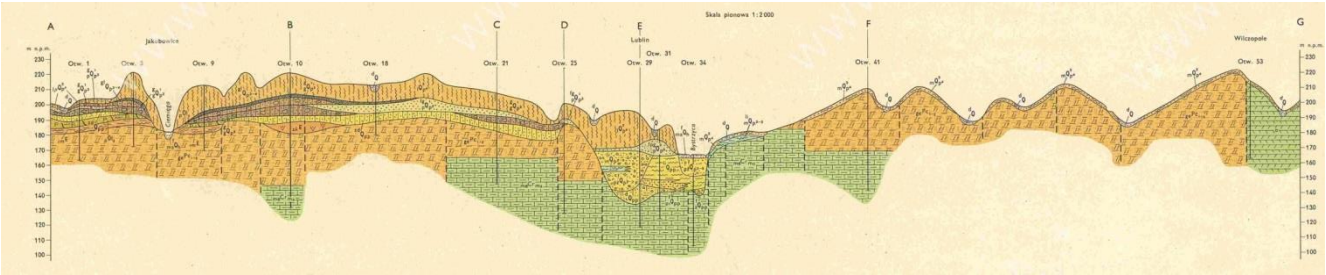
W okresie zlodowaceń środkowopolskich można wyróżnić osady pochodzące z dwóch zlodowaceń: Odry i Warty. Wykształcone są głównie w postaci piasków i mułków zastoiskowych, glin zwałowych, piasków ze żwirami wodnolodowcowymi oraz piasków z wkładkami żwirów rzeczno-peryglacjalnych (utwory te udokumentowano w części zachodniej - Radawiec Duży, Motycz, Wola Sławińska, Węglinek oraz wschodniej – prawe zbocze Bystrzycy, międzymorenowa warstwa na płaskowyżu nałęczowskim). Wydzielono również gliny zwałowe, które tworzą ciągły pokład w spągu lessu płaskowyżu nałęczowskiego przewarstwiając się wzajemnie z piaskami lodowcowymi. Piaski ze żwirami kredowymi

rzeczno-peryglacjalne tworzą prawe zbocze Bystrzycy i lewe Czerniejówki (głównie taras nadzalewowy oraz cokół tarasu erozyjno-akumulacyjnego).

W interglacjale eemskim obserwowanymi warstwami są gleby kopalne o niewielkich miąższościach. Zaobserwowano je w okolicach miejscowości Babin i kol. Węglinek. Wydzielono również warstwę piasków i piasków ze żwirami rzecznymi, które zostały przewiercone pod pokrywą lessową.

Osady najmłodszego zlodowacenia północnopolskiego rozpoznano praktycznie na całym analizowanym terenie. Najszerzej rozpowszechnione są różnego typu pyły. W części zachodniej dominują lessy i lessy piaszczyste, które tworzą Płaskowyż Nałęczowski wraz z wierzchowiną oraz budują równinę Bełżycką występując w postaci płatów. W części wschodniej pyły, mułki/pyły piaszczyste i piaski pyłowate lessopodobne pokrywają wzgórza gez i opok występując w cienkich płatach (na równinie bełżyckiej, wyniosłości giełczewskiej, płaskowyżu świdnickim a także w Zemborzycach i Wólce). Osady zlodowacenia Wisły obserwowane są również w dolinach rzek Bystrzycy, Ciemięgi, Czerniejówki i Czechówki, w których są wykształcone jako piaski i mułki na tarasach nadzalewowych oraz piaski rzeczno-peryglacjalne (w Łuszczowie).

Na podstawie analizy materiałów archiwalnych można stwierdzić, że przewidywane profile geologiczne będą zróżnicowane w zależności od lokalizacji. W dolinach rzecznych będą występowały grunty organiczne (torfy namuły) oraz piaski, żwiry i mady rzeczne. We wschodniej części obszaru spodziewane jest płytkie występowanie podłoża skalnego (gezy, wapienie, opoki, margle itp.) natomiast w zachodniej części obszaru będą dominowały profile zbudowane z lessów i gruntów lessopodobnych. Przewidywane profile geologiczne zamieszczono w załączniku 7.



Rys. 4 Przekrój geologiczny A-G, Szczegółowa mapa geologiczna Polski, ark. Lublin (749) [67]

6.4. Warunki hydrogeologiczne

Charakterystykę głównych pięter i poziomów wodonośnych oparto na analizie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (zał. 5) wraz z objaśnieniami oraz Map Geośrodowiskowych Polski (arkusze: Bełżyce - 748, Lublin - 749, Łęczna – 750 , Niedrzwica – 785, Bychawa - 786) [53][54]. Warunki hydrogeologiczne przedstawiono na rysunku (Rys. 5).

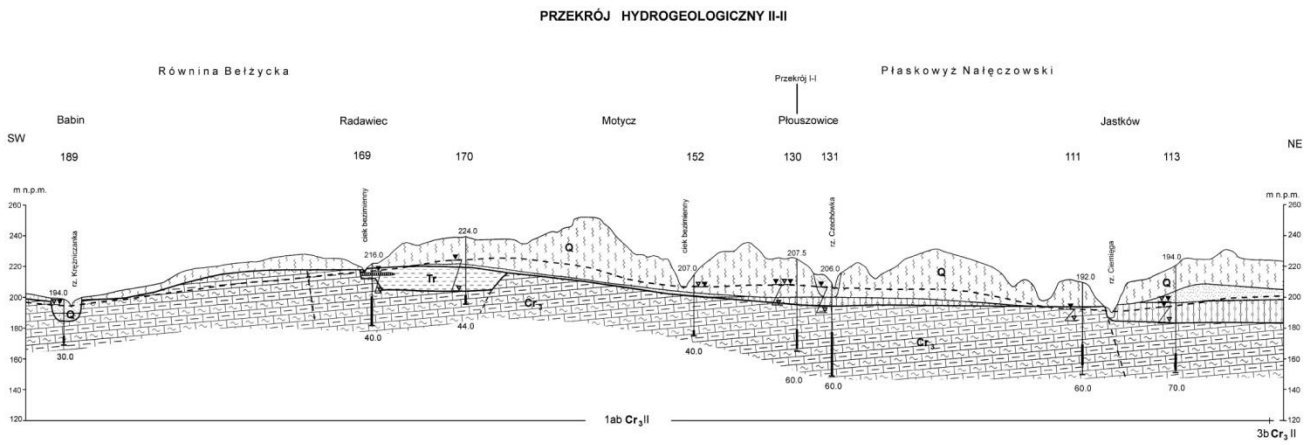
Według atlasu hydrogeologicznego Polski obszar opracowania znajduje się w obrębie regionu IX lubelsko-podlaskiego, makroregionie centralnym. Obszar atlasu znajduje się w obrębie górnokredowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 406 – Niecka lubelska (Lublin), wymagającego najwyższej (ONO) i wysokiej (OWO) ochrony.

Zawodnienie osadów czwartorzędowych zalegających w dnach dolin rzecznych oraz trzeciorzędowych wypełniających obniżenia na powierzchni skał węglanowych ma znaczenie wyłącznie lokalne i są wykorzystywane wyłącznie przez indywidualnych właścicieli. Lokalnie obserwowane jest również zawodnienie cienkich warstw piasków drobnoziarnistych zalegających na glinach zwałowych.

