

Inwestor:



GMINA LUBLIN
Plac Króla Władysława Łokietka 1
20-109 Lublin

Zlecniodawca:

Zakład Robót Geologiczno Wiertniczo Górniczych
GEOWIERT S.C.
ul. Pana Balcera 1/207, 20-631 Lublin

Wykonawca:



Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A.
ZAKŁAD W LUBLINIE
ul. Budowlana 26, 20 – 469 Lublin
Tel.: 81 744 18 08; Fax: 81 744 32 09

OPINIA GEOTECHNICZNA

określająca warunki geotechniczne i ocenę przydatności podłoża gruntowego pod rozbudowę cmentarza komunalnego w Lublinie

Lokalizacja: Lublin, ul. Droga Męczenników Majdanka, gmina miasto Lublin,
województwo lubelskie

Opracowali:

Dyrektor Zakładu

mgr inż. Grzegorz Zalewski
upr. nr VII-1454

mgr inż. Jan Wilgat

mgr inż. Ewelina Woś

Lublin, styczeń 2016 r.

Spis treści

1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA	3
1.1. Podstawa opracowania	3
1.2. Przedmiot opracowania	3
1.3. Cel i zakres opracowania.....	4
2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU	4
3. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE	5
4. PRZEBIEG BADAŃ	6
4.1. Prace geodezyjne.....	6
4.2. Wiercenia i badania terenowe	6
4.3. Prace kameralne i laboratoryjne	6
5. WARUNKI GEOTECHNICZNE TERENU BADAŃ	7
5.1. Warunki gruntowe.....	7
6. OCENA PRZYDATNOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI ROZBUDOWY CMENTARZA.....	8
7. WNIOSKI.....	12
8. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI	15
8.1. Przepisy prawne	15
8.2. Normy państwowe i branżowe	15
8.3. Literatura i geologiczne materiały archiwalne	15

Spis załączników

1. Mapa lokalizacyjna w skali 1: 50 000
2. Mapa dokumentacyjna w skali 1: 1000
3. Zestawienia zbiorcze wyników wiercenia otworów
4. Przekroje geotechniczne
5. Podział na warstwy i parametry geotechniczne
6. Objasnienia do profilów i przekrojów geotechnicznych
7. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych gruntów budowlanych

1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

1.1. Podstawa opracowania

Niniejszą opinię geotechniczną opracowano w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL S.A. Zakład w Lublinie na zlecenie firmy Zakład Robót Geologiczno Wiertniczo Górniczych GEOWIERT S.C., ul. Pana Balcera 1/207, 20-631 Lublin.

Dokumentację wykonano w oparciu o przepisy PN-EN-1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne część 2; PN-81/B-03020 „Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie” i norm związanych oraz na podstawie wytycznych PN-98/B-02479 „Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.”. Wykorzystano również mapy przedmiotowe i literaturę fachową.

Podstawą prawną wykonania dokumentacji jest Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. Ustaw nr 0, poz. 463 z dnia 27 kwietnia 2012 r.).

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja określająca warunki geotechniczne oraz stopień złożoności budowy geologicznej, dla terenu pod rozbudowę cmentarza komunalnego, obejmującą działki nr 81/16, 78/1, 78/2, 79, 80/1, 80/2, 1/1, 2/9, 2/8, 2/7, 2/6, 3/1, 3/2, 3/3, 3/7, 4, 5, 6, 7, 10/1, 12, 13, 17/1, 17/2, 18/2, 19/6, 19/5, 20/5, 20/6, 20/7, 21/2, 22/1, 22/2, 23/6, 23/7, 23/8, 24/4, 26, 33, 34, 35, 42, 44, 47/4, 48/5, 49/8.

Projektowana część cmentarza będzie posiadała powierzchnię ok. 24 ha, z czego powierzchnia grzebalna będzie stanowiła 55%, a zieleń urządzona i izolacyjna 15%. Wg *Koncepcji rozbudowy cmentarza Komunalnego na Majdanku w Lublinie* przewiduje się, że w nowej części nekropolii będzie pochowanych ok. 44 tys. zmarłych, a cmentarz zaspokoi potrzeby miasta na ok. 30 lat [13].

1.3. Cel i zakres opracowania

Celem opracowania jest udokumentowanie warunków gruntowo – wodnych występujących w rejonie badań, w zakresie umożliwiającym realizację inwestycji.

Opracowanie sporządzono na podstawie wykonanych wierceń ustalając parametry wodące gruntu. Przy opracowywaniu niniejszej dokumentacji wykorzystano również mapy i literaturę geologiczną, polskie normy i branżowe przepisy prawne.

