

**Budowa i przebudowa infrastruktury związanej z rozwojem funkcji gospodarczych
na szlakach wodnych Wielkich Jezior Mazurskich
wraz z budową śluzy „Guzianka II” i remontem śluzy „Guzianka I” /
Etap II B – przebudowa i umocnienie 5 kanałów na szlaku od Mikołajek do Giżycka**

INWESTOR:

REGIONALNY ZARZĄD GOSPODARKI WODNEJ w WARSZAWIE

PROJEKTANT:



ENERGOPROJEKT[®] - WARSZAWA SA
PROJEKTOWANIE DORADZTWO REALIZACJA

Umowa nr P-2649/716-R/IR/17

PRZEBUDOWA I UMOCNIE NIE KANAŁU MIO DUŃSKIEGO
w km 37+05 – 38+97 szlaku głównego
Pisz - Węgorzewo

poz. II.7.
DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

Warszawa. grudzień 2017 r.



ENERGOPROJEKT®-WARSZAWA SA
PROJEKTOWANIE DORADZTWO REALIZACJA

Pracownia
PEW

KOD węzła EPW
OW07

KOD fazy
ZD

strona
1

ul.Krucza 6/14. 00-950 Warszawa 1. skr.poczt. 184. tel. 22 621 02 81 e-mail: poczta@energoprojekt.pl

Oznaczenia wg ENERGOPROJEKT-WARSZAWA SA	KOD Obiektu	IN	Kan. Mioduński
Symbol Umowy P-2649	poz. II.7.	Nr arch.	1 409 602_00
Oznaczenia wg ZAMAWIAJĄCEGO			
Symbol Umowy 716/IR-R/17	poz. -	Nr arch.	

Nazwa obiektu	KANAŁ MIODUŃSKI w km 37+05 - 38+97 szlaku głównego Pisz - Węgorzewo		
Faza	DOKUMENTACJA DO UZGODNIEŃ		
Tytuł projektu	Budowa i przebudowa infrastruktury związanej z rozwojem funkcji gospodarczych na szlakach wodnych Wielkich Je- zior Mazurskich wraz z budową śluzy „Guzianka II” i remon- tem śluzy „Guzianka I” / Etap II B – przebudowa i umocnie- nie 5 kanałów na szlaku od Mikołajek do Giżycka Przebudowa i umocnienie Kanału Mioduńskiego.		
Tom	DOKUMENTACJA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA		
Zeszyt	-		
Branża			
Nazwa i kody Wspólnego Słownika Zamówień (CPV)			
Nazwa Zamawiającego	Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie		
Adres Zamawiającego	ul. Zarzecze 13B. 03-194 Warszawa		
Spis zawartości		Wykazy uzgodnień. pozwoleń. opinii. oświadczeń. koordynacja	
	str.		str.

Niżej podpisani autorzy projektu oświadczają, że niniejsza praca projektowa jest wykonana zgodnie z umową, obowiązującymi przepisami techniczno-budowlanymi oraz zasadami wiedzy technicznej i zostaje wykonana jako kompletna z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Funkcja	Imię, nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Projektanci / Specjaliści	mgr inż. Joanna Bachusz - Skorupa	VII-1603	
	mgr inż. Anna Kozłowska	VII-1801	
	mgr. inż. Konrad Ciesielski		
	mgr Paulina Kosińska		
Kierownik Projektu	mgr inż. Andrzej Kołodziejczyk	MAZ/0136/POOK/04	
Kier. Pracowni / Działu	mgr inż. Zbigniew Pawlak	St-281/88	
Generalny Projektant / Kierownik Projektu	mgr inż. Andrzej Sowiński	633/66/Ww	

Warszawa Grudzień 2017 r.

**PRAWA AUTORSKIE I WŁASNOŚCI PRZEMYSŁOWEJ PRAWEM CHRONIONE
I REGULOWANE UMOWĄ Z ZAMAWIAJĄCYM**



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] Sp. z o.o.

85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

NIP 554-030-81-06

REGON 008004517

KRS 0000226657

N r p r a c y

3005/2017

Nr opracowania

03

P r z e b u d o w a i u m o c n i e n i e
Z A D A N I E **k a n a ł u M i o d u Ń s k i e g o**



ZAMAWIAJĄCY

Energoprojekt Warszawa S.A.
ul. Krucza 6/14. 00-537 Warszawa



PODMIOT
FINANSUJĄCY

Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej
Warszawa ul. Zarzecze 13B. 03-194 Warszawa

TYTUŁ DOKUMENTACJI

D o k u m e n t a c j a
geologiczno - inżynierska

określająca warunki geologiczno-inżynierskie na potrzeby posadawiania obiektów budowlanych inwestycji liniowych – dla przebudowy i umocnienia kanału Mioduńskiego.

	Imię i nazwisko. numer uprawnień	Data	Podpis
Skład zespołu sporządzającego dokumentację	mgr inż. Joanna Bachusz-Skorupa uprawnienia geologiczne VII-1603	grudzień 2017	
	mgr inż. Anna Kozłowska uprawnienia geologiczne VII-1801	grudzień 2017	
	mgr. inż. Konrad Ciesielski	grudzień 2017	
	mgr Paulina Kosińska	grudzień 2017	
	techn. Patrycja Szmelter	grudzień 2017	
Kierownik podmiotu	mgr inż. Zbigniew Ciesielski	grudzień 2017	

BYDGOSZCZ, GRUDZIEŃ 2017 ROK

© GEOTECH[®] Sp. z o.o. 85-383 Bydgoszcz, ul. Kartuska 15 telefony: (052) 37967740 602636790
telefaks (052) 3796862 e-mail: geotech@geotech.com.pl http://www.geotech.com.pl

Przebudowa i umocnienie kanału Mioduńskiego

**KARTA INFORMACYJNA
DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEJ
(sporządzona na podstawie archiwalnych wyników badań)**

Tytuł dokumentacji:	<i>Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla przebudowy i umocnienia kanału Mioduńskiego</i>
Data rozpoczęcia badań:	październik 2017
Data zakończenia badań:	listopad 2017
Liczba wykonanych wierceń:	36 szt.
Łączny metraż wierceń:	437,0 mb
Wykonawca wierceń:	Przedsiębiorstwo Geotechniczno-Konsultingowe GEOTECH Sp. z o.o. w Bydgoszczy skład osobowy: Bartosz Cholewziński mgr Mateusz Kozłowski mgr Paweł Krzyżanowski Piotr Marciszewski Janusz Sołtysiak Jerzy Zieliński Bageo S.C. (ul. Grzymały Siedleckiego 14; 85-001 Bydgoszcz) Zakład Geologiczny „GEOSERVIS” Tadeusz Zarucki (Lipowiec 9; 12-100 Szczytno)
Głębokość wierceń:	od: 4.0 m do: 15.0 m
Opróbowanie otworów. wykonawca:	mgr inż. Joanna Bachusz-Skorupa <i>uprawnienia geologiczne VII-1603</i> <i>uprawnienia geologiczne XI-027/POM</i> <i>uprawnienia geologiczne XII-012/POM</i>
Liczba wykonanych sondowań dynamicznych:	11
Łączny metraż sondowań dynamicznych:	135,3 mb
Rodzaj sondowań dynamicznych:	sondowania DPM. DPSH. ZW-ITB
Ilość wykonanych sondowań udarowo - obrotowych:	9 szt.
Rodzaj wykonanych sondowań udarowo - obrotowych:	sondowania SLVT. ZW-ITB
Wykonawca sondowań:	Przedsiębiorstwo Geotechniczno-Konsultingowe GEOTECH Sp. z o.o. w Bydgoszczy Skład osobowy: Lucjan Mrówka <i>uprawnienia geologiczne XI-032/POM</i> <i>uprawnienia geologiczne XII-017/POM</i> Bartosz Cholewziński mgr Mateusz Kozłowski mgr Paweł Krzyżanowski Piotr Marciszewski Janusz Sołtysiak Jerzy Zieliński Bageo S.C. (ul. Grzymały Siedleckiego 14; 85-001 Bydgoszcz)