Występowanie wód w wodonośnej serii skalnej związane jest z szczelinowatością opok i gez wieku kreda górna – paleogen, który ze względu na podobne wykształcenie tworzy jeden użytkowy poziom wodonośny. Pomimo monotonnego profilu litologicznego charakteryzuje się strefowością zawodnienia (w zależności od właściwości mechanicznych masywu skalnego). Wykazuje wyraźną cykliczność sedymentacji (twarde odmiany margli i opok rozdzielane są warstwami miękkich margli ilastych, iłów i kredy piszącej). Występowanie w profilu miękkich wkładek powoduje, że spękania ciosowe mają zasięg pionowy. Sprawia to, że poziom wodonośny lokalnie rozdziela się na odrębne warstwy wodonośne, częściowo izolowane od siebie hydraulicznie. Postęp badań umożliwił podsumowanie zebranych informacji i przyjęcie, że istnieje jeden poziom wodonośny o charakterze szczelinowym. W większości obszaru zwierciadło ma charakter swobodny (wyjątkiem jest dolina Bystrzycy, gdzie zwierciadło jest napięte).

Naturalnym czynnikiem, który wpływa na dynamikę wód podziemnych jest występowanie w profilu warstw plastycznych, w których dochodzi do zaciśnięcia szczelin. Przejawia się to nieciągłościami powierzchni piezometrycznej. Zjawisko to występuje w całym profilu strefy zawodnienia, jednak uwidacznia się tylko w warstwach stropowych. Szczegółowe rozpoznanie kartograficzne, prowadzone w ramach lokalnych badań hydrogeologicznych, ujawniło wiele linii nieciągłości lustra wody o amplitudzie rzędu 3 – 12 m.

Na obszarze Lublina zaobserwowano również lej depresji. Spowodowany jest on silnym drenażem przez ujęcia wodne Lublina – w dolinie Czechówki (ujęcie „Sławinek”). Ich wpływ wyraża się zwiększonymi spadkami hydraulicznymi oraz nieciągłościami lustra wody. Rzeki na niektórych odcinkach utraciły swój drenujący charakter i płyną powyżej poziomu wód gruntowych.



Rys. 5 Przekrój hydrogeologiczny, Mapa hydrogeologiczna Polski ark. Bełżyce (748) [54]

6.5. Stopień skomplikowania warunków gruntowych

Zakres opracowania obejmuje teren z gruntami o różnej genezie i litologii. W granicach obszaru możemy wyróżnić kilka znaczących cech określających złożoność warunków geologicznych.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych [8], w oparciu o materiały archiwalne i informacje uzyskane podczas wizji lokalnej, stwierdza się na terenie badań występowanie wszystkich trzech typów stopnia skomplikowania warunków gruntowych.

Warunki skomplikowane występują na terenach związanych ze zjawiskami krasowymi (Świdnik Mały, Świdnik, Wólka, Krępiec, Janowice), oraz na terenach podmokłych i podatnych na podtopienia (w dolinie Bystrzycy, Czerniejówki, Czechówki, tereny na południe od Świdnika Małego). Skomplikowane warunki gruntowe związane są również z obecnością gruntów ekspansywnych i zapadowych, na arkuszu reprezentowane przez pokrywy lessowe we wschodniej i północno-wschodniej części arkusza (płaskowyż Nałęczowski, Równina Bełżycka). Właściwości lessów mają duży wpływ na realizację obiektów budowalnych, zagrożenie może stanowić ich osiadanie zapadowe i wrażliwość na zmiany wilgotności. Warunki skomplikowane występują również na terenach objętych zagrożeniem ruchami masowymi. Na obszarze opracowania są to zbocza doliny Czechówki, Ciemięgi, Bystrzycy oraz zbocza wąwozów lessowych. Zlokalizowano również aktywne osuwiska w Jakubowicach Murowanych i Motyczu.

Warunki złożone występują lokalnie w miejscu występowania gruntów mineralnych słabonośnych, organicznych i nasypów niekontrolowanych. Te warunki udokumentowano w dolinach rzecznych rzek Bystrzycy, Czerniejówki, Czechówki i Ciemięgi, gdzie występują miąższe warstwy gruntów organicznych.

Warunki proste występują w tarasach nadzalewowych doliny Bystrzycy, zbudowanych z glacjalnych i fluwioglacjalnych piasków drobnoziarnistych, średniozagęszczonych (okolice miejscowości Turka, Łuszczowa oraz w pobliżu zalewu Zemborzyckiego). Warunki uznano za proste w miejscach, gdzie występują grunty skalne zbudowane z opok i gez z większą zawartością krzemionki, dzięki czemu są odporniejsze na krasowienie (prawy brzeg Bystrzycy). Lokalnie występują płaty skonsolidowanych glin i wodnolodowcowych piasków ze żwirami w stanie zagęszczonym. Są to obszary o niewielkich spadkach terenu, bez udokumentowanych ruchów masowych i podtopień.

Dokładna charakterystyka warunków gruntowych zostanie przedstawiona w dokumentacji po wykonaniu projektowanych robót geologicznych.

7. Możliwości osiągnięcia celu robót geologicznych

Analiza materiałów archiwalnych oraz topografii terenu umożliwiła wybór lokalizacji punktów dokumentacyjnych i pozwoliła wstępnie ocenić złożoność warunków geologicznych.

Dla osiągnięcia celu, zaprojektowano wykonanie 1309 otworów wiertniczych o łącznym metrażu 8396 mb, które umożliwią rozpoznanie budowy geologicznej do głębokości od 6,0 do 30,0 m p.p.t.. W bezpośrednim sąsiedztwie 76 otworów wiertniczych zaprojektowano dodatkowo 1, 2 lub 3 typy sondowań, których szczegółowy opis umieszczono w rozdziale 7.2.

Zaprojektowane otwory wiertnicze będą przydatne do rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na terenach, dla których nie ma materiałów archiwalnych, bądź dane te są niewystarczające do opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego oraz przeprowadzenia analiz w środowisku GIS.

Podczas wizji terenowych sprawdzono możliwość wykonania robót geologicznych. W trakcie prac terenowych, w przypadku wystąpienia trudności z dostępem do terenu badań, lokalizacja otworu może ulec zmianie w zasięgu 10-25 m, nie może jednak przekroczyć granicy ewidencyjnej nieruchomości, na której punkt jest zlokalizowany.

Podczas typowania obszarów do rozpoznania i udokumentowania kierowano się następującymi kryteriami:

- miejscami występowania obszarów chronionych tak, aby planowane roboty nie wpłynęły szkodliwie na środowisko przyrodnicze,
- liczbą otworów archiwalnych na danym arkuszu mapy dokumentacyjnej,
- stopniem równomierności rozmieszczenia otworów archiwalnych,
- występowaniem obszarów o ograniczonym dostępie (zwarta zabudowa, gęste lasy, cmentarze, obszar muzeum na Majdanku, lotniska, zbiorniki wodne itp.),
- technicznymi możliwościami wykonania otworów badawczych.
- zapotrzebowaniem na próbki kategorii A, pierwszej klasy jakości 1, w celu określenia parametrów mechanicznych gruntów.

Wyniki projektowanych robót geologicznych wraz z ich interpretacją zostaną umieszczone w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej opracowanej zgodnie z §18 i §19 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [5]. Dodatkowo Atlas geologiczno-inżynierski Lublina-Świdnika, baza danych geologiczno-inżynierskich, baza danych właściwości fizycznych i mechanicznych gruntów i skał dostępne będą na stronie internetowej http://atlasy.pgi.gov.pl.

Lokalizację projektowanych punktów przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w skali 1:10 000 na podkładzie mapy topograficznej pozyskanej z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (zał. 2).

7.1. Prace wiertnicze

W ramach robót geologicznych na obszarze aglomeracji Lublin-Świdnik zaprojektowano 1309 otworów wiertniczych o łącznym metrażu 8396 mb o głębokości od 6 do 30 m p.p.t., w tym:

- 4 otwory wiertnicze zlokalizowane na poligonach badawczych, reprezentujących główne typy budowy geologicznej obszaru, do głębokości 30 m p.p.t. z poborem próbek kategorii A/1, o łącznym metrażu 120 mb,
- 111 otworów wiertniczych do głębokości 10 m p.p.t. z poborem próbek kategorii A1 w wybranych otworach i B/3-4 w każdym otworze, o łącznym metrażu 1110 mb,
- 1 otwór wiertniczy do głębokości 8 m p.p.t. z poborem próbek kategorii B/3-4, o łącznym metrażu 8 mb.
- 1193 otworów wiertniczych do głębokości 6 m p.p.t. z poborem próbek kategorii B/3-4, o łącznym metrażu 7158 mb.