W szczególności celem opracowania jest określenie:

- stopnia złożoności budowy geologicznej,
- określenie pH, zawartości CaCO₃, wilgotności naturalnej,
- określenie współczynnika filtracji.

2. LOKALIZACJA I MORFOLOGIA TERENU

Projektowana inwestycja zlokalizowana jest w południowo-zachodniej części miasta Lublin, gm. miasto Lublin, pow. miasto Lublin, woj. lubelskie.

Pod względem geologicznym omawiany teren położony jest w rozległej, nieckowatej strukturze zwanej Niecką Lubelską. Jednostka ta zbudowana jest z węglanowych utworów paleogeńsko-kredowych, przykrytych tylko lokalnie osadami czwartorzędowymi. Utwory czwartorzędowe reprezentowane są przez gliny piaszczyste (prawdopodobnie deluwialne) i lessy bądź sporadycznie piaski. Poniżej zalega kilkumetrowa warstwa zwietrzliny (rumosz skalny) paleogeńskich gez w kolorze jasnobezowym i twardych szarych wapieni - tzw. siwaków. Seria zwietrzliny w stropie jest zagliniona, ale wraz z głębokością maleje udział materiału gliniastego, a wzrasta rumoszu skalnego. Obserwuje się tu zatem stopniowe przejście zwietrzliny w litą, spękaną skałę. Jest to charakterystyczna seria „siwaka”, w której dominują gezy z przeławiczeniami, soczewkami, i bułami twardych, szarych wapieni. Pod serią gezowo - wapienną występuje najczęściej dosyć monotony pakiet margli, czasami z przewarstwieniami opoki.

Występujące w profilu geologicznym osadów paleogeńsko-kredowych skały lite reprezentowane są wyłącznie przez fację węglanową. Skały te, złożone z trzech grup minerałów: węglanów, krzemionki i minerałów ilastych, tworzą łańcuch różnych typów skał o

określonych cechach fizyczno-chemicznych. Poszczególne typy litologiczne skał charakteryzują się różną porowatością, szczelinowatością i charakterem zwierzeliny.

Rzędne terenu w rejonie projektowanych prac wynoszą 201,65– 207,08 m n.p.m. Deniwelacje wynoszą do 5,42 m.

W trakcie wykonywania otworów do głębokości 12,0 m p.p.t. stwierdzono, poniżej 0,3-1,2 m warstwy nasypów, zwierzelinę geoz marglistych oraz geoz z przewarstwieniami wapienia.

W trakcie prowadzonych robót nie nawiercono wody.

3. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE

Wg Atlasu Hydrogeologicznego B. Paczyńskiego rejon Lublina znajduje się w regionie lubelsko-podlaskim IX. Lublin położony jest w obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych (GZWP) nr 406 – niecka lubelska. Dla Lublina opracowane są mapy hydrogeologiczne dla pierwszego poziomu wodonośnego – występowanie i hydrodynamika oraz wrażliwość i jakość wód. Rejon Lublina to fragment jednolitej części wód podziemnych JCWPd nr 89. Wg podziału na regiony wodne jest to Region Środkowej Wisły – RZGW Warszawa Poziom kredowy (neogeńsko-kredowy) jest głównym poziomem użytkowym rejonu Lublina.

Na obszarze kredy lubelskiej lokalne systemy krążenia tworzą strumienie wód podziemnych, zasilane głównie na wysoczyznach, płynące spękanymi skałami węglanowymi i drenowane w dolinach rzecznych. Warstwa wodonośna charakteryzuje się bardzo silną anizotropią warunków hydrogeologicznych związaną ze spękaniem wodonośca. Znaczącą rolę w regionalnych systemach krążenia odgrywają szeroko rozwarte pionowe szczeliny o dalekim zasięgu, tworzące silnie wodonośne strefy tektoniczne. Strefy takie to m.in. współczesne doliny rzeczne posiadające założenia tektoniczne. Właśnie w takiej strefie w dolinie Czerniejówki położone jest ujęcie komunalne dla Lublina – Dziesiąta[13].

W dniu wykonywania wierceń nie stwierdzono obecności wód gruntowych w żadnym z wykonanych otworów badawczych. Wg bazy danych GIS *Mapa hydrogeologiczna Polski...* [12], pierwszy poziom występuje na rzędnej ok. 173,0-174,0 m n.p.m.