Przebudowa i umocnienie kanału Mioduńskiego

Położenie otworów badawczych w państwowym układzie współrzędnych:			
Numer otworu:	Współrzędne X	Współrzędne Y	Rzędna H
M1	5972095.0349	7539521.8646	116.23
M2	5972098.8948	7539593.1484	116.65
M3	5972113.1933	7539691.4926	116.38
M4	5972132.6109	7539793.7900	118.75
M5	5972156.4467	7539886.6388	116.40
M6	5972179.0538	7539980.4237	117.38
M7	5972200.8498	7540079.6145	116.85
M8	5972224.6725	7540176.7354	116.73
M9	5972248.1757	7540273.9342	116.50
M10	5972269.6735	7540371.5961	116.65
M11	5972294.1999	7540468.5417	115.96
M12	5972316.8827	7540565.9352	116.10
M13	5972340.9751	7540662.9896	116.60
M14	5972363.3487	7540760.4546	116.23
M15	5972385.2400	7540858.0290	116.24
M16	5972409.6921	7540954.9934	115.97
M17	5972457.2170	7541045.5404	115.94
M18	5972049.0566	7539448.9890	116.47
M19	5972055.5441	7539548.7784	116.38
M20	5972069.3800	7539647.8166	116.68
M21	5972084.4107	7539746.6805	117.71
M22	5972105.3220	7539844.4697	116.69
M23	5972126.1647	7539942.2735	117.90
M23k	5972140.0344	7539991.0390	117.22
M24	5972150.5394	7540046.7322	117.25
M24k	5972162.5306	7540085.0025	117.14
M25	5972173.7007	7540136.5392	117.17
M25k	5972182.5056	7540175.5581	117.26
M26	5972196.2099	7540233.9730	116.60
M27	5972228.1692	7540358.9451	116.43
M28	5972244.4481	7540428.0537	116.33
M29	5972267.0367	7540525.4690	116.13
M30	5972291.8815	7540622.4069	115.84
M31	5972312.9569	7540709.4774	116.32
M33	5972339.7896	7540921.8112	116.15
M34	5972375.5809	7541016.5506	115.92
Położenie sondowań dynamicznych w państwowym układzie współrzędnych:			
Numer otworu:	Współrzędne X	Współrzędne Y	Rzędna H
M1	5972094.7113	7539523.8537	116.23
M9	5972247.3114	7540272.2165	116.50
M10	5972270.9756	7540372.8761	116.65
M12	5972318.0743	7540564.0231	116.10
M17	5972458.7730	7541045.5828	115.94

Przebudowa i umocnienie kanału Mioduńskiego

M19	5972054.8654	7539547.0840	116.38
M23	5972125.4040	7539940.5627	117.90
M24	5972149.2329	7540044.9766	117.25
M25	5972174.2310	7540138.2592	117.17
M26	5972196.6950	7540235.7470	116.60
M27	5972228.3095	7540360.5644	116.43
Układ odniesienia:	Układ 2000. strefa 7		
Miejsce przechowywania próbek gruntu:	85-426 Bydgoszcz. ul. Bronikowskiego 31		
Pomiary presjometryczne. dylatometryczne i inne:	nie dotyczy (nie wykonywano badań presjometrycznych i dylatometrycznych)		
Badania geofizyczne:	nie dotyczy (nie wykonywano badań geofizycznych)		
Rodzaj i liczba badań laboratoryjnych:	Zawartość części organicznych – 2 szt.		
	Stopień rozkładu torfu – 2 szt.		
	Ciężar objętościowy – 8 szt.		
	Badanie agresywności wody – 1 szt.		
Wykonawca badań laboratoryjnych:	mgr Paulina Kosińska		
Roboty ziemne:	nie dotyczy (nie wykonywano robót ziemnych)		

Sporządzający dokumentację: numer uprawnień geologicznych	Podpis
mgr inż. Joanna Bachusz-Skorupa VII-1603	
mgr inż. Anna Kozłowska VII-1801	

Bydgoszcz. grudzień 2017 rok

Przebudowa i umocnienie kanału Mioduńskiego

SPIS TREŚCI

do dokumentacji geologiczno - inżynierskiej

SPIS TREŚCI	8
SPIS ZAŁĄCZNIKÓW	11
DO DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIEJ	11
CZĘŚĆ OPISOWA	13
1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA	13
1.1. Podstawa opracowania	13
1.2. Przedmiot opracowania	13
1.3. Cel i zakres badań geologiczno - inżynierskich	14
2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI	14
2.1. Lokalizacja inwestycji	14
2.2. Położenie względem jednostek podziału administracyjnego ...	15
2.3. Dane techniczne	15
2.4. Warianty planowanych rozwiązań	15
2.5. Zakres planowanych robót.....	16
2.6. Użytkowanie i zagospodarowanie terenu	17
2.7. Obszary chronione	17
2.8. Kategoria geotechniczna	17
3. WYKONANE PRACE GEOLOGICZNE	18
3.1. Wiercenia	18
3.2. Sondowania dynamiczne	19
3.3. Sondowania udarowo - obrotowe.....	20
3.4. Opróbowanie wyrobisk.....	20
3.5. Badania laboratoryjne.....	21
3.5.1. Badania próbek gruntów.....	21
3.5.2. Badanie wody podziemnej	22
3.6. Prace kameralne	22
3.7. Określenie stopnia osiągnięcia zamierzonego celu badań geologicznych.....	23
4. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ.....	24
4.1. Fizjografia, morfologia oraz hydrografia obszaru	24

4.2. Budowa geologiczna	25
4.2.1. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	25
4.2.2. Stratygrafia i litologia	25
4.3. Warunki hydrogeologiczne.....	27
4.3.1. Charakterystyka jednostek hydrogeologicznych oraz głównego użytkowego poziomu wód podziemnych.....	27
4.3.2. Stopień zagrożenia głównego poziomu wodonośnego	28
4.3.3. Położenie inwestycji w stosunku do Głównych Zbiorników Wód Podziemnych	28
4.3.4. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej	29
4.3.5. Warunki filtracji.....	29
4.3.6. Obszary zagrożone podtopieniami.....	30
4.4. Zasoby złóż kopalin miejscowych.....	32
5. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA PODŁOŻA GRUNTOWEGO	33
5.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie	33
5.2. Warunki geologiczno-inżynierskie określone na podstawie badań geologicznych	33
5.3. Przydatność gruntów z wykopów	34
5.4. Charakterystyka wydzielonych warstw geologiczno- inżynierskich i ich własności	36
5.5. Prognozowane zmiany w warunkach geologiczno- inżynierskich	40
6. ZALECENIA DOTYCZĄCE PROWADZENIA MONITORINGU	41
7. PROGNOZA WPŁYWU NA ŚRODOWISKO	42
7.1. Prognoza zmian w środowisku oraz ocena możliwości wykonania inwestycji.....	42
7.1.1. Zasadnicze uwarunkowania geologiczno-środowiskowe inwestycji.....	42
7.1.2. Zagrożenia związane z oddziaływaniem planowanej inwestycji.....	43
7.2. Ocena możliwości wykonania inwestycji z punktu widzenia ochrony środowiska wodno-gruntowego	43
7.3. Zalecenia ochronne dotyczące etapu budowy i eksploatacji planowanej inwestycji.....	44

7.4. Określenie kierunków rekultywacji i zagospodarowanie terenu	45
8. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA	45
8.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geologiczno-inżynierskich	45
8.2. Wnioski z przeprowadzonych badań dotyczące posadowienia	47
9. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEJ	48
9.1. Przepisy prawne.....	48
9.2. Normy państwowe i branżowe	48
9.3. Mapy geologiczne. sytuacyjne i topograficzne	49
9.4. Objąsńienia do map.....	50
9.5. Literatura.....	50
9.6. Opracowania archiwalne.....	51

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

do dokumentacji geologiczno - inżynierskiej

Z1. *Mapy orientacyjne*

- Z1/1 Mapy z lokalizacją inwestycji
 - Z1/1.1 Mapa przeglądowa. Skala 1:250 000.
 - Z1/1.2. Mapa topograficzna. Skala 1:50 000.
- Z1/2. Mapa geośrodowiskowa Polski. Arkusz Ryn. Skala 1:50 000.
- Z1/3. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Ryn. Skala 1:50 000.
- Z1/4. Mapa hydrogeologiczna Polski. Arkusz Ryn. Skala 1:50 000.
- Z1/5. Mapa hydrogeologiczna Polski – pierwszy poziom wodonośny występowanie i hydrodynamika. Arkusz Ryn. Skala 1:50 000.