Projektowana głębokość poszczególnych punktów zamieszczona jest w tabeli w załączniku 6. Dokładną lokalizację punktów dokumentacyjnych przedstawia Mapa sytuacyjno-wysokościowa na podkładzie mapy topograficznej wraz z naniesionymi obiektami ograniczającymi wykonywanie robót geologicznych, sporządzona na postawie danych i informacji pozyskanych z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego w skali 1:10 000 (zał. 2), zgodnie z §1 i §2 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji, wraz z późniejszymi zmianami [6].

Głębokość poszczególnych otworów została dostosowana do potrzeb wykonania map, przekrojów, mających wejść w zakres dokumentacji i atlasu geologiczno-inżynierskiego. Do określenia głębokości

punktów dokumentacyjnych wykorzystano dane z materiałów archiwalnych oraz uwzględniono morfologię terenu.

Za wyjątkiem poligonów badawczych, gdzie głębokość zaprojektowanych otworów wynosi 30 m p.p.t. oszacowany metraż wierceń może ulec zmianie. W przypadkach uzasadnionych osiągnięciem zamierzonego celu robót geologicznych, otwory mogą zostać spłycone lub przegłębione. Spłycenie może nastąpić w przypadku osiągnięcia litego podłoża skalnego lub zwietrzeliny. Przegłębienie może nastąpić w przypadku występowania na zaprojektowanej głębokości gruntów słabonośnych, tj.: gruntów organicznych, gruntów w stanie miękkoplastycznym lub gruntów problematycznych (np. lessów, nasypów, zwietrzelin itp.) do głębokości 2 m poniżej ich spągu, chyba, że miąższość tych utworów przekracza 10 m, wówczas otwór należy zakończyć po przewierceniu 10 m miąższości takich gruntów.

Oszacowany całkowity metraż wierceń może ulec zmianie ± 10 % w stosunku do planowanego, w zależności od napotkanych w trakcie wierceń warunków geologiczno-inżynierskich.

Prace wiertnicze oraz pobór prób należy prowadzić zgodnie z wymaganiami aktualnych norm PN-EN ISO 22475-1 oraz PN-EN 1997-2. W zależności od głębokości otworu, otwory wiertnicze należy wykonać w następujących technologiach wierceń:

- otwory o głębokości 30 m w technologii z ciągłym uzyskiem rdzenia:
    - wiercenie mechaniczne obrotowe rdzeniowane przy użyciu płuczki, a jeśli możliwe bez użycia płuczki, z wykorzystaniem potrójnej rdzeniówki (w przypadku gruntów twardoplastycznych, zwartych i półzwartych oraz skał dopuszcza się zastosowanie podwójnej rdzeniówki) przy ciągłym zabezpieczaniu otworu rurami osłonowymi, z możliwością pobierania prób gruntów:
        - kategorii A o klasie jakości 1 z rdzenia wiertniczego o średnicy próby nie mniejszej niż 90 mm i długości nie mniejszej niż 50 cm,
        - kategorii B o klasie jakości 3-4 z aparatu rdzeniowego (średnicy minimum 90 mm) o masie niemniejszej niż 2 kg dla gruntów gruboziarnistych i bardzo gruboziarnistych (niespoistych) do podwójnych worków plastikowych,
- otwory o głębokości 10 m bez konieczności ciągłego uzysku rdzenia:
    - wiercenie mechaniczne obrotowe lub udarowe z możliwością pobierania prób gruntów:
        - kategorii A o klasie jakości 1 za pomocą cienkościennych próbników o średnicy próby nie mniejszej niż 80 mm i długości nie mniejszej niż 60 cm,
        - kategorii B o klasie jakości 3-4 narzędziem wiertniczym o średnicy nie mniejszej niż 100 mm, o masie nie mniejszej niż 1 kg dla gruntów drobnoziarnistych (spoistych) i nie mniejszej niż 2 kg dla gruntów gruboziarnistych i bardzo gruboziarnistych (niespoistych) do podwójnych worków plastikowych,
- otwory o głębokości 6 m bez konieczności ciągłego uzysku rdzenia:
    - wiercenie mechaniczne obrotowe świdrem rurowym, spiralnym (rurowo-spiralnym) z możliwością pobierania prób gruntów:
        - kategorii B o klasie jakości 3-4 narzędziem wiertniczym o średnicy nie mniejszej niż 100 mm, o masie nie mniejszej niż 1 kg dla gruntów drobnoziarnistych

(spoistych) i nie mniejszej niż 2 kg dla gruntów gruboziarnistych i bardzo gruboziarnistych (niespoistych) do podwójnych worków plastikowych.

W sytuacjach wyjątkowych (brak możliwości dojazdu) dopuszcza się wykonanie wierceń obrotowych lub udarowych ręcznych.

Wiercenie w celu poboru prób, bez rur osłonowych może być wykonywane wyłącznie powyżej wody gruntowej. W przypadku nawiercenia wody podziemnej, należy zastosować techniki umożliwiające odcinanie poziomów wodonośnych w sposób zapewniający ich izolację. Przewidywane profile geologiczne i techniczne (konstrukcja otworu) projektowanych otworów wiertniczych, wraz ze wskazaniem przewidywanej lokalizacji miejsc popróbowania przedstawiono w załączniku 7.

W przypadku wierceń z ciągłym uzyskiem rdzenia wymaga się aby uzysk rdzenia wynosił:

- w gruntach drobnoziarnistych (spoistych) nie może być mniejszy niż 90%,
- w gruntach gruboziarnistych i bardzo gruboziarnistych (niespoistych, kamienistych) nie może być mniejszy niż 50%.

Decyzję o technologii wiercenia lub jego zmianie w trakcie wykonywania otworów, może w uzasadnionych przypadkach podejmować uprawniony geolog dozoru.

Podczas wiercenia należy prowadzić dokumentacje fotograficzną zawierającą w szczególności:

- fotografię miejsca wiercenia z widocznym urządzeniem wiertniczym, ujętym z większej odległości (z zapisaną datą, godziną wykonania oraz danymi georeferencyjnymi),
- fotografię opisanych skrzynek zawierających rdzeń wiertniczy (w przypadku otworów rdzeniowanych) z widocznym numerem punktu i głębokością poszczególnych przelotów,
- fotografię przewiercanych gruntów z widocznym numerem punktu i głębokością poszczególnych przelotów.

Opisy wykonanych otworów wiertniczych należy umieścić w kartach otworów, które będą zamieszczone zgodnie z instrukcją [62] w cyfrowej Bazie Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) oraz na stronie internetowej http://atlasy.pgi.gov.pl.

7.1.1. Dozór geologiczny

Podczas wykonywania robót wiertniczych należy zapewnić stały dozór geologiczny przez uprawnionego geologa, do którego obowiązków należeć będzie:

- przestrzeganie zgodności prowadzonych robót z projektem robót geologicznych,
- zmiana w uzasadnionych przypadkach techniki wiercenia i rodzaju sondowania w zależności od zastanych warunków gruntowo-wodnych,
- wykonanie opisu makroskopowego i klasyfikacji przewiercanych warstw gruntów zgodnie PN-EN ISO 14688-1 [30] oraz określanie symbolu gruntu zgodnie z wycofanymi Polskimi Normami PN-B-02480:1986 [26] i PN-B-04481:1988 [28],
- typowanie głębokości, pobieranie, zabezpieczanie i przechowywanie w odpowiednich warunkach rdzeni i prób gruntów kategorii A i B, klasy jakości 1-4,
- wykonywanie dokumentacji fotograficznej,

- prowadzenie w otworach wiertniczych pomiarów hydrogeologicznych polegających na pomiarze nawierconego oraz ustabilizowanego poziomu zwierciadła wody podziemnej, po czasie niezbędnym na jego stabilizację, tj. uzyskaniu 2-3 kolejnych odczytów nieróżniących się między sobą więcej niż 1-2 cm w odstępach co kilka minut,
- sporządzenie kart otworów oraz załączania do kart otworów wykonanej dokumentacji fotograficznej rdzeni wiertniczych,
- korygowanie na bieżąco lokalizacji i głębokości otworów, jeżeli wymagać tego będą warunki geologiczne,
- kontrola likwidacji wykonanych otworów wiertniczych.