4. PRZEBIEG BADAŃ

4.1. Prace geodezyjne

W ramach prac geodezyjnych wykonano tyczenie otworów badawczych (miejsce wykonania otworów badawczych) metodą domiarów prostokątnych w dowiązaniu do istniejącej sytuacji, zgodnie z dostarczoną mapą w skali 1: 1000. Lokalizację otworów zaznaczono w zał. nr 2.

Rzędne wysokościowe wykonanych otworów określono metodą niwelacji geodezyjnej. Wartości te mają charakter orientacyjny i posłużyły do opracowania profili i przekroi geotechnicznych.

4.2. Wiercenia i badania terenowe

W ramach prac polowych wykonano:

- 24 otwory wiertnicze o \varnothing 145 mm urządzeniem UGB-50 do głębokości 12,0 m.

Podstawowe cechy gruntu takie jak: rodzaj, barwa, wilgotność i stan określano sukcesywnie, w trakcie wierceń, zgodnie z wytycznymi normy [8].

Z 8 otworów pobrano próby gruntu do badań laboratoryjnych.

Podczas prac wiertniczych wykonano badania makroskopowe gruntów. Po wykonaniu wszystkich badań wyrobiska zlikwidowano wydobyтым urobkiem.

Łączny metraż wykonanych otworów wynosi 288,0 mb.

4.3. Prace kameralne i laboratoryjne

W ramach prac wykonano:

- badania laboratoryjne gruntów, (Laboratorium Badawcze, Alina Matuszak, Lublin, ul. Chemiczna)
- analizę prac terenowych i badań laboratoryjnych.

Na ich podstawie opracowano:

- przekroje geotechniczne;
- zestawienie parametrów geotechnicznych gruntów;
- zestawienia zbiorcze wyników wiercenia otworów;
- objaśnienie do profili i przekrojów geotechnicznych;
- część opisową z podsumowaniem.

5. WARUNKI GEOTECHNICZNE TERENU BADAŃ

5.1. Warunki gruntowe

Biorąc pod uwagę rodzaj gruntów, w oparciu o normę PN-86/B-02480 ustalono, iż w podłożu badanego terenu występują następujące grunty:

- nasypy niebudowlane,
- skały lite miękkie – rumosz zwietrzelinowy gez marglistych, gezy, wapienie.

Ze względu na różny rodzaj, stan i przydatność dla celów budowlanych, w podłożu wydzielono 1 serię (IA, IB, IC).

Poza podziałem znalazły się współczesne nasypy niebudowlane o miąższości od 0,3 do 1,2 m. Ze względu na stan i charakter uznano je za grunty nienośne.

Charakterystyka wydzielonej serii i warstw geotechnicznych:

- Warstwa geotechniczna IA - obejmuje rumosz zwietrzelinowy gez marglistych (w stropie z mułkiem), mało wilgotną o wartości obciążeń dopuszczalnych dla skał bardzo spękanych 0,3 MPa wg [14] (warstwa IA);
- Warstwa geotechniczna IB – obejmuje gezę wilgotną, kruchą, o wartości obciążeń dopuszczalnych dla skał średnio i bardzo spękanych 0,3-0,5 MPa wg [14]. Grunty tej warstwy mają pH = 7,4–8,4, a zawartość CaCO₃ = 10,0–54,3 % (warstwa IB);
- Warstwa geotechniczna IC – obejmuje wapień wilgotny, twardy, zwięzły, o wartości obciążeń dopuszczalnych dla skał średnio i bardzo spękanych 0,6 -1,0 MPa wg [14] (warstwa IC).

Dla projektowanego obiektu ze względu na stan i genezę gruntów proponuje się przyjąć warunki gruntowo – wodne jako **proste**¹.

Rozprzestrzenienie poszczególnych warstw geotechnicznych obrazują przekroje geotechniczne (zał. nr 4). Parametry geotechniczne, odpowiadające poszczególnym warstwom podano w zał. nr 5.

¹ Występują w przypadku warstw gruntów jednorodnych genetycznie, litologicznie, równoległych do powierzchni terenu, nie obejmujących gruntów słabonośnych, przy zwierciadle wód gruntowych poniżej projektowanego poziomu posadowienia oraz braku występowania niekorzystnych zjawisk geologicznych.

6. OCENA PRZYDATNOŚCI PODŁOŻA GRUNTOWEGO POD KĄTEM MOŻLIWOŚCI ROZBUDOWY CMENTARZA.

Ocenę przydatności terenu pod projektowaną rozbudowę cmentarza przeprowadzono w nawiązaniu do Rozporządzenia Ministra Gospodarki Komunalnej z dnia 25.08.1959 r. w sprawie określenia, jakie tereny pod względem sanitarnym są odpowiednie na cmentarze (Dz. U. Nr 52, poz. 315).