Z2. *Mapy szczegółowe*

- Z2/1 Mapa dokumentacyjna
 - Z2/1.1 Schemat arkuszy mapy dokumentacyjnej. Skala 1:10 000.
 - Z2/1.2 Mapa dokumentacyjna. Arkusz 1. Skala 1:1 000.
 - Z2/1.3 Mapa dokumentacyjna. Arkusz 2. Skala 1:1 000.
- Z2/2 Mapa geologiczno – inżynierska
 - Z2/2.1 Schemat arkuszy mapy geologiczno – inżynierskiej. Skala 1:10 000.
 - Z2/2.2 Mapa geologiczno - inżynierska. Arkusz 1. Skala 1:1 000.
 - Z2/2.3 Mapa geologiczno - inżynierska. Arkusz 2. Skala 1:1 000.
- Z2/3 Mapa stropu utworów słabonośnych wraz z ich miąższością.
 - Z2/3.1 Schemat arkuszy mapy stopu utworów słabonośnych wraz z ich miąższością. Skala 1:10 000.
 - Z2/3.2 Mapa stropu utworów słabonośnych wraz z ich miąższością. Arkusz 1. Skala 1:1 000.
 - Z2/3.3 Mapa stropu utworów słabonośnych wraz z ich miąższością. Arkusz 2. Skala 1:1 000.

Z3. *Objaśnienia znaków i symboli użytych na przekrojach geologiczno – inżynierskich. w legendzie oraz na metrykach otworów wiertniczych.*

Z4. *Legenda do metryk i przekrojów geologiczno-inżynierskich.*

Z5. *Przekroje geologiczno-inżynierskie.*

- Z5/1÷2 Przekroje geologiczno - inżynierskie podłużne I-I oraz II-II. Skala 1:200/2 000.
- Z5/3÷33 Przekroje geologiczno – inżynierskie poprzeczne III-III ÷ XXXIII-XXXIII. Skala 1:100/500.

Z6. Zestawienie wyników badań terenowych

Z6/1.1÷36 Metryki otworów wiertniczych.

Z6/2.1÷11 Metryki sondowań dynamicznych.

Z6/3.1÷9 Metryki sondowań udarowo-obrotowych.

Z7. Zestawienie wyników badań laboratoryjnych

Z7/1 Zbiorcze zestawienie wyników badań laboratoryjnych.

Z7/2 Wyniki analizy wody.

CZĘŚĆ OPISOWA

do dokumentacji geologiczno – inżynierskiej

1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

1.1. Podstawa opracowania

Opracowanie wykonano na podstawie zlecenia - umowy nr 23/PEW/2017/Kanały Mazurskie zawartej pomiędzy Energoprojekt Warszawa SA (00-950 Warszawa. ul. Krucza 6/14). a Przedsiębiorstwem Geotechniczno - Konsultingowym GEOTECH® Sp. z o.o. (85-383 Bydgoszcz. ul. Kartuska 15).

Umowa została zarejestrowana w Przedsiębiorstwie Geotechniczno - Konsultingowym GEOTECH Sp. z o.o. pod numerem wewnętrznym 3005/2017.

Inwestorem przedsięwzięcia jest Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja geologiczno-inżynierska sporządzana w celu określenia warunków geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadowienia obiektów budowlanych inwestycji liniowych dla przebudowy i umocnienia kanału Mioduńskiego w km 37+05 – 38+97 szlaku głównego Pisz – Węgorzewo.

Orientacyjną lokalizację dokumentowanego terenu przedstawiono na mapie przeglądowej i topograficznej zamieszczonych odpowiednio w załącznikach nr Z1/1.1 oraz Z1/1.2.

Niniejsza dokumentacja została opracowana na podstawie archiwalnych badań geologicznych [39] wykonywanych na potrzeby przedmiotowego zadania.

Niniejsza dokumentacja geologiczno – inżynierska została sporządzona w szczególności i zakresie określonym w oparciu o Rozporządzenie [1].

1.3. Cel i zakres badań geologiczno - inżynierskich

Celem badań geologicznych jest rozpoznanie budowy geologicznej podłoża budowlanego i występujących w tym podłożu warunków hydrogeologicznych, określenie cech fizycznych i mechanicznych gruntów oraz innych własności gruntów dla potrzeb przebudowy i umocnienia przedmiotowego kanału.

Dokumentacja swoim zakresem obejmuje przedstawienie:

- Metodyki, zakresu i wyników wykonanych badań terenowych oraz laboratoryjnych,
- prac kameralnych,
- zarysu fizjografii, geomorfologii i hydrografii.
- warunków geologicznych i hydrogeologicznych,
- charakterystyki geologiczno - inżynierskiej podłoża gruntowego,
- zaleceń i wniosków końcowych.

2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI

2.1. Lokalizacja inwestycji

Kanał Mioduński jest kanałem żeglownym na szlaku głównym Pisz – Węgorzewo. Znajduje się w km 37+05 – 38+97 wyżej wymienionego szlaku. Pod względem administracyjnym przedmiotowy kanał zlokalizowany jest w gminie Ryn, powiecie giżyckim w województwie warmińsko - mazurskim. Odcinek długości około 930 m od strony jeziora Szymon graniczy od południa z gminą Mikołajki należącą do powiatu mrągowskiego.

Kanał Mioduński łączy jezioro Kotek Wielki z jeziorem Szymon. Kanał przecina droga ze wsi Zielony Lasek do wsi Mioduńskie. Około 400 m od wlotu kanału z jeziora Kotek Wielki znajduje się most drogowy na wyżej wymienionej drodze.

2.2. Położenie względem jednostek podziału administracyjnego

Lokalizację dokumentowanego obszaru badań przedstawiono na mapie przeglądowej w załączniku nr Z1/1.1 oraz na mapie topograficznej stanowiącej załącznik Z1/1.2.

Pod względem administracyjnym przedmiotowy kanał zlokalizowany jest w gminie Ryn, powiecie giżyckim w województwie warmińsko - mazurskim. Odcinek długości około 930 m od strony jeziora Szymon graniczy od południa z gminą Mikołajki należącą do powiatu mrągowskiego.

2.3. Dane techniczne

Poniżej zestawiono podstawowe parametry techniczne kanału będącego przedmiotem opracowania.

- Położenie: km 37+05 – 38+97 szlaku głównego Pisz – Węgorzewo
- Długość: 1920 m,
- Szerokość: 25,0 m,
- Głębokość: 1,6 – 2,5 m [40].

2.4. Warianty planowanych rozwiązań

Ogólnym założeniem prac budowlanych jest zachowanie istniejącego przebiegu kanału oraz istniejącej szerokości z niewielkimi korektami wykonanymi w celu poprawy geometrii kanału oraz udrożnienie kanału, tak aby dla istniejącej szerokości kanału była w nim zachowana minimalna głębokość 1,60 m dla minimalnego poziomu wody w kanale wynoszącego 115,55 m n.p.m..

W ramach planowanego przedsięwzięcia na etapie koncepcji rozważano następujące warianty wykonania przebudowy i umocnienia kanału Mioduńskiego:

- **Wariant I** – wykonanie ubezpieczeń brzegów kanału w postaci ścianki szczelnej z oczepem żelbetowym,
- **Wariant II** – wykonanie ubezpieczeń brzegów kanału w postaci pali żelbetowych z oczepem żelbetowym i założonymi za pale płytami żelbetowymi,
- **Wariant III** – wykonanie skarpowych ubezpieczeń brzegów kanału,

- **Wariant IV** – połączenie wariantów I i III (ścianka szczelna z oczepem żelbetowym na części kanału oraz ubezpieczenia skarpowe na pozostałej części kanału) [40].