7.1.2. Opis opróbowania otworów wiertniczych

Podczas wykonywania wierceń należy pobierać próby zgodnie z poniższym schematem opróbowania, zależnym od głębokości otworu:

Opróbowanie otworów 30 m

W przypadku wszystkich otworów o projektowanej głębokości 30 m wymaga się ciągłego uzysku rdzenia i udokumentowania całego otworu rdzeniami wiertniczymi układanymi w odpowiednio przygotowanych do tego celu skrzynkach. Każdą skrzynkę należy opisać: nazwą otworu, głębokością poszczególnych przelotów oraz sfotografować. Następnie z każdej napotkanej warstwy należy wybrać fragment rdzenia klasy A/1 i odpowiednio zabezpieczyć przed wpływem czynników atmosferycznych. Średnica próby nie może być mniejsza niż 90 mm.

W uzasadnionych przypadkach możliwy jest pobór prób kategorii B o klasie jakości 3-4 dla gruntów gruboziarnistych i bardzo gruboziarnistych (niespoistych) do podwójnych worków plastikowych

Opróbowanie otworów 10 m

W przypadku otworów o projektowanej głębokości 10 m należy z każdego otworu pobrać, co najmniej 1 próbę minimum klasy B/3-4 w taki sposób, aby każda warstwa występująca na danym obszarze została opróbowana. Oznacza to, że jeśli np. w dwóch sąsiednich otworach występują np. gliny i piaski, to z jednego otworu należy pobrać glinę, a z drugiego piasek. Średnica narzędzia wiertniczego umożliwiająca pobór prób klasy B/3-4 powinna wynosić minimum 100 mm.

Dodatkowo z otworów 10 m, z gruntów drobnoziarnistych (spoistych) wymaga się poboru ogółem 20-30 prób klasy A/1. Próby te należy pobrać w taki sposób aby każda typowa dla obszaru warstwa litologiczna gruntów była udokumentowana średnio 3-7 próbkami klasy A/1. Oznacza to, że jeśli na badanym obszarze występują np. iły, gliny, pyły, torfy, zwietrzeliny to z każdego z tych gruntów należy pobrać średnio po 5 prób klasy A/1. Średnica próbnika do poboru prób klasy A/1 powinna wynosić minimum 80 mm.

Opróbowanie otworów 6 m

W przypadku otworów o projektowanej głębokości 6 m należy z każdego otworu pobrać, co najmniej 1 próbę minimum klasy B/3-4 w taki sposób, aby każda warstwa występująca na danym obszarze została opróbowana. Oznacza to, że jeśli np. w dwóch sąsiednich otworach występują np. gliny i piaski, to z jednego otworu należy pobrać glinę, a z drugiego piasek. Średnica narzędzia wiertniczego umożliwiająca pobór prób klasy B/3-4 powinna wynosić minimum 100 mm. W przypadku wątpliwości, głębokość

pobrania próby należy uzgodnić ze zlecającym badania, który po analizie budowy geologicznej w rejonie badań może wskazać konkretną głębokość opróbowania.

Próby i rdzenie wiertnicze po pobraniu należy opisać, udokumentować fotograficznie, odpowiednio zabezpieczyć i przetransportować do laboratorium zgodnie z aktualną normą PN-EN ISO 22475-1:2006E [41], z wymogami jak dla próbek kategorii A klasy jakości 1 (A/1) lub kategorii B klasy jakości 3 lub 4 (B/3-4), a następnie poddać badaniom laboratoryjnym zgodnie z projektowanym zakresem badań podanym w rozdziale 7.5.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej [7], wszystkie pobrane próbki kwalifikują się jako próbki czasowego przechowywania i nie podlegają przekazaniu organowi administracji geologicznej. Próbki będą przechowywane do czasu zatwierdzenia dokumentacji przez właściwy organ administracji geologicznej.

7.1.3. Badania w czasie wykonywania otworów badawczych

Podczas wykonywania wierceń na bieżąco należy prowadzić opis i oznaczanie nazw i symboli gruntów wydobywanych z otworów wiertniczych zgodnie z aktualnymi normami PN-EN ISO 14688-1 [30] oraz określać symbol zgodnie z wycofanymi Polskimi Normami PN-B-04481:1988 [28] i PN-B-02480:1986 [26].

Wykonywać należy również pomiary i obserwacje zwierciadeł wód podziemnych, aż do momentu ustabilizowania się ich poziomu w otworze. Pomiar ten powinien polegać na pełnej stabilizacji zwierciadła, tj. uzyskaniu 2-3 kolejnych odczytów nieróżniących się między sobą więcej niż 1-2 cm w odstępach co kilka minut.

7.1.4. Sposób likwidacji otworów badawczych

Po wykonaniu wierceń, pobraniu prób gruntów, wykonaniu pomiarów hydrogeologicznych i geodezyjnych, otwory należy zlikwidować urobkiem uzyskanym z wiercenia zgodnie z pierwotnym profilem gruntowym. W przypadku braku urobku likwidację należy przeprowadzić poprzez zasypanie otworu materiałem o podobnej lub mniejszej przepuszczalności, w razie konieczności mieszaniną iłowo-cementową. Schemat likwidacji otworu przedstawiono w załączniku 7. Teren, na którym było wykonywane wiercenie należy uporządkować i sfotografować.

7.2. Badania i pomiary specjalne. Sondowania

W bezpośrednim sąsiedztwie 76 otworów wiertniczych zaprojektowano dodatkowo 1 lub 2 lub 3 typy sondowań, w zależności od warunków geologicznych. Decyzję o rodzaju sondowania podejmować będzie każdorazowo geolog dozorujący sondowania po analizie wyników prac wiertniczych.

Głębokość sondowań będzie uzależniona od zastanych warunków gruntowo-wodnych lecz nie przekroczy projektowanej głębokości sąsiadujących z nimi projektowanych otworów badawczych. Sondowania będą wykonywane w odległości minimum 25 razy większej niż średnica projektowanego otworu badawczego, lecz nie większej niż 3 m od osi otworu.

Na 4 poligonach badawczych w sąsiedztwie każdego otworu wiertniczego o głębokości 30 m p.p.t. zaprojektowano 3 typy sondowań: sondę statyczną z pomiarem ciśnienia wody w porach (CPTU) z możliwość dodatkową końcówką sejsmiczną (SCPTU), sondowanie dylatometryczne z możliwą dodatkową końcówką sejsmiczną (SDMT) oraz sondę dynamiczną (DP). Dopuszcza się rezygnację z

wybranego typu sondowania w zależności od profilu litologicznego stwierdzonego w otworze wiertniczym.

W sąsiedztwie 25 otworów wiertniczych, z uwagi na spodziewaną przewagę gruntów gruboziarnistych (niespoistych) lub zwietrzelin zaprojektowano wyłącznie sondowanie dynamiczne, w tym bardzo ciężkie sondowanie dynamiczne (DPSH), ciężkie sondowanie dynamiczne (DPH), średnie sondowanie dynamiczne (DPM) i lekkie sondowanie dynamiczne (DPL) dobrane w zależności od planowanej głębokości sondowania i spodziewanego zagęszczenia.