W opracowanej w 2009 r. na zlecenie Gminy Lublin *Dokumentacji hydrogeologicznej określającej warunki hydrogeologiczne w rejonie cmentarza komunalnego przy ul. Droga Męczenników Majdanka w Lublinie* [18] w rozdziale 6 *Ocena lokalizacji cmentarza i jego wpływu na wody podziemne* omówiono szczegółowo elementy lokalizacji cmentarza i jej zgodności z obowiązującymi ograniczeniami zawartymi w rozporządzeniu z 1959 r.

W 2014 r. również na zlecenie Gminy Lublin sporządzono *Opinię hydrogeologiczną dotyczącą cmentarza komunalnego przy ul. Droga Męczenników Majdanka w Lublinie* [13]. W opinii tej, biorąc pod uwagę istniejące warunki hydrogeologiczne i spływ wód podziemnych w stronę ujęcia komunalnego Dziesiąta, zaproponowano granicę rozdzielającą pochówki tradycyjne od kolumbariów. Linia rozgraniczająca pochówki tradycyjne i kolumbaria pokrywa się w przybliżeniu z izochroną 25 lat sumarycznego czasu dopływu wody do ujęcia Dziesiąta. Sumaryczny czas to suma czasu pionowej infiltracji zanieczyszczeń przez strefę aeracji i ruchu poziomego już w warstwie wodonośnej.

Wyniki badań laboratoryjnych wykonanych w 2016 r.

Zawartość węgla wapnia, wilgotność i odczyn oznaczono w 8 próbach pobranych z gruntów rodzimych. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych prób gruntu

Nr otworu	Głębokość pobrania [m]	Rodzaj gruntu	Wilgotność naturalna [%]	pH	Zawartość węgla wapnia [% CaCO ₃]
1	5,0	geza	20,4	8,2	53,4
4	5,0	geza	72,9	7,4	10,0
6	5,0	geza	38,8	7,8	28,9
11	5,0	geza	38,6	8,0	40,0
16	5,0	geza	18,9	8,0	54,3
18	5,0	geza	21,6	8,2	46,6
20	5,0	geza	16,3	8,4	50,7
22	5,0	geza	40,9	7,8	34,8

Próby gruntu pobrano z gezy występującej na głębokości 5,0 m. Gezy to skały węglanowe w budowie których bierze udział węglan wapnia (CaCO_3), minerały ilaste i krzemionka. Przebadane grunty charakteryzują się najczęściej wysoką zawartością węglanu wapnia. Waha się ona w zakresie od 10,0 % (otwór nr 4) do 54,3% (otwór nr 16) przy wartości średniej ze wszystkich wykonanych w 2016 r. badań – 39,8%. Stosunkowo niska zawartość węglanu wapnia zanotowana w otworze nr 4 może świadczyć o lokalnym odwapnieniu gezy. Wówczas w jej składzie dominuje krzemionka i minerały ilaste.

W rozporządzeniu z 1959 r. § 5 mówi: *Grunt cmentarza powinien być możliwie przepuszczalny i bez zawartości węglanu wapnia.* Przebadane grunty (gezy) to skały węglanowe w budowie których znaczący udział ma węglan wapnia CaCO_3 . Nie jest zatem spełniony tutaj wymóg dotyczący lokalizowania cmentarza na gruntach nie zawierających węglanu wapnia.

Cały obszar geologicznej jednostki zwanej niecką lubelską rozciągający się od Wieprza na północy po Roztocze na południu oraz od Wisły po Bug zbudowany jest z różnych ogniw litologicznych skał węglanowych, w których istotny udział w budowie ma węglan wapnia CaCO_3 . Tylko lokalnie, kredowe skały węglanowe przykryte są osadami czwartorzędowymi.

Odczyn pH przebadanych gruntów jest słabo zasadowy. Mieści się on w przedziale 7,4 - 8,4 (średnio 8,0). Jest to typowy odczyn dla gruntów w budowie których duży udział ma węglan wapnia. Minister Gospodarki Komunalnej w rozporządzeniu z 1959 r. nie podaje jakie są zalecane wartości odczynu gruntów przeznaczonych pod cmentarze, a odnosi się jedynie do konieczności wykonania takich badań. Można pośrednio przypuszczać, że odczyn winien być obojętny lub słabo kwaśny ($\text{pH} \leq 7$) bo taki posiadają grunty nie zawierające węglanu wapnia.