2.5. Zakres planowanych robót

W ramach przedsięwzięcia są planowane następujące roboty budowlane:

- przebudowa umocnienia brzegów kanału,
- wykonanie na wejściach do kanału od strony jeziora Kotek Wielki i jeziora Szymon główek,
- wykonanie drabinek wejściowych wkomponowanych w konstrukcję nowych ubezpieczeń brzegów,
- udrożnienie kanału tak, aby uzyskać dla minimalnego poziomu wody w kanale (115,55 m n.p.m.) minimalną głębokość 1,60 m,
- udrożnienie wlotów do kanału od strony jeziora Kotek Wielki i jeziora Szymon na szerokości 20 - 30 m i długości do 50 m w głąb jezior tak, aby uzyskać w tym obszarze dla minimalnego poziomu wody w kanale (115,55 m n.p.m.) minimalną głębokość 1,60 m,
- udrożnienie odcinków rowów melioracyjnych w granicach działek RZGW Warszawa wraz z wylotami do kanału,
- wykonanie przejść (brodów) dla zwierząt,
- remont masztu rurowego nawigacyjnego od strony jeziora Kotek Wielki,
- wykonanie masztu rurowego od strony jeziora Szymon,
- wycinka drzew i krzewów oraz usunięcie karp będących w kolizji z planowanymi robotami,
- formowanie skarp wraz z humusowaniem i obsiewem mieszaną traw,
- ustawienie nowego oznakowania nawigacyjnego [40].

Roboty budowlane będą wykonywane z wody przy uwzględnieniu otwarcia kanału dla żeglugi w okresie żeglugowym (1 kwiecień – 31 październik).

Wiąże się to z koniecznością wykonania tymczasowego oznakowania nawigacyjnego na czas prowadzenia robót.

2.6. Użytkowanie i zagospodarowanie terenu

Dokumentowany obszar badań zlokalizowany jest w obrębie gruntów ornych oraz łąk na glebach pochodzenia organicznego. Do kanału Mioduńskiego dopływają liczne rowy melioracyjne (5 szt. na brzegu prawym i 2 szt. na brzegu lewym). Nad kanałem przebiega linia energetyczna, natomiast pod kanałem mogą przebiegać linie przesyłowe różnych sieci. Skarpy kanału są porośnięte trawą, wzdłuż kanału na części długości znajduje się rząd drzew. Na lewym brzegu od strony jeziora Kotek Wielki znajduje się maszt stalowy rurowy nawigacyjny.

Położenie zakresu opracowania na tle generalnych elementów zagospodarowania przedstawiono na mapie geosrodowiskowej w załączniku nr Z1/2.

2.7. Obszary chronione

Obszar badań objęty opracowaniem przecina Obszar Chronionego Krajobrazu o nazwie Krainy Wielkich Jezior Mazurskich [19, 24, 27]. Obszar ten został wyróżniony ze względu na wyróżniający się krajobraz o zróżnicowanych ekosystemach, wartościowych ze względu na możliwość zaspokojenia potrzeb związanych z turystyką i wypoczynkiem lub pełniących funkcję korytarzy ekologicznych.

Dokumentowany obszar badań znajduje się poza zasięgiem obszarów Natura 2000.

2.8. Kategoria geotechniczna

Kategorię geotechniczną ustala się w zależności od stopnia skomplikowania warunków gruntowych oraz konstrukcji obiektu budowlanego. charakteryzujących możliwości przenoszenia odkształceń i drgań, stopnia złożoności oddziaływań, stopnia zagrożenia życia i mienia awarią konstrukcji jak również od wartości zabytkowej lub technicznej obiektu budowlanego i możliwości znaczącego oddziaływania tego obiektu na środowisko. Kategorię geotechniczną całego obiektu budowlanego lub jego poszczególnych części określa się na podstawie badań geotechnicznych gruntu.

Kategorię geotechniczną, wynikającą ze stopnia skomplikowania warunków gruntowo – wodnych określono według [2] na II.

W dalszych etapach projektowania a nawet budowy dopuszcza się zmianę kategorii geotechnicznej [2, 12].

3. WYKONANE PRACE GEOLOGICZNE

Dokumentacja została opracowana na podstawie archiwalnych badań geologicznych przeprowadzonych na potrzeby opracowania geotechnicznych warunków posadowienia [39] dla przedmiotowego zadania. W niniejszym punkcie zestawiono badania archiwalne (wiercenia, sondowania, pobór próbek gruntu oraz wody podziemnej), badania laboratoryjne oraz prace kameralne.

3.1. Wiercenia

Z poziomu istniejącego terenu wykonano 36 otworów wiertniczych o łącznym metrażu 437,0 m. Wiercenia prowadzono zgodnie z metodyką zawartą w normie [10]. Wszystkie wiercenia otworów prowadzono systemem mechaniczno – obrotowym. Otwory wiertnicze wykonywano o średnicy 4" i 6".

Głębokości poszczególnych otworów są następujące:

Lp.	Głębokość otworu	Liczba otworów	Wyszczególnienie otworów	Łączny metraż wierceń
1.	4,0	3	M23k, M24k, M25k	12,0
2.	6,0	1	M33	6,0
3.	12,0	8	M1, M2, M3, M5, M8, M16, M17, M31	96,0
4.	13,0	14	M7, M9, M10, M11, M12, M14, M15, M18, M25, M26, M27, M28, M29, M30	182,0
5.	13,5	2	M19, M20	27,0
6.	14,0	6	M6, M13, M21, M23, M24, M34	84,0
7.	15,0	2	M4, M22	30,0
Razem:				437,0

Lokalizacje wierceń przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w załączniku nr Z2/1. Wyniki wierceń

umieszczono na przekrojach geologiczno - inżynierskich stanowiących załącznik nr Z5 oraz na metrykach otworów wiertniczych w załączniku Z6/1.

3.2. Sondowania dynamiczne

Występujące w podłożu grunty poddano sondowaniu sondą dynamiczną ZWiTB, DPM oraz DPSH. Sondowania dynamiczne prowadzono z powierzchni terenu, po rozpoznaniu profilu litologicznego występujących gruntów. Wykonano 11 sondowań dynamicznych. Wyniki prowadzonych sondowań zinterpretowano dla występujących gruntów niespoistych. Interpretację sondowań DPM i DPSH przeprowadzono zgodnie z [10], natomiast ZW-ITB według [29]. Badania prowadzono w odległości około 25 średnic od wykonanego otworu wiertniczego. Pominęto interpretację uderzeń w zakresie głębokości krytycznej [10] co wpływa na korzyść bezpieczeństwa. W trakcie interpretacji wyników sondowań dynamicznych pominęto również zwiększenie liczby uderzeń sondy o 50 % w strefie oddziaływania wody podziemnej.

W tabeli poniżej zestawiono wykonane sondowania dynamiczne:

Lp.	Głębokość son-dowania	Liczba sondo-wań	Wyszczególnienie otworów	Łączny me-traż sondo-wań
1.	7,5	1	M10	7,5
2.	11,0	1	M26	11,0
3.	12,0	2	M1, M25	24,0
4.	12,2	1	M17	12,2
5.	13,0	3	M9, M12, M27	39,0
6.	13,6	1	M19	13,6
7.	14,0	2	M23, M24	28,0
Razem:				135,3

Łącznie wykonano 11 sondowań dynamicznych o łącznym metrażu 135,3 m. Metraż i ilość punktów badawczych dostosowano do zakresu występowania gruntów niespoistych. Wyniki sondowań przedstawiono na przekrojach geologiczno - inżynierskich stanowiących załącznik Z5 oraz na kartach sondowań stanowiących załącznik Z6/2.

3.3. Sondowania udarowo - obrotowe

Dla występujących w podłożu gruntów organicznych przeprowadzono badanie wytrzymałości na ścinanie. Badanie przeprowadzono przy użyciu sondy krzyżakowej zgodnie z wymogami normy [10]. Sondę wbijano systemem udarowym (ZW-ITB oraz DPL) rejestrując liczbę uderzeń na każde 10 cm wpędu. Badanie polegało na odczycie momentu obrotowego końcówki krzyżakowej (o wymiarach 40x80 mm) zagłębionej na odpowiednią głębokość przy wykorzystaniu klucza dynamometrycznego.