W sąsiedztwie 47 otworów wiertniczych zaprojektowano wykonanie sondowania CPTU oraz badanie dylatometrem z dodatkową końcówką sejsmiczną (SDMT).

Dopuszcza się zmianę rodzaju sondowania w zależności od stwierdzonego profilu geologicznego.

Wyniki sondowań należy przedstawić na kartach sondowań. Wyniki sondowań umożliwią wyznaczenie parametrów fizyczno-mechanicznych gruntów i charakterystykę serii geologiczno-inżynierskich na potrzeby opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, atlasu geologiczno-inżynierskiego oraz zasilą Bazę Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych głównych typów litogenetycznych gruntów i skał Polski w ujęciu regionalnym.

7.3. Badania geofizyczne

Badania geofizyczne zaprojektowane na obszarze Atlasu geologiczno – inżynierskiego Lublina będą prowadzone w dwóch etapach.

Do pierwszego etapu wyznaczono 4 poligony badawcze o odmiennej litologii. Na każdym z nich planowane jest przeprowadzenie pomiarów geofizycznych z zastosowaniem trzech metod, bazujących na różnych zjawiskach fizycznych:

- Metoda elektrooporowa – tomografia elektrooporowa (ERT),
- Metoda sejsmiczna – sejsmiczna tomografia refrakcyjna (SRT),
- Metoda elektromagnetyczna – konduktometria (GCM).

Na każdym z 4 poligonów planuje się wykonać po jednym profilu ERT oraz SRT w tym samym miejscu, oraz po kilka profili GCM (w zależności od szerokości poligonu badawczego) w odległości do 10 m od siebie. Długość profili geofizycznych uzależniona jest od długości poligonów badawczych i w żadnym przypadku nie przekracza 200 m. Lokalizacja profili w terenie zostanie wyznaczona z zastosowaniem pomiarów geodezyjnych.

Na każdym z zaplanowanych poligonów badawczych zaprojektowany jest otwór wiertniczy o głębokości 30 m. Pozyskane z niego informacje posłużą do korelacji wyników otrzymanych na drodze pomiarów geofizycznych z rzeczywistą budową geologiczną stwierdzoną na danym poligonie.

W drugim etapie wykonane zostaną regionalne profile geofizyczne. Ich przebieg będzie zbliżony z regionalnymi profilami geologiczno – inżynierskimi. Do badań zostanie wykorzystana jedna z trzech metod geofizycznych wykorzystanych na poligonach badawczych. O zastosowaniu poszczególnej metody w danym miejscu decydować będzie stwierdzona budowa geologiczna oraz ograniczenia danej metody geofizycznej. Do korelacji pomiędzy właściwościami fizycznymi ośrodka gruntowego, stwierdzonymi na drodze pomiarów geofizycznych a litologią posłużą otwory archiwalne, nowe otwory wywiercone na potrzeby atlasu, a także dane uzyskane z poligonów badawczych.

7.4. Prace geodezyjne

W ramach prac geodezyjnych należy wykonać:

- pomiary geodezyjne miejsca wykonania wiercenia, obejmujące współrzędne płaskie (x, y) w układzie PL-2000 (z odpowiednim oznaczeniem południkowego pasa układu współrzędnych) oraz pomiary rzędnej H w układzie wysokości PL-EVRF2007 oraz dodatkowo w układzie wysokości obowiązującym na terenie danego powiatu zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych [11], z dokładnością do 1 m dla x y, i do 5 cm dla rzędnej H. [9],
- tabelę zbiorczą zawierająca: nazwę punktu, głębokość oraz współrzędne x, y PL-2000 (w odpowiednim dla obszaru prac pasie południkowym) i rzędną H.

Pomiary geodezyjne powinny być wykonane zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego [3] przez osobę uprawnioną lub odpowiednio przeszkoloną.

7.5. Badania laboratoryjne próbek gruntów

Z pobranych w trakcie wierceń prób gruntów zostaną wytypowane próbki do badań laboratoryjnych. Projektuje się wykonanie następujących badań i oznaczeń:

- Oznaczenie wilgotności naturalnej,
- Oznaczenie uziarnienia metodą areometryczną lub sitową,
- Oznaczenie granic konsystencji i stanu gruntów drobnoziarnistych,
- Oznaczenie gęstości objętościowej gruntów drobnoziarnistych i gęstości właściwej szkieletu gruntowego,
- Oznaczenie zawartości części organicznych,
- Oznaczenie zawartości węglanu wapnia,
- Badanie parametrów wytrzymałościowych w aparacie trójosiowego ściskania lub bezpośredniego ścinania,
- Badanie edometryczne w celu oznaczenia ściśliwości pierwotne i wtórnej,

Badania zostaną wykonane zgodnie z aktualnymi wydaniami norm PN-EN ISO 17892 Badania laboratoryjne. Badania geotechniczne gruntów oraz PN-EN 1997-2 Projektowanie geotechniczne. Część 2 Rozpoznanie i badania podłoża gruntowego.

Na podstawie badań laboratoryjnych zostanie wykonana klasyfikacja gruntów zgodnie z PN-EN ISO 14688-2 oraz PN-B-04280:1986.

Liczba próbek gruntów zakwalifikowanych do badań i typ badań zostanie uszczegółowiona na etapie dokumentowania. Liczba ta zostanie tak zaprojektowana aby scharakteryzować właściwości fizyczne i mechaniczne wydzielonych warstw i serii litologiczno-genetycznych (geologiczno-inżynierskich).

8. Harmonogram robót

Planuje się, że wiercenia i sondowania oraz pomiary geodezyjne rozpoczną się po 14 dniach od daty uprawomocnienia się decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych, a w przypadku otworów zlokalizowanych na obszarach górniczych, 14 dni od daty uprawomocnienia się decyzji zatwierdzających plany ruchu zakładu górniczego.

Przewiduje się, że wiercenia i sondowania oraz pomiary geodezyjne będą trwały 9 miesięcy.

Równolegle z wiercenia będą prowadzone badania laboratoryjne, które planuje się zakończyć 3 miesiące po zakończeniu wierceń.

Jednocześnie po zakończeniu wierceń planuje się rozpocząć badania geofizyczne, które zostaną zakończone również w ciągu 3 miesięcy.

Równolegle z wszystkimi pracami terenowymi i laboratoryjnymi będą prowadzone czynności związane z interpretacja, analizą i oceną wyników badań na potrzeby opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej zgodnie z § 19 i § 20 Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej [5] oraz Atlasu geologiczno-inżynierskiego Lublin-Świdnik. Dokumentacja geologiczno-inżynierska zostanie przedłożona do zatwierdzenia Marszałkowi województwa lubelskiego zgodnie z art. 93 ust. 1 ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze [20] do 12 miesięcy od zakończenia prac terenowych i laboratoryjnych.

9. Obowiązki w zakresie rozpoczęcia i dokumentowania robót geologicznych

Po wydaniu i uprawomocnieniu się decyzji zatwierdzającej projekt robót geologicznych, nie później niż na 2 tygodnie przed zamierzonym terminem rozpoczęcia robót geologicznych, należy dokonać, na piśmie, zgłoszenia zamiaru rozpoczęcia robót geologicznych właściwemu:

- organowi administracji geologicznej – Marszałkowi województwa lubelskiego,
- wójtowi, burmistrzowi, prezydentowi miasta,
- organowi nadzoru górniczego dla otworów zlokalizowanych na obszarach górniczych.

W zgłoszeniu należy określić zamierzony termin rozpoczęcia i zakończenia robót geologicznych, ich rodzaj i podstawowe dane dotyczące robót geologicznych oraz imiona i nazwiska osób sprawujących dozór i kierownictwo, a także numery świadectw stwierdzających kwalifikacje do wykonywania robót.