Wilgotność przebadanych gruntów wynosi od 16,3% (otwór nr 20) do 72,9% (otwór nr 4). Wartość średnia to 33,6%. Za utrzymującą się wilgotność gruntu odpowiadają minerały ilaste zawarte w gezie, które z łatwością chłoną infiltrującą wodę opadową. Podobnie jak w przypadku odczynu Minister Gospodarki Komunalnej w rozporządzeniu z 1959 r. nie precyzuje jaka jest zalecana wilgotność gruntów przeznaczonych pod cmentarze. Można jedynie przypuszczać, że grunty dobrze przepuszczalne położone ponad zwierciadłem wody winny być mało zawilgocone.

Spływ wód podziemnych, wodochłonność gruntu

W trakcie robót geologicznych w żadnym z 24 otworów o gł. 12,0 m nie nawiercono zwierciadła wód gruntowych. Nie stwierdzono również sączenia wody. W rozporządzeniu [3], § 4, ust. 2 mówi *Na terenie cmentarza zwierciadło wody gruntowej powinno znajdować się na głębokości nie wyższej niż 2,5 m poniżej powierzchni terenu.*

Zwierciadło wód podziemnych na terenie cmentarza, wg sprawozdania z monitoringu prowadzonego dwa razy do roku [17], w październiku 2015 r. znajdowało się na głębokości 28,5 m (piezometr P5) – 34,42 m (piezometr P3). Spełniony jest zatem warunek z rozporządzenia dotyczący głębokości położenia zwierciadła wody podziemnej na terenach przeznaczonych pod cmentarze.

Spływ wód podziemnych odbywał się w kierunku doliny Czerniejówki, w której położone jest ujęcie komunalne dla Lublina - Dziesiąta. Cały cmentarz, zarówno użytkowany jak i teren przeznaczony pod rozbudowę znajduje się w obszarze spływu wód podziemnych do ujęcia, co oznacza, że woda podziemna z tego terenu dotrze do studni komunalnych. Nie jest tutaj spełniony wymóg z § 4, ust. 2 rozporządzenia [3], który mówi, *że zwierciadło wody gruntowej nie może być nachylone ku m.in. ujęciom wody służącym za źródło zaopatrzenia w wodę do picia i potrzeb gospodarczych.*

W celu sprawdzenia parametrów filtracyjnych skał położonych ponad zwierciadłem wód podziemnych wykonano próbę wodochłonności metodą zalewania. Zalewanie wykonano w ośmiu otworach nr 1, 4, 6, 11, 16, 18, 20 oraz 22.

Wartość współczynnika filtracji otrzymano ze wzoru H. Maag i J. Kozeny [15]:

$$k = \frac{r}{4h_{sr}} * \frac{\Delta h}{\Delta t},$$

r – promień wewnętrzny rury wiertniczej [7,25 cm],

$$h_{sr} = \frac{h_1 - h_2}{2} \text{ [m]},$$

Δh – różnica wysokości słupa wody w rurze ponad zwierciadłem wody gruntowej na początku i na końcu badania [m],

Δt – czas, w którym nastąpiła zmiana wysokości h_1 na h_2 , [s].

Zestawienie wyników obliczeń współczynnika filtracji umieszczono w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie wyników obliczeń współczynnika filtracji.

Numer otworu	1	4	6	11	16	18	20	22
Współczynnik filtracji k [m/d]	0.85	0,42	0.42	0,28	0.21	0,28	0.28	0,21

Badane skały (gezy z przewarstwieniami wapieni) mają słabą i średnią wodoprzepuszczalność [15]. Określony metodą zalewania współczynnik filtracji posiada wartości w zakresie 0,21 – 0,85 m/d. Jest tu zatem spełniony wymóg określony w § 5 rozporządzenia z 1959 r. mówiący, że *Grunt cmentarza powinien być możliwie przepuszczalny.....*

Wartości współczynników filtracji w zakresie 0,21 – 0,85 m/d są typowe dla stref wododziałowych niecki lubelskiej. Teren charakteryzuje się anizotropią warunków filtracji.