Wyniki badań. posłużyły przede wszystkim do wyznaczenia wytrzymałości na ścinanie bez odplywu. Wartości wytrzymałości na ścinanie bez odplywu określono dla gruntów organicznych i zamieszczono w legendzie stanowiącej załącznik Z4. Przy wyznaczaniu średnich wartości uwzględniono współczynnik poprawkowy uwzględniający tarcie żerdzi o grunt oraz współczynnik korekcyjny μ zgodnie z zaleceniami normy [10].

Poniżej zestawiono otwory wiertnicze. w których przeprowadzono badanie ścinania wraz z podaniem głębokości ścicia.

Lp.	Numer otworu	Głębokość ścicia [m p.p.t.]	Rodzaj gruntu
1.	M11	1,5	T
2.	M11	3,5	Nmg
3.	M11	5,5	Nmg
4.	M11	7,5	Nmp
5.	M24	3,2	Gy//Krj//Nmg
6.	M24	3,8	Gy//Krj//Nmg
7.	M26	2,4	Gy//Nmg
8.	M26	3,4	Gy//Nmg
9.	M26	4,4	Gy//Nmg

Wyniki ścic zostały przedstawione w załączniku Z6/3.

3.4. Opróbowanie wyrobisk

Podczas wykonywania otworów wiertniczych pobrano 264 szt. próbek gruntów. z czego 192 szt. próbek pobrano metodą B a 72 szt. próbek pobrano metodą C. Próbkę gruntów pobierano z każdej makroskopowo różnej warstwy i nie rzadziej. niż co około 2 m. Wytypowane próbki przewieziono

do laboratorium i ponownie poddano kontrolnym badaniom makroskopowym. W trakcie badań makroskopowych określano dla wszystkich gruntów ich rodzaj, barwę, a dla gruntów mineralnych spoistych dodatkowo ich stan.

Próbki pobrane metodą B odpowiadały klasie jakościowej 3, natomiast pobierane metodą C odpowiadały klasie jakościowej 5.

Miejsca pobrania próbek przedstawiono na przekrojach geologiczno - inżynierskich w załączniku Z5 oraz na metrykach otworów wiertniczych stanowiących załącznik Z6/1.

3.5. Badania laboratoryjne

3.5.1. Badania próbek gruntów

W ramach archiwalnej dokumentacji [39] pobrano w terenie próbki gruntów, które poddano w laboratorium zakładowym kontrolnym badaniom makroskopowym. W trakcie badań makroskopowych oznaczano rodzaj gruntów, ich barwę a dla gruntów spoistych dodatkowo ich stan. Dla wytypowanych próbek gruntów przeprowadzono dalsze szczegółowe badania laboratoryjne. Wszystkie badania laboratoryjne wykonano na podstawie norm [7, 13, 15]. Badania laboratoryjne obejmowały wykonanie wymienionych niżej oznaczeń cech fizycznych próbek gruntów.

Lp.	Rodzaj badania	Jednostka	Symbol	Wykonana liczba badań	Metodyka badania wg normy
1.	Badania makroskopowe	-	-	264	[7]
2.	Wilgotność	[%]	w_n	2	[7]
3.	Ciężar objętościowy	kN/m ³	γ	8	[7]
4.	Zawartość części organicznych (straty przy prażeniu)	[%]	I_z	2	[7]
5.	Stopień rozkładu torfu	[%]	R	2	[15]

Przeprowadzone badania laboratoryjne pozwoliły na określenie i uściślenie podstawowych cech fizycznych gruntów organicznych. Wyniki wykonanych badań laboratoryjnych zestawiono w załączniku nr Z7/1.

3.5.2. Badanie wody podziemnej

Z pobranych próbek wody podziemnej wykonano oznaczenia składu chemicznego.

Celem badań laboratoryjnych było określenie agresywności wody podziemnej w stosunku do betonu. Badania wykonano miernikiem elektrochemicznym HQ40d firmy Hach Lange GmbH oraz testami Visocolor® oraz Quantofix® firmy Macher-Nagel GmbH&Co.KG. Próbkę wody przeznaczoną do badań agresywności węglanowej, tuż po pobraniu została ustabilizowana. Przedmiotem badań były następujące oznaczenia:

Lp.	Rodzaj badania	Jednostka	Symbol	Wykonana liczba badań
1.	Twardość ogólna	$^{\circ}\text{d}$ mmol/l	Tw	1
2.	Kwasowość	pH	H ⁺	1
3.	Zawartość dwutlenku węgla agresywnego	[mg/dm ³]	ag.CO ₂	1
4.	Twardość wapniowa	$^{\circ}\text{d}$ mmol/l	Ca20	1
5.	Zawartość jonów magnezowych	[mg/dm ³]	Mg ²⁺	1
6.	Zawartość jonów amonowych	[mg/dm ³]	NH ₄ ⁺	1
7.	Zawartość jonów siarczanych	[mg/dm ³]	SO ₄ ²⁻	1

Zakres wykonanych badań był zgodny z normą [15]. Wyniki wykonanych oznaczeń przedstawiono w załączniku nr Z7/2.

3.6. Prace kameralne

Wykonane prace kameralne swoim zakresem obejmowały następujące zagadnienia:

- analizę wyników z wyrobisk badawczych,
- obliczenie, na podstawie pozyskanych wyników badań laboratoryjnych oraz terenowych, wartości średnich, odchyłeń standardowych i współczynników zmienności poszczególnych cech fizycznych w wydzielonych warstwach geologiczno – inżynierskich,

- ustalenie wartości pozostałych cech fizyczno - mechanicznych gruntów na podstawie przeprowadzonych badań oraz zależności korelacyjnych przedstawionych w normach [4, 5] oraz literaturze [38],
- opracowanie tabeli wybranych wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów, legendy do metryk oraz przekrojów geologiczno – inżynierskich,
- opracowanie mapy przeglądowej z lokalizacją dokumentowanego terenu,
- opracowanie tematycznych map geologicznych,
- opracowanie mapy dokumentacyjnej z lokalizacją wykonanych wierceń i liniami przekrojów geologiczno - inżynierskich,
- opracowanie przekrojów geologiczno - inżynierskich i map szczegółowych z uwzględnieniem wyników wykonanych prac i badań,
- sporządzenie części opisowej dokumentacji,
- sformułowanie wniosków końcowych i podsumowanie wykonanych badań.

3.7. Określenie stopnia osiągnięcia zamierzonego celu badań geologicznych

Celem badań geologicznych było rozpoznanie budowy geologicznej podłoża i występujących w tym podłożu warunków hydrogeologicznych. określenie cech fizycznych i mechanicznych gruntów oraz innych własności gruntów, które mogą mieć wpływ na ocenę warunków posadowienia projektowanej inwestycji. Dokumentację opracowano na podstawie archiwalnych badań geologicznych wykonanych na potrzeby przedmiotowego zadania [39]. Zakres archiwalnych badań geologicznych, które posłużyły do sporządzenia niniejszego opracowania był wystarczający do określenia warunków geologiczno - inżynierskich zgodnie z Rozporządzeniem [1].

Zasadniczy cel badań geologicznych polegający na określeniu generalnego modelu budowy geologicznej obszaru zamierzonej inwestycji został osiągnięty i przedstawiony w niniejszej dokumentacji.

4. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ

4.1. Fizjografia. morfologia oraz hydrografia obszaru

Pod względem fizycznogeograficznym dokumentowany teren położony jest w rejonie mezoregionu Kraina Wielkich Jezior (842.83) stanowiącej część makroregionu Pojezierze Mazurskie (842.8), który należy do podprowincji Pojezierze Wschodniobałtyckie (842), będącej częścią prowincji Niż Wschodniobałtycko – Białoruski (84) [16].