O zamierzonym poborze próbek w wyniku robót geologicznych należy zawiadomić w terminie 7 dni:

- właściwy organ administracji geologicznej – Marszałka województwa lubelskiego,
- państwową służbę geologiczną.

Wykonując roboty geologiczne należy na bieżąco dokumentować przebieg prac geologicznych, w tym robót geologicznych, oraz ich wyniki.

Dla otworów zlokalizowanych na obszarach górniczych przed rozpoczęciem robót geologicznych i pobierania próbek w wyniku robót geologicznych należy opracować i przedłożyć do zatwierdzenia plany ruchu zakładu górniczego właściwemu dla miejsca wykonywania robót geologicznych organowi nadzoru górniczego zgodnie z przepisami art. 108 ustawy Prawo geologiczne i górnicze [20].

10. Określenie wpływu projektowanych robót geologicznych na środowisko oraz obszary chronione, w tym obszary Natura 2000

W obszarze opracowania znajduje się szereg form ochrony przyrody, które opisano w rozdziale 4. Większość z nich posiada zatwierdzone plany zadań ochronnych lub plany ochrony przyrody. Wyjątek stanowią obszary Natura 2000: Świdnik i Bystrzyca Jakubowska (projekty planów ochrony przyrody są sporządzone i zatwierdzone).

Większość projektowanych otworów badawczych zlokalizowanych jest poza obszarami chronionymi. Jednak 133 punkty badawcze znajdują się na obszarach chronionego krajobrazu, natomiast 11 punktów znajduje się na obszarach Natura 2000. Dwa z tych punktów (P19-0798 oraz P19-0800) zlokalizowane są na obszarze **PLH060021** Świdnik natomiast pozostałe punkty znajdują się na obszarze **PLH060096** Bystrzyca Jakubowska. W załączniku 6 znajduje się informacja na temat zlokalizowania poszczególnych otworów na obszarach chronionych. Z obszaru badawczego wykluczono rezerwaty przyrody.

Żaden otwór nie został zlokalizowany w obrębie stref ochrony ujęć wód podziemnych.

Planowane roboty geologiczne nie zostały zaliczone do przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko [9].

Wykonanie projektowanych robót geologicznych nie będzie wywierało trwałego, negatywnego wpływu na środowisko w tym na obszary chronione.

Prace należy prowadzić zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska [18], ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody [16] oraz innymi ustawami, jak również z zachowaniem wytycznych zawartych w planach zadań ochronnych i planach ochrony przyrody.

Roboty geologiczne wykonywane na obszarach górniczych (rozdział 4.3) należy dodatkowo wykonywać w oparciu o opracowane i zatwierdzone plany ruchu zakładu górniczego.

Potencjalny wpływ projektowanych robót geologicznych został zminimalizowany poprzez wybór najmniej konfliktowych lokalizacji wierceń. Planowane prace terenowe zostaną wykonane na istniejących drogach i ścieżkach tak, aby nie niszczyć obszarów zielonych i lasów. Punkty dokumentacyjne zaprojektowano w miejscach odpowiednio oddalonych od pni drzew, aby zapobiegać ich ewentualnemu uszkodzeniu.

Głównym czynnikiem uciążliwym podczas prowadzenia prac wiertniczych i sondowań będzie hałas generowany przez urządzenie wiertnicze. Źródłem hałasu będą wszelkiego rodzaju silniki spalinowe, agregaty i inne. Największe natężenie hałasu będzie w trakcie prowadzenie wiercenia. Maksymalna moc akustyczna urządzenia wiertniczego nie będzie przekraczała 90 dB. Hałas nie będzie znacząco i długotrwale zmieniał istniejącego klimatu akustycznego. Z uwagi na fakt, iż prace wiertnicze będą trwały z przerwami od 1 godziny do 12 godzin (czas uzależniony od głębokości rozpoznania), hałas generowany podczas wierceń i sondowań będzie miał charakter punktowy, krótkotrwały i odwracalny.

Oddziaływanie robót geologicznych związane będzie głównie z emisją spalin z silników spalinowych urządzenia wiertniczego i niewielkich urządzeń pomocniczych. Emisja nie będzie większa od emisji substancji z pojazdów komunikacyjnych czy urządzeń mechanicznych stosowanych w trakcie prac budowlanych, rolnych czy leśnych. Emisja będzie miała charakter punktowy i krótkotrwały (z przerwami od 1 godziny do 12 godzin), a strefa oddziaływania ograniczona będzie do terenu wiertni lub sondy.

Zasięg emisji będzie miał charakter nieregularny, zależny od warunków atmosferycznych (siły i kierunku wiatru). Będzie to emisja całkowicie odwracalna, a jej oddziaływanie pomijalne.

Roboty geologiczne nie spowodują zmian w środowisku hydrogeologicznym, ponieważ nawiercone horyzonty wodonośne będą odizolowane i zabezpieczone w celu zapobiegania łączenia różnych poziomów wodonośnych zgodnie z rozdziałem 7.1. Do otworu nie będą zatłaczane żadne substancje szkodliwe dla środowiska. Roboty geologiczne nie spowodują również zmian w środowisku hydrologicznym, ponieważ nie projektowano robót geologicznych z poziomu wód powierzchniowych.

Z uwagi na charakter robót geologicznych nie przewiduje się szkód w środowisku w postaci zniszczenia flory. Przed rozpoczęciem prac, warstwa humusowa zostanie odpowiednio zabezpieczona. Wpływ na faunę będzie dotyczył generowania hałasu (opisano powyżej), który będzie miał charakter krótkotrwały i odwracalny.

W celu zminimalizowania Wykorzystane maszyny wiertnicze oraz urządzenia pomocnicze muszą być bezwzględnie utrzymywane w sprawnym stanie technicznym i powinny posiadać wymagane odpowiednimi przepisami przeglądy techniczne. W przypadku wystąpienia awarii i wycieków związków ropopochodnych należy je usunąć z zastosowaniem odpowiednich technik.

Jeśli zajdzie taka potrzeba, należy prowadzić właściwą gospodarkę odpadami, łącznie z ich docelowym przekazaniem firmom posiadającym stosowne pozwolenia na prowadzenie odzysku lub unieszkodliwiania.

W miejscu wykonywania wiercenia, po zakończeniu wszystkich prac, otwory należy odpowiednio zlikwidować urobkiem z wiercenia, poziomy wodonośne odpowiednio zamknąć, a teren wiertni należy uporządkować, w szczególności:

- zdemontować ogrodzenie i oznakowanie terenu wiertni,
- wywieźć urobek i odpady,
- wyrównać teren, jeśli na skutek prac powstały nierówności,
- odtworzyć warstwę humusową gleby, jeśli została zniszczona na skutek prowadzonych prac.

Podsumowując wykonanie projektowanych robót geologicznych nie będzie wywierało trwałego i negatywnego wpływu na środowisko w tym na obszary chronione, ponieważ potencjalne oddziaływania będą miały charakter krótkoterminowy i odwracalny. Podczas prac będą stosowane odpowiednie technologie, materiały i rozwiązania konstrukcyjne, uwzględniające zasady dobrej praktyki i rzetelnej wiedzy technicznej.

11. Wymagania techniczne, technologiczne i organizacyjne prowadzenia robót geologicznych

Roboty geologiczne należy wykonywać zgodnie z wymaganiami bezpieczeństwa zawartymi w następujących aktach prawnych i normach:

- Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko [9],
- PN-EN 1997-2:2009P Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego [29],

- PN-EN ISO 22475-1:2006E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych. Część 1: Techniczne zasady wykonywania [41],
- PN-G-02305-5:2002P Wiercenia małośrednicowe i hydrogeologiczne. Wiertnice. Wymagania bezpieczeństwa [42].