Strefa ochronna ujęcia komunalnego Dziesiąta

Dla ujęcia komunalnego Dziesiąta położonego w dolinie Czerniejówki w 2013 r. opracowano *Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ujęć wód podziemnych z utworów kredowych dla wodociągów miejskich miasta Lublina dla ustanowienia strefy ochronnej ujęcia „Dziesiąta”* [20]. Opracowanie wykonano na zlecenie Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Lublinie Sp. z o.o. Dodatek zatwierdzony został przez Marszałka Województwa Lubelskiego dnia 25-07-2013 r. znak decyzji RŚ IV.7431.32.2013.EHK. W dodatku tym określono zasięg strefy ochronnej dla ujęcia i zaproponowano zakazy i nakazy dotyczące użytkowania terenu objętego strefą.

Wschodnia granica proponowanego terenu ochrony pośredniej A i B opiera się o ul. Wyzwolenia, zatem przebiega w odległości ok. 450 m od południowej granicy cmentarza. Cały cmentarz położony jest więc poza proponowaną strefą ochronną ujęcia. Strefa ochronna nie została do tej pory ustanowiona decyzją dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie.

Dotychczasowe badania monitoringowe stanu chemicznego wód podziemnych

Prowadzone systematycznie badania stanu chemicznego wód podziemnych nie wykazują negatywnego wpływu cmentarza na ich jakość. Wyniki badań i wnioski przedstawiane są Gminie Lublin na koniec każdego roku [16, 17]. Systematycznie kontrolowana jakość wody na ujęciu Dziesiąta również nie wykazuje pogorszenia stanu jakościowego [13]. Wody podziemne występujące w rejonie cmentarza to wody bardzo dobrej i dobrej jakości, gdzie wartości elementów fizykochemicznych są kształtowane

wyłącznie w efekcie naturalnych procesów hydrogeochemicznych zachodzących w warstwie wodonośnej i jej nadkładzie.

Podsumowując należy stwierdzić, że nie wszystkie wymogi dotyczące lokalizacji cmentarza określone w rozporządzeniu Ministra Gospodarki Komunalnej z 1959 r. zostały tu zachowane. Najważniejsza kolizja z obowiązującymi przepisami to położenie cmentarza na terenie zbudowanym ze skał węglanowych w obszarze spływu wód podziemnych do dużego ujęcia komunalnego Dziesiąta.

7. WNIOSKI

1. W zakresie warunków geotechnicznych stwierdzonych na terenie cmentarza komunalnego na Majdanku posługiwano się obowiązującymi normami państwowymi i branżowymi. Ocenę przydatności terenu pod projektowaną rozbudowę cmentarza dokonano w nawiązaniu do Rozporządzenia Ministra Gospodarki Komunalnej z dnia 25.08.1959 w sprawie określenia, jakie tereny pod względem sanitarnym są odpowiednie na cmentarze (Dz. U. Nr 52, poz. 315).
2. Podłoże gruntowo-wodne terenu badań, do głębokości 12,0 p.p.t., charakteryzują proste warunki gruntowo-wodne. Są to warunki korzystne do rozbudowy cmentarza komunalnego na Majdanku.
3. Badane grunty ujęto w jednej serii o uśrednionej wartości obciążeń dopuszczalnych na podstawie [14]. Wyznaczone dla nich charakterystyczne wartości parametrów geotechnicznych przedstawiono w załączniku nr 6.
4. Grunty nasypowe nie stanowią nośnego elementu podłoża.
5. Stwierdzone grunty (poza nasypem) są gruntami nośnymi i nadają się do bezpośredniego posadowienia fundamentów. Teren zatem jest korzystny pod rozbudowę cmentarza komunalnego.
6. Wg normy [5] głębokość przemarzania gruntów w omawianym rejonie wynosi 1,0 m. Jak wykazały obserwacje przy surowych zimach głębokość ta może być większa. Głębokość przemarzania nie ma istotnego wpływu na projektowaną rozbudowę cmentarza.
7. Do głębokości 12 m (głębokość wierceń geotechnicznych prowadzonych w 2016 r.) na terenie przeznaczonym pod rozbudowę cmentarza nie nawiercono wód gruntowych ani nie stwierdzono śladów sączenia wody.