Kraina Wielkich Jezior (842.83) rozciąga się w obniżeniu pomiędzy: Pojezierzem Mrągowskim od zachodu i Pojezierzem Ełckim od wschodu. Od północy graniczy z Krainą Węgorapy, od południa z Równiną Mazurską, przy czym granicę tworzą formy marginalne (moreny i kemy) fazy poznańskiej na północ od Rucianego. na południe od Sniardw i Orzysza. Na północ od Śniardw ciągną się w kierunku północno - wschodnim formy marginalne fazy pomorskiej. a jezioro jest misą wytopiskową po wielkiej bryle martwego lodu. Kolejne etapy zanikania czaszy lodowcowej zaznaczyły się morenami między Rynem a Giżyckiem i wokół jeziora Niegocin. Największe wysokości nie osiągają nigdzie 200 m n.p.m. [31].

Morfologicznie dokumentowany obszar badań położony jest w obrębie form utworzonych przez roślinność – równinach torfowych jezior polodowcowych i wytopisk. Są to rozległe formy występujące na wysokości 117 do 120 m n.p.m. powstałe w strefie zaakumulowanych mis jeziornych, na obszarach o płytkim zwierciadle wód gruntowych. Jedynie początkowy fragment od strony jeziora Kotek Wielka (za wyjątkiem ujścia do tego jeziora) położony jest w obrębie form pochodzenia lodowcowego – wysoczyzny morenowej falistej [26].

Najbardziej charakterystycznym rysem omawianego regionu jest największy w Polsce zespół połączonych kanałami jezior o łącznej powierzchni 302 km² i o wyrównanym zwierciadle 116 m n.p.m. mający odpływ zarówno na północ przez Węgorapę do Pregocy, jak i na południe przez Pisę i Narew do Wisły.

Połączone zbiorniki wodne dzielą się na trzy grupy obejmujące 24 jeziora. Przedmiotowy kanał łączy jeziora zaliczane do grupy II tj. systemu jezior i kanałów Niegocin - Tałtowisko o łącznej powierzchni 50,81 km².

Dokumentowany obszar badań należy do zlewni Pisy.

Kanał Mioduński łączy jezioro Kotek Wielki z jeziorem Szymon.

Jezioro Kotek Wielki jest niewielkim zbiornikiem (powierzchnia 18 ha, długość 900 m, szerokość 270 m, głębokość 2,5 m). Jezioro to zarośnięte jest wodną i bagienną roślinnością (grzybień, grązel, rdestnica itp.).

Jezioro Szymon o powierzchni 154 ha, długości 1850 m, szerokości 1400 m i głębokości 2,9 m jest położone na Szlaku Wielkich Jezior. Jest płytkim, owalnym i zarastającym akwenem będącym naturalnym tarliskiem wielu gatunków ryb [27].

4.2. Budowa geologiczna

4.2.1. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu

W obrębie arkusza Ryn strop podłoża czwartorzędu wykazuje deniwelacje rzędu 140 m i jest zaburzony glacitektonicznie. Procesy glacitektoniczne wpłynęły też na zaburzenia profili osadów starszych niż czwartorzędowe. Charakter tych zaburzeń wskazuje, iż powstały one w wyniku zarówno dynamicznych odkształceń, jak też na skutek wyparcia osadów pod wpływem obciążeń statycznych, przy każdej z kolejnych transgresji lądolodu [26].

4.2.2. Stratygrafia i litologia

Na podstawie przeprowadzonych badań, literatury geologicznej [26] oraz mapy geologicznej [21] stwierdzono, że podłoże gruntowe w zakresie głębokości wykonanych wierceń zbudowane jest wyłącznie z utworów czwartorzędowych pokrywających badany teren ciągłą warstwą. Czwartorzęd (Q) reprezentowany jest przez utwory plejstocenu i holocenu.

Do grupy plejstocenu włączono utwory fazy pomorskiej stadiału głównego zlodowacenia północnopolskiego: gliny zwałowe (${}^gQ^{2Pm}_{p4}$) oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe (${}^{fg}_{pż}Q^{2Pm}_{p4}$).

Gliny zwałowe są najstarszym stwierdzonym tu osadem fazy pomorskiej. Miąższość glin jest niewielka, średnio wynosi od kilku do kilkunastu metrów. Charakteryzują się zdecydowaną przewagą skał krystalicznych nad węglanowymi.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe to piaski drobno i średnioziarniste. Występują na tarasie odpływu wód roztopowych tworząc falistą powierzchnię.

Grupe utworów holocenów tworzą piaski jeziorne (l_pQ_h), torfy (tQ_h), namuły (nQ_h) oraz współczesne utwory w postaci nasypów.

Piaski jeziorne powstały na drodze przeróbki brzegowej tworząc listwy tarasów jeziornych. Są to piaski średnio i drobnoziarniste z przewarstwieniami substancji organicznej. Z reguły występują one w sąsiedztwie osadów wodnolodowcowych lub bezpośrednio na nich.

Torfy występują w zaakumulowanych misach jeziornych, w zagłębieniach po martwym lodzie i w zagłębieniach bezodpływowych. Są rezultatem zarastania płytkich zbiorników wodnych i zagłębień wypełnionych wodą. Są to głównie torfy trzcinowe.

Namuły to osady litologicznie zróżnicowane: piaszczyste i gliniaste. Występują na obszarach zagłębień bezodpływowych po martwym lodzie lub w dolinkach okresowo przepływowych, wykorzystywanych przez wody roztopowe i opadowe.

Grunty nasypowe występują przypowierzchniowo. Występują z domieszkami zarówno gruntów drobnoziarnistych - niespoistych jak i spoistych, organicznych oraz gruntów gruboziarnistych i gruzu ceglanego. Ich obecność jest niewątpliwie związana z istniejącą infrastrukturą (kanał) oraz zagospodarowaniem terenu.

Wzajemne położenie poszczególnych warstw przedstawiono na przekrojach geologiczno - inżynierskich, które zamieszczono jako załącznik nr Z5.

4.2.3. Zjawiska geodynamiczne

Dokumentowany teren znajduje się poza granicami obszarów zagrożonych ruchami masowymi [22]. Dla danego obszaru nie sporządzono także karty rejestracyjnej osuwiska czy też obszarów zagrożonych ruchami masowymi [33]. Poza strefa nadbrzeżną teren jest płaski. Na dokumentowanym obszarze badań nie stwierdzono żadnym przejawów niestateczności terenu.

Skarpy kanału porośnięte są trawą. W latach 70-tych XX wieku zostały ubezpieczone obustronnie.

4.2.4. Zjawiska antropogeniczne

Na dokumentowanym obszarze badań stwierdzono występowanie nasypów o niekontrolowanym składzie. Są one niewątpliwie związane z istniejącym kanałem przewidzianym do przebudowy i umocnienia.

4.2.5. Inne elementy budowy geologicznej

Na rozpatrywanym terenie nie zaobserwowano zjawisk krasowych, procesów wietrzenia, deformacji filtracyjnych czy osiadania zapadowego. W podłożu nie stwierdzono również typowych gruntów pęczniejących.

4.3. Warunki hydrogeologiczne

4.3.1. Charakterystyka jednostek hydrogeologicznych oraz głównego użytkowego poziomu wód podziemnych

Przedmiotowy kanał Mioduński zlokalizowany jest w rejonie jednostki hydrogeologicznej I $\frac{abQII}{Q}$ [23].

W granicach tej jednostki występują dwa poziomy wodonośne. Poziomem użytkowym jest pierwszy poziom czwartorzędowy, który występuje przeważnie na głębokości 15 -50 m. Miąższość poziomu wodonośnego wynosi od kilku metrów do 40 m. Poziom wodonośny tworzą piaski i piaski

ze żwirem, natomiast wydajności potencjalnej studni wierczonej wynoszą przeważnie powyżej 50 m³/h [28].

Hydroizohipsy użytkowego poziomu wodonośnego oscylują nieco poniżej rzędnej około 120 m n.p.m. [23].