W celu zapewnienia bezpieczeństwa powszechnego wykonawcy robót geologicznych należy:

- roboty objęte niniejszym projektem prowadzić w oparciu o decyzję zatwierdzającą projekt robót geologicznych, pod kierunkiem osób posiadających wymagane prawem kwalifikacje,
- przy lokalizowaniu otworu należy uwzględnić uzbrojenie naziemne i podziemne terenu, zachowując odpowiednią odległość od napowietrznych linii energetycznych, a instalacje podziemne rozpoznać na podstawie planów z uzbrojeniem terenu,
- prac wiertniczych i sondowań nie prowadzić w okresie burzy, śnieżycy, ulewy, gołoledzi i przy silnym wietrze,
- urządzenie wiertnicze i sprzęt powinny być sprawne, a ich praca nie powinna zagrażać otoczeniu,
- teren wokół prowadzonych prac powinien być ogrodzony lub oznakowany celem niedopuszczenia w pobliże prac osób postronnych,
- uzupełnianie paliwa i smarów powinno odbywać się podczas postoju urządzenia wiertniczego i sprzętu,
- palenie tytoniu powinno odbywać się wyłącznie podczas przerw w pracy i w miejscach do tego wyznaczonych,
- zbiorniki z paliwem i smarami do urządzenia wiertniczego i sprzętu powinny znajdować się w odległości co najmniej 50 m od urządzenia wiertniczego,
- w trakcie prac wiertniczych zapewnić podstawowe środki medyczne,
- w przypadku powstania awarii lub jakiegokolwiek zagrożenia należy wstrzymać ruch i niezwłocznie w sposób zorganizowany przystąpić do usuwania awarii i likwidacji zagrożenia.

W trakcie prowadzenia prac wiertniczych zaleca się:

- utrzymywanie maszyny wiertniczej i środków transportu w sprawnym stanie technicznym w celu ochrony powietrza przed spalinami i ochrony powierzchni terenu przed zanieczyszczeniem, szczególnie związkami ropopochodnymi,
- usunięcie skażonego gruntu i zdeponowanie go na składowisku w przypadku wystąpienia awarii i wycieków związków ropopochodnych,
- zdjąć i zabezpieczyć wierzchnią warstwę gleby w celu jej ochrony,
- doprowadzić do stanu pierwotnego powierzchnię terenu po wykonaniu prac wiertniczych, zwłaszcza wyrównać koleiny po transporcie i inne nierówności związane z pracami wiertniczymi,
- nie pozostawiać zużytych opakowań po paliwie, olejach i smarach oraz innych odpadów.

Załogi wykonujące wiercenia muszą być ubezpieczone i poinstruowane w zakresie przepisów BHP. Dopuszcza się zmianę lokalizacji w celu odsunięcia się od elementów kolidujących z wykonaniem otworów wiertniczych na odległość, która wynika z przepisów BHP.

W przypadku otworów zlokalizowanych na obszarach górniczych prace wiertnicze należy wykonywać zgodnie z ustaleniami zawartymi w zatwierdzonych planach ruchu zakładu górniczego.

12. Wymagania w zakresie projektu robót geologicznych, które nie mają zastosowania

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji [6] dla omawianej inwestycji nie mają zastosowania następujące wymagania:

- § 1 ust. 2 pkt. 4 litera e) charakterystyka i uzasadnienie zakresu oraz metod zamierzonych badań geochemicznych oraz ich lokalizacji. Nie projektuje się wykonania badań geochemicznych,
- § 1 ust. 2 pkt. 4 litera g) zakres obserwacji i badań terenowych, w szczególności: próbnych pompowań, pomiarów temperatury i ciśnienia w razie występowania gazu ziemnego, ropy naftowej lub wód, badań i pomiarów specjalnych,
- § 1 ust. 2 pkt. 4 litera j) przewidywaną wielkość dopływu wód do wyrobiska lub jego poszczególnych poziomów eksploatacyjnych - w projekcie nie przewidziano takich pomiarów,
- § 1 ust. 2 pkt. 4 litera k) przewidywaną jakość wody odpompowywanej z wyrobiska,
- § 1 ust. 2 pkt. 4 litera l) sposób odwadniania i odprowadzania wody odpompowywanej z wyrobiska,
- § 4 W przypadku robót geologicznych, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji, projekt, poza wymaganiami wymienionymi w § 1, określa przedsięwzięcia niezbędne do realizacji planowanej działalności objętej koncesją – projekt nie wymaga uzyskania koncesji.

13. Podsumowanie

Wnioskuje się o zatwierdzenie projektu robót geologicznych na okres 5 lat.

Wnosi się o upoważnienie geologa dozorującego roboty geologiczne do podejmowania decyzji dotyczących:

- lokalizacji i głębokości wierceń,
- lokalizacji i głębokości sondowań,
- rodzaju wierceń,
- rodzaju sondowań,
- miejsc i sposobu opróbowania,

tak, aby osiągnąć założony cel robót geologicznych.

Dla robót zlokalizowanych na obszarach górniczych należy opracować i zatwierdzić plany ruchu zakładu górniczego oraz zgłosić zamiar ich rozpoczęcia odpowiedniemu organowi nadzoru górniczego zgodnie z przepisami art. 108 ustawy Prawo geologiczne i górnicze [20].

14. Spis wykorzystanych materiałów

Do opracowania projektu wykorzystano i oparto się na następujących materiałach i dokumentach:

Akty prawne, dokumenty strategiczne na poziomie krajowym:

[1] Komunikat Ministra Administracji i Cyfryzacji z dnia 23 maja 2014 r. o podjęciu przez Radę Ministrów uchwały w sprawie przyjęcia programu rozwoju "Program Zintegrowanej Informatyzacji Państwa" (M.P. 2014 poz. 394, M.P. 2016 poz. 1106)

[2] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. 2014 poz. 812)

[3] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz. U. 2011 nr 263 poz. 1572)

[4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 20 grudnia 2011 r. w sprawie korzystania z informacji geologicznej za wynagrodzeniem (Dz. U. 2011 Nr 292 poz. 1724)

[5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016 poz. 2033)

[6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2011, Nr 288, poz. 1696, Dz. U. 2015, poz. 964)

[7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017, poz. 2075)

[8] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012 poz. 463)

[9] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2019 poz. 1839)

[10] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 grudnia 2008 r. w sprawie mieleckiej specjalnej strefy ekonomicznej (Dz.U. 2018 poz. 785)

[11] Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247, Dz.U. 2019 poz. 2494)

[12] Strategia Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Lubelskiego Obszaru Funkcjonalnego na lata 2014-2020. Wersja z dnia 3 marca 2016 r.

[13] Uchwała nr 121 Rady Ministrów z dnia 1 lipca 2013 r. w sprawie przyjęcia zaktualizowanej „Strategii rozwoju społeczno-gospodarczego Polski Wschodniej do roku 2020”

[14] Uchwała nr 198 Rady Ministrów z dnia 20 października 2015 r. w sprawie przyjęcia Krajowej Polityki Miejskiej (M.P. 2015 poz. 1235)

[15] Uchwała Nr 239 Rady Ministrów z dnia 13 grudnia 2011 r. w sprawie przyjęcia Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (M. P. 2012 poz. 252)

[16] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. 2020 poz. 55)

[17] Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U. 2020 poz. 310 z późn. zm.)

[18] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2019 poz. 1396 z późn. zm.)

[19] Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2020 poz. 293)

[20] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz.U. 2019 poz. 868 z późn. zm.)

[21] Uzasadnienie do zarządzenia Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Lublinie z dnia 18 czerwca 2014 r. w sprawie ustanowienia planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 Świdnik PLH060021

[22] Załącznik do uchwały nr LXX/1580/2019 Zarządu Województwa Lubelskiego z dnia 3 września 2019 r. Założenia aktualizacji Strategii Rozwoju Województwa Lubelskiego na lata 2014-2020 (z perspektywą do 2030 r.)