8. Z badań monitoringowych prowadzonych dwa razy do roku na terenie cmentarza wynika, że wody gruntowe w październiku 2015 r. występowały na znacznej głębokości 28,5 – 34,42 m. Spełniony jest zatem warunek określony w §4, ust. 2 rozporządzenia z 1959 r. mówiący, że *na terenie cmentarza zwierciadło wody gruntowej powinno znajdować się na głębokości nie wyższej niż 2,5 m poniżej powierzchni terenu.*
9. Spływ wód podziemnych odbywa się w kierunku doliny Czerniejówki, w której położone jest ujęcie komunalne dla Lublina - Dziesiąta. Nie jest tutaj spełniony wymóg określony w § 4, ust. 2 rozporządzenia z 1959 r., który mówi, że *zwierciadło wody gruntowej nie może być nachylone m.in. ku. ujęciom wody służącym za źródło zaopatrzenia w wodę do picia i potrzeb gospodarczych.*
10. Teren przeznaczony pod cmentarz zbudowany jest ze skał węglanowych - gez z przewarstwieniami wapieni. Są to skały, w budowie których udział węglanu wapnia CaCO_3 waha się w zakresie 10,0 - 54,3%. Nie jest zatem spełniony wymóg określony w części § 5 rozporządzenia z 1959 r., mówiący że *grunt cmentarza powinien być bez zawartości węglanu wapnia.* Cały obszar geologicznej jednostki zwanej niecką lubelską rozciągający się od Wieprza na północy po Rostocze na południu oraz od Wisły po Bug zbudowany jest z różnych ogniw skał węglanowych, w budowie których znaczący udział ma węglan wapnia CaCO_3 . Tylko lokalnie, kredowe skały węglanowe przykryte są osadami czwartorzędowymi.
11. Współczynniki filtracji skał położonych ponad zwierciadłem wody (do głębokości wierceń tj. 12 m) określone metodą zalewania wynoszą 0,21 – 0,85 m/d. Są to typowe wartości dla średniej i słabej wodoprzepuszczalności charakteryzującej strefy wododziałowe. Jest tu zatem spełniony wymóg określony w części § 5 rozporządzenia z 1959 r., mówiący że *grunt cmentarza powinien być możliwie przepuszczalny.....*
12. Pobrane grunty z terenu cmentarza charakteryzują się odczynem słabo zasadowym w zakresie pH 7,4 - 8,4 (średnio 8,0). Jest to typowy odczyn dla gruntów z dużym udziałem węglanu wapnia CaCO_3 . Minister Gospodarki Komunalnej w rozporządzeniu z 1959 r. nie podaje, jakie są zalecane wartości odczynu gruntów przeznaczonych pod cmentarze, a odnosi się jedynie do konieczności wykonania takich badań. Można pośrednio przypuszczać, że odczyn winien być obojętny lub słabo kwaśny ($\text{pH} \leq 7$), bo taki posiadają grunty nie zawierające węglanu wapnia.

13. Wilgotność przebadanych gruntów wynosi od 16,3% do 72,9%. Wartość średnia to 33,6%. Za utrzymującą się wilgotność gruntu odpowiadają minerały ilaste zawarte w gezie, które z łatwością chłoną infiltrującą wodę opadową. Podobnie jak w przypadku odczynu Minister Gospodarki Komunalnej w rozporządzeniu z 1959 r. nie precyzuje, jaka jest zalecana wilgotność gruntów przeznaczonych pod cmentarze. Można jedynie przypuszczać, że grunty dobrze przepuszczalne położone ponad zwierciadłem wody winny być mało zawilgocone.
14. Omawiany obszar przeznaczony pod rozbudowę cmentarza na Majdanku nie w pełni spełnia wymogi określone w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Komunalnej z dnia 25.08.1959 w sprawie określenia, jakie tereny pod względem sanitarnym są odpowiednie na cmentarze (Dz. U. Nr 52, poz. 315). W kolizji z obowiązującymi przepisami jest położenie cmentarza na terenie zbudowanym ze skał węglanowych i w obszarze spływu wód podziemnych do ujęcia komunalnego Dziesiąta. Grunt pod cmentarzem stanowią skały węglanowe, w których średnia zawartość węglanu wapnia CaCO_3 wynosi 39,8%. Zwierciadło wód gruntowych nachylone jest ku dolinie Czerniejówki, w której położone jest ujęcie Dziesiąta dostarczające wodę pitną i na potrzeby gospodarcze mieszkańców Lublina.
15. Okolicznością łagodzącą konflikt pomiędzy lokalizacją cmentarza i ujęciem Dziesiąta jest m.in. niewielki, bo zaledwie 20% udział wód spod cmentarza w zasilaniu ujęcia. Mimo funkcjonowania cmentarza od 40 lat nie obserwuje się jego negatywnego wpływu na jakość wód podziemnych.
16. W *Opinii hydrogeologicznej dotyczącej cmentarza komunalnego przy ul. Droga Męczenników Majdanka w Lublinie*, biorąc pod uwagę istniejące warunki hydrogeologiczne i spływ wód podziemnych w stronę ujęcia komunalnego Dziesiąta, zaproponowano granicę rozdzielającą pochówki tradycyjne od kolumbariów. Linia rozgraniczająca pochówki tradycyjne i kolumbaria pokrywa się w przybliżeniu z izochroną 25 lat sumarycznego czasu dopływu wody do ujęcia Dziesiąta.
17. Ujęcie Dziesiąta nie posiada do tej pory strefy ochronnej ustanowionej przez dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie. Zasięg proponowanej strefy ochronnej pokazano w dokumentacji opracowanej w 2013 r. Wschodnia granica terenu ochrony pośredniej A i B opiera się o ul. Wyzwolenia, zatem przebiega w odległości ok. 450 m od południowej granicy cmentarza. Cały cmentarz położony jest więc poza proponowaną strefą ochronną ujęcia.