4.3.2. Stopień zagrożenia głównego poziomu wodonośnego

Jednostka ta charakteryzuje się słabą izolacją lub brakiem izolacji od powierzchni terenu, co stwarza dobre warunki odnawialności wód przez infiltrację powierzchniową i zasilanie boczne. Jednostka ta jest narażona na zanieczyszczenia. W obrębie dokumentowanego obszaru badań występuje wysoki stopień zagrożenia wód podziemnych [28]. Zagrożenie dla wód podziemnych stanowi głównie działalność rolnicza (stosowanie niewłaściwych lub w nadmiernych ilościach nawozów organicznych i nieorganicznych, środków ochrony roślin oraz odpadów pochodzących z hodowli zwierząt i produkcji pasz).

Położenie obszaru badań na tle stopnia zagrożenia wód podziemnych przedstawiono na mapie hydrogeologicznej stanowiącej załącznik Z1/4.

4.3.3. Położenie inwestycji w stosunku do Głównych Zbiorników Wód Podziemnych

Dokumentowany obszar badań znajduje się w obrębie zbiornika 206 Wielkie Jeziora Mazurskie. Zbiornik uznano za średnio i mało podatny na antropopresję. Na obszarze zbiornika występują dwa poziomy wodonośne w utworach czwartorzędowych. Pierwszy występuje do głębokości 60-100 m i wykazuje izolację od powierzchni terenu drugi występuje na głębokości 120 – 140 m.

Wyróżniony w regionie Wielkich Jezior Mazurskich zbiornik w utworach czwartorzędowych obejmuje strefy, gdzie miąższość utworów wodonośnych przekracza na ogół 40 m i sięga 60–100 m poniżej poziomu terenu. Mają one charakter poziomów międzymorenowych. W utworach piaszczystych wydzielono dwa poziomy wodonośne: pierwszy obejmuje utwory zlodowacenia wisły i środkowopolskiego, poziom drugi jest przywiązany do warstw zlodowaceń południowopolskich. Poziomy te rozdziela pakiet glin o

miąższości 10–40 m, lokalnie są one rozdzielone tylko cienką warstwą mułków. Pierwszy poziom występuje pod przykryciem glin jest wykształcony w facji piasków średnio i drobnoziarnistych, miejscami ze żwirem. Wydajność studzien wynosi 1680–2160 m³/d, przy depresjach do 10 m [32].

4.3.4. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej

W rejonie wykonanych otworów wiertniczych nawiercono pierwszy poziom wody gruntowej na głębokości od 0,4 m p.p.t. do 11,0 m p.p.t. (na rzędnej od 115,98 do 105,23 m n.p.m.). Woda gruntowa ma charakter swobodny oraz napięty. Woda gruntowa stabilizuje się na głębokości od 0,3 do 3,7 m p.p.t. (na rzędnej od 115,93 m do 115,05 m n.p.m.). Warstwę napinającą stanowią grunty organiczne oraz grunty spoiste (piaski gliniaste, gliny piaszczyste). Lokalnie, w obrębie gruntów organicznych oraz spoistych stwierdzono sączenia.

Z danych zawartych na mapie [17] wynika, że pierwszy poziom wodonośny występuje głębiej – na głębokości 5 – 20 m p.p.t.. Hydroizohipsy pierwszego poziomu oscylują w granicach rzędnej 117,5 m n.p.m.

Terenowe badania geologiczne jedynie częściowo potwierdziły dane zawarte na mapie [17] i dotyczą one poziomu stabilizacji pierwszego poziomu wodonośnego (różnica około 2,0 m), natomiast pierwszy poziom wodonośny został nawiercony zdecydowanie płycej aniżeli podaje to cytowana mapa.

4.3.5. Warunki filtracji

Szczególnie zróżnicowane wartości współczynnika filtracji wykazują grunty nasypowe. Występujące w podłożu nasypy są gruntami o bardzo zróżnicowanych właściwościach filtracyjnych wynikających z ich zróżnicowanego składu mechanicznego. Nasypy zbudowane przeważnie z gruntów niespoistych wykazują właściwości filtracyjne zbliżone do gruntów sypkich je budujących. Wartość współczynnika filtracji dla nasypów zawierają się w szerokim przedziale od $k_{10}=0,009$ m/d do $k_{10}=40$ m/d.

Grunty organiczne również wykazują bardzo zmienne wartości współczynnika filtracji zawierające się w przedziale od 0,0001 m/d do 40 m/d. Przepuszczalność podłoża organicznego uzależniona jest od rodzaju i frakcjonowania części mineralnych. W miarę wzrostu stopnia rozkładu oraz dużej zawartości frakcji ilastych oraz pylastych, współczynniki filtracji gruntów organicznych maleją, osiągając przy bardzo wysokim stopniu rozłożenia wartości i bardzo dużej zawartości części organicznych skrajnie niskie wartości.

Przepuszczalność glin piaszczystych i piasków gliniastych jest bardzo zmienna i zależna od zawartości i uziarnienia frakcji piaszczystej. Orientacyjne wartości współczynnika wodoprzepuszczalności dla glin piaszczystych wynoszą od 0,09 m/d do 0,864 m/d natomiast dla piasków gliniastych od 0,9 m/d do 2 m/d.

Przepuszczalność gruntów niespoistych uzależniona jest od ich uziarnienia. Dla piasków pylastych wynosi ona od 0,9 m/d do 2 m/d, piasków drobnych od 2 m/d do 8 m/d, dla piasków średnich od 8 m/d do 25 m/d, natomiast dla żwirów od 69,12 m/d do 691,2 m/ [34].

4.3.6. Obszary zagrożone podtopieniami

Przeprowadzona wizja lokalna wzdłuż kanału Mioduńskiego wytypowała obszary bezpośrednio zagrożone podtopieniami. Generalnie u ujścia kanału do jeziora Szymon występują tereny podmokłe, łąki i bagna. Ponadto stwierdzono liczne cieki. Obszar szczególnie zagrożony stwierdzono na południowym brzegu od otworu M31 kierując się w stronę jeziora Szymon oraz na północnym brzegu począwszy od otworu M12 również w kierunku wschodnim.

Poniżej zamieszczono fotografie obrazujące obszary podmokłe w rejonie dokumentowanego kanału Mioduńskiego.

*Fot. 1 Zdjęcie pastwiska. Widok na M31.**Fot. 2 Narożnik pastwiska w obrębie otworu M33*

W obrębie dokumentowanego kanału stwierdzono stosunkowo płytkie zaleganie wód podziemnych. Odcinkowo wzdłuż kanału stwierdzono występowanie gruntów organicznych. Największe miąższości organiki dochodzącej maksymalnie do głębokości 10,5 m stwierdzono na końcowym i środkowym fragmencie kanału w otworach M16 oraz M29. Występują one bezpośrednio pod powierzchnią terenu bądź pod nasypami, jedynie lokalnie, w obrębie otworów M23k oraz M24 tworzą one soczewkę w obrębie gruntów spoistych i niespoistych. Obszary płytkiego występowania zwierciadła nawierconego w stosunku do dna oczepu zamieszczono na mapie geologiczno – inżynierskiej w załączniku Z2/2.

Sezonowe wahania położenia zwierciadła płytkich wód podziemnych mogą wywierać wpływ na ekosystemy lądowe i wodne. Ekosystemy lądowe są w wysokim stopniu zależne od reżimu pierwszego poziomu wodonośnego. Jeziora o znacznej retencji powodują zmniejszenie wahań sezonowych położenia lustra wody w poziomach wodonośnych będących z nimi w bezpośrednim związku hydraulicznym, co szczególnie w występowania strefach podmokłości sprzyja rozwojowi roślinności bagiennej niezależnie od sezonowych zmian wielkości opadów [27].

Reasumując rozwój ekosystemów lądowych (w tym torfowisk) w dużym stopniu uzależniony jest na dokumentowanym obszarze od wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego. Uwarunkowania hydrogeologiczne na omawianym obszarze badań sprzyjają powstawaniu obszarów bagiennych stwarzających pewne zagrożenie podtopieniami dla całego dokumentowanego obszaru.

4.4. Zasoby złóż kopalin miejscowych

Zasoby złóż kopalin miejscowych przedstawiono na mapie geośrodowiskowej w załączniku nr Z1/2 i scharakteryzowano poniżej na podstawie [27, 35].