[23] Załącznik nr 1 do uchwały nr XI/162/2015 Sejmiku Województwa Lubelskiego z dnia 30 października 2015 r., Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Lubelskiego, Samorząd Województwa Lubelskiego

[24] Zarządzenie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Lublinie z dnia 23 grudnia 2014 r. w sprawie ustanowienia planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 Bystrzyca Jakubowicka PLH060096

[25] Zarządzenie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Lublinie z dnia 18 czerwca 2014 r. w sprawie ustanowienia planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 Świdnik PLH060021

Normy:

[26] PN-B-02480:1986 (wycofana) Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów

[27] PN-B-04452:2002 (wycofana) Geotechnika. Badania polowe

[28] PN-B-04481:1988 (wycofana) Grunty budowlane. Badania próbek gruntu

[29] PN-EN 1997-2:2009P Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego

[30] PN-EN ISO 14688-1:2018-05 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 1: Oznaczenie i Opis

[31] PN-EN ISO 14688-2:2018-05 Badania geotechniczne – Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów – Część 2: Zasady klasyfikowania

[32] PN-EN ISO 17892-1:2015-02E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 1: Oznaczanie wilgotności naturalnej

[33] PN-EN ISO 17892-12:2018-08E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 12: Oznaczanie granic płynności i plastyczności

[34] PN-EN ISO 17892-2:2015-02E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 2: Oznaczanie gęstości objętościowej

[35] PN-EN ISO 17892-3:2016-03E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 3: Badanie gęstości właściwej

[36] PN-EN ISO 17892-4:2017-01E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 4: Badanie uziarnienia gruntów

[37] PN-EN ISO 17892-5:2017-06E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 5: Badanie edometryczne gruntów

[38] PN-EN ISO 17892-6:2017-06E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 6: Badanie penetrometrem stożkowym

[39] PN-EN ISO 17892-8:2018-05E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 8: Badania trójosiowe bez konsolidacji i bez drenażu

[40] PN-EN ISO 17892-9:2018-05E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 9: Ściskanie trójosiowe z konsolidacją na próbkach całkowicie nasyconych wodą

[41] PN-EN ISO 22475-1:2006E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych. Część 1: Techniczne zasady wykonywania

[42] PN-G-02305-5:2002P Wiercenia małośrednicowe i hydrogeologiczne. Wiertnice. Wymagania bezpieczeństwa

Literatura:

[43] Aleksandrowski P., Mazur S., 2017 – O nowych rozwiązaniach tektonicznych w „Atlasie geologicznym Polski", Przegląd Geologiczny, vol. 65, nr 12, 1499-1510

[44] Antonowicz L., Hooper R., Iwanowska E., 2003 – Synklina lubelska jako efekt cienkonaskórkowych deformacji waryscyjskich, Przegląd Geologiczny, vol. 51, nr 4, 344-350

[45] Bażyński J., Drągowski A., Frankowski Z., Kaczyński R., Rybicki St., Wysokiński L., 1999 – Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich, PIG Warszawa

[46] Diagnoza prospektywna województwa lubelskiego. Wnioski i rekomendacje do aktualizacji Strategii Rozwoju Województwa Lubelskiego. Synteza, Departament Strategii i Rozwoju Urzędu Marszałkowskiego Województwa Lubelskiego, sierpień 2019

[47] Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach, Ministerstwo Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny, 1999 Warszawa

[48] Jahn A., 1956 - Wyżyna Lubelska. Rzeźba i czwartorzęd, wyd. PWN, Warszawa

[49] Jaros M. i in., 2018 – Instrukcja prowadzenia i aktualizacji Bazy Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych głównych typów litologicznych gruntów i skał Polski (stan na 30.11.2018 r.). Archiwum PIG-PIB, Warszawa

[50] Konon A., 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Góry Świętokrzyskie i regiony przyległe, Przegląd Geologiczny, vol. 56, nr 10, 921-926

[51] Krzywiec P., Gągała Ł., Mazur S., Słonka Ł., Kufrasa M., Malinowski M., Pietsch K., Golonka J., 2017 - Variscan deformation along the Teisseyre-Tornquist Zone in SE Poland: Thick-skinned structural inheritance or thin-skinned thrusting, Tectonophysics 718 (2017), 83-91

[52] Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. (red.) i in., 2018 - Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego. Wydawnictwa PIG, Warszawa

[53] Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami – Plansze A i B, arkusze: Bełżyce – 748 (Dusza-Dobek A., Kwecko P., 2011), Lublin – 749 (Heliasz Z., Ostaficzuk S., Bojakowska I., Kwecko P., Miecznik J., Wojciechowska K., 2011), Łęczna – 750 (Gałka M., Kwecko P., Miecznik J., Wojciechowska K., 2011), Niedrzwica – 785 (Ślusarek W., Kwecko P., Miecznik J., Hrybowicz G., 2011), Bychawa – 786 (Król K., Kwecko P., Miecznik J., Hrybowicz G., 2011)

[54] Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusze: Bełżyce – 748 (Pietruszka W., Szczerbicka M., Zezula H., 2002)

[55] Maruszczak H., 1972 - Wyżyny Lubelsko-Wołyńskie [w. Geomorfologia Polski Tom 1], wyd. PWN, Warszawa

[56] Nowicki Z. (red.), 2007 – Wody podziemne miast wojewódzkich Polski. Wydawnictwa PIG, Warszawa

[57] Nowicki Z.(red.) i in., 2007 – Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce. Wydawnictwa PIG, Warszawa

[58] Park C.B., Miller R.D.; 2004 – MASW to map shear-wave velocity of soil. KGS Open – file Report 2004-30, Kansas Geological Survey.: 1-21

[59] Program operacyjny Polska Wschodnia 2014-2020 (POPW)

[60] Regionalna Polityka Miejska Województwa Lubelskiego z dnia 3 października 2017 r., Departament Polityki Regionalnej Urzędu Marszałkowskiego Województwa Lubelskiego w Lublinie

[61] Rocznik demograficzny, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2019

[62] Samel I. i in. 2017 - Baza Danych Geologiczno-inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych. Archiwum PIG-PIB, Warszawa

[63] Skrzypczyk L. (red.), 2010 – Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. PIG, Warszawa

[64] Solon J., Borzyszkowski J., Bidłasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chab Ł., Dobrowolski R., Grzegorczyk I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., Krąż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., Ziaja, W., 2018 – Physico-geographical mesoregions of Poland: Verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. Geographia Polonica Vol. 91.: 143-170.

[65] Studium urbanizacji Lubelskiego obszaru metropolitalnego, Biuro Planowania Przestrzennego w Lublinie. 2009

[66] Stupnicka E., 1997 - Geologia regionalna Polski, Wyd. UW, Warszawa

[67] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusze: Bełżyce – 748 (Henkiel A., Danel W., 2015), Lublin – 749 (Harasimiuk M., Henkiel A., 1982), Łęczna – 750 (Harasimiuk M., Henkiel A., 1980), Niedrzwica – 785 (Marszałek S., Albrycht A., Buła S., 1991), Bychawa – 786 (Marszałek S., Albrycht A., Buła S., 1996)

[68] Żelichowski A., Kozłowski S., 1983 – Atlas Geologiczno Surowcowy Obszaru Lubelskiego. Instytut Geologiczny. Wyd. Geol.

Strony internetowe:

[69] http://atlasy.pgi.gov.pl

[70] http://stat.gov.pl

[71] http://www.mir.gov.pl

[72] https://www.gov.pl/web/srodowisko/plany-pracy-psg

[73] mos.gov.pl/srodowisko/geologia/nadzor-nad-panstwowa-sluzba-geologiczna/plany-pracy-panstwowej-sluzby-geologicznej/