18. Prowadzony systematycznie monitoring jakościowy wód podziemnych nie wykazuje negatywnego wpływu cmentarza na stan chemiczny wód. Wody podziemne występujące w rejonie cmentarza to wody bardzo dobrej i dobrej jakości, gdzie wartości elementów fizykochemicznych są kształtowane wyłącznie w efekcie naturalnych procesów hydrogeochemicznych zachodzących w warstwie wodonośnej i jej nadkładzie.

8. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W OPINII GEOTECHNICZNEJ

8.1. Przepisy prawne

[1]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz. Ustaw nr 0, poz. 463 z dnia 27 kwietnia 2012 r).

[2]. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 roku w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. nr 43, poz. 430).

[3]. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Komunalnej z dnia 25 sierpnia 1959 r. w sprawie określenia, jakie tereny pod względem sanitarnym są odpowiednie na cmentarze - Dz. U. z 1959 r., Nr 52, poz. 315.

[4]. Ustawa z dnia 15 grudnia 2015 r. o cmentarzach i chowaniu zmarłych – tekst jednolity Dz. U., poz. 2126.

8.2. Normy państwowe i branżowe

[5]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

[6]. PN-EN 1997-2 Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne. Część 2 Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.

[7]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

[8]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.

8.3. Literatura i geologiczne materiały archiwalne

[9]. Butrym J., Harasimiuk M., Henkiel A., Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, Arkusz Lublin (749), Instytut Geologiczny, 1980 r.

- [10]. Kondracki J. – Geografia regionalna Polski, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2002 r.
- [11]. Paczyński B., Sadurski A. [red.] – Hydrogeologia regionalna Polski, PIG, Warszawa 2007 r.
- [12]. Pietruszka W., Zezula H. - Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 ark. Lublin – pierwszy poziom wodonośny - występowanie i hydrodynamika. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2006.
- [13]. Szczerbicka M., – Opinia hydrogeologiczna dotycząca cmentarza komunalnego przy ul. Droga Męczenników Majdanka w Lublinie. Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A. Zakład w Lublinie, Lublin 2014 r.
- [14]. Wiłun Z. – Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1982 r.
- [15]. Pazdro Z., - Hydrogeologia ogólna. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977 r..
- [16]. Szczerbicka M., - Sprawozdanie z monitoringu prowadzonego w rejonie cmentarza komunalnego przy ul. Droga Męczenników Majdanka w Lublinie w 2015 r. Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A. Zakład w Lublinie, Lublin 2015 r.
- [17]. Szczerbicka M., - Sprawozdanie z monitoringu prowadzonego w rejonie cmentarza komunalnego przy ul. Droga Męczenników Majdanka w Lublinie w 2014 r. Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A. Zakład w Lublinie, Lublin 2014 r.
- [18]. Szczerbicka M., Pietruszka W. – Dokumentacja hydrogeologiczna określająca warunki hydrogeologiczne w rejonie cmentarza komunalnego przy ul. Droga Męczenników Majdanka w Lublinie. PG POLGEOL S. A. Zakład w Lublinie, 2009.
- [19]. Szczerbicka M., Piertuszka W. – Program działań zabezpieczających ujęcie wody Dziesiąta przed teoretycznie możliwym szkodliwym wpływem cmentarza komunalnego przy ul. Droga Męczenników Majdanka w Lublinie. Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A. Zakład w Lublinie, 2010.
- [20]. Janica D i in. - Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ujęć wód podziemnych z utworów kredowych dla wodociągów miejskich miasta Lublina dla ustanowienia strefy ochronnej ujęcia „Dziesiąta”. Kancelaria Środowiska, Warszawa, 2013.