W bezpośrednim sąsiedztwie dokumentowanego obszaru nie zanotowano udokumentowanych zasobów złóż kopalin.

Najbliżej zlokalizowane złożo znajduje się w odległości około 2,1 km na południe od omawianego kanału. Jest to czwartorzędowe złożo piasków i żwirów pochodzenia wodnolodowcowego o nazwie Woźnice. Jest to złożo zagospodarowane o niewielkiej powierzchni (0,70 ha), a użytkownikiem jest osoba fizyczna.

Z kolei obszar perspektywiczny znajduje się około 3,5 km na południowy zachód od rozpatrywanego kanału. W okolicach miejscowości Tały wyznaczono obszar perspektywiczny kruszywa piaskowego. Za perspektywiczne uznano obszary wokół punktów występowania piasków wodnolodowcowych. Obszar perspektywiczny ma łączną powierzchnię ponad 30 ha. Na tym obszarze stwierdzono wodnolodowcową serię piaszczystą w obrębie glin zwałowych o miąższości od 1 do około 4 m występującą pod nadkładem gleby i piasków pylastych o grubości do 1 m. W powyższym obszarze jest szansa na udokumentowanie małego złoża piasków budowlanych o zasobach poniżej 100 tys. ton.

Obszar perspektywiczny występuje także w części wschodniej w odległości około 2,6 km od ujścia kanału do jeziora Szymon. Obszar ten wyznaczony został w okolicach miejscowości Szymonka (Zdunowa Góra). W rejonie Szymonki znajdują się odkrywki, z których w przeszłości okoliczni mieszkańcy wydobywali piaski budowlane. Pod warstwą gleby i piasków pylastych, grubości od 0,3 do 1,0 m, stwierdzono tu dobrze wysortowane piaski różnoziarniste o szacunkowej miąższości 3 do 5 m. Jest to obszar perspektywiczny dla udokumentowania stosunkowo dużego złoża piasków.

5. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA PODŁOŻA GRUNTOWEGO

5.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie

Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie występujące w rejonie projektowanej inwestycji oparto na [18].

Z danych zawartych na mapie [18] wynika, że dokumentowany obszar badań zlokalizowany jest w obszarze torfów i gruntów bagiennych. Warunki budowlane dla tych gruntów są złe lub bardzo złe.

5.2. Warunki geologiczno-inżynierskie określone na podstawie badań geologicznych

Na potrzeby opracowania niniejszej dokumentacji sporządzono mapy szczegółowe (załącznik Z2/2 i Z2/3) przedstawiające warunki geologiczno - inżynierskie w różnych aspektach.

Na przedmiotowym obszarze badań nie stwierdzono czynnych procesów geodynamicznych czy też występowania gruntów tiksotropowych lub pęczniejących.

W rejonie kanału Mioduńskiego podłoże budują grunty antropogeniczne – nasypy, grunty organiczne oraz grunty mineralne (piaski, gliny, żwiry). Odcinkowo po prawej stronie kanału w kierunku jeziora Szymon stwierdzono nasypy charakteryzujące się zróżnicowanym składem. Nasypy zbudowane są zarówno z gruntów drobnoziarnistych (spoistych i niespoistych), gruboziarnistych (żwirów), organicznych oraz gruzu ceglanego. Maksymalna miąższość nasypów wynosi 2,0 m.

Przypowierzchniowo poza nasypami podłoże buduje gleba próchnicza. Na dokumentowanym obszarze stwierdzono znaczne miąższości gruntów organicznych dochodzące do 10,5 m (otwór M16). Na środkowym fragmencie rozpatrywanego kanału kierując się na wschód organika tworzy ciągłą, miąższą warstwę i zalega do znacznych głębokości (spąg od 4,5 m do 10,5 m). Podobna sytuacja ma miejsce po lewej stronie kana-

łu, gdzie grunty organiczne stwierdzono do głębokości 0,6 – 10,5 m.

Pod organiką i naypami podłoże zbudowane jest z zalegających naprzemiennie utworów mineralnych - drobnoziarnistych niespoistych i spoistych oraz gruboziarnistych. Grunty spoiste reprezentowane są przez piaski gliniaste i gliny piaszczyste zalegające w stanie plastycznym i twaroplastycznym. Do gruntów niespoistych zaliczono piaski pylaste – stwierdzone lokalnie w otworze M23 na głębokości 11,5 m, piaski drobne w stanie średniozagęszczonym i zagęszczonym oraz piaski średnie w stanie od luźnego do zagęszczonego. W otworze M25 na głębokości 7,0 m nawiercono żwiry. Ich miąższość nie przekracza 2,0 m.

Woda gruntowa występuje stosunkowo płytko - stabilizacja ma miejsce na głębokości od 0,3 do 3,7 m p.p.t..

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania można przyjąć, że na dokumentowanym obszarze badań przeważają złe warunki geologiczno – inżynierskie. Złe warunki geologiczno – inżynierskie zostały przyjęte z uwagi na zaleganie w podłożu gruntów słabonośnych tj. gruntów organicznych. Z kolei na odcinkach gdzie nie stwierdzono utworów słabonośnych czynnikiem decydującym o przyjęciu niekorzystnych warunków podłoża był wysoki poziom wód podziemnych występujący powyżej górnej części oczepu oraz tuż pod jego górną krawędzią.

Warunki dostateczne stwierdzono wyłącznie odcinkowo. Takie fragmenty można wydzielić po północnej stronie kanału w obrębie otworu M2 oraz po południowej stronie w rejonie otworów M21, M22 i M23 oraz M25.

Warunki geologiczno – inżynierskie wzdłuż rozpatrywanego kanału obrazują przekroje geologiczno – inżynierskie stanowiące załącznik Z5.

5.3. Przydatność gruntów z wykopów

Podczas realizacji prac ziemnych w podłożu będą występować grunty organiczne, nasypy oraz mineralne grunty spoiste jak i niespoiste oraz żwiry.

Grunty organiczne generalnie nie mogą stanowić podłoża budowlanego. Powinny być one albo wymienione albo wzmocnione dostępnymi metodami. Wykazują one bowiem zbyt dużą ściśliwość oraz zbyt małą wytrzymałość.

Grunty nasypowe z kolei zalegają do maksymalnej głębokości wynoszącej 2,0 m (otwór M29). Zalegające nasypy charakteryzują się bardzo zróżnicowanym składem. Budują je zarówno grunty niespoiste jak i spoiste. W ich składzie spotkać można również grunty organiczne, gruboziarniste (żwiry) oraz gruz ceglany. Z uwagi na ich niejednorodną budowę nie scharakteryzowano ich parametrem geotechnicznym. Występujące w podłożu grunty nasypowe są wątpliwe do wykorzystania jako podłoże budowlane bez zastosowania ulepszeń lub środków wzmacniających.

Utwory niespoiste reprezentowane przede wszystkim przez piaski średnie, lokalnie także piaski drobne będą występować odcinkowo w obrębie istniejącego oczepu. Utwory piaszczyste w strefie przypowierzchniowej zalegają w stanie średniozagęszczonym, a także na pograniczu stanu luźnego i średniozagęszczonego. Grunty niespoiste w stanie średniozagęszczonym są przydatne na potrzeby budownictwa. Luźne grunty mineralne są generalnie przydatne na potrzeby posadowienia zazwyczaj wymagają stabilizacji mechanicznej przez ich zagęszczenie.

Grunty spoiste zalegające w obrębie oczepu reprezentowane są przez piaski gliniaste oraz gliny piaszczyste i występują w stanie plastycznym i twardoplastycznym. W obrębie gruntów spoistych stwierdzono liczne sączenia ponadto stanowią one warstwę napinającą dla głębiej nawierconych warstw wodonośnych. Grunty te łatwo się uplastyczniają w wyniku czego ich parametry łatwo ulegają pogorszeniu. W przypadku wykorzystania ich jako podłoże budowlane wymagane byłoby ich przesuszenie, stabilizacja chemiczna. Grunty spoiste (w przypadku ich odsłonięcia) należy starannie chronić przed zmianami zawilgocenia.

5.4. Charakterystyka wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich i ich własności

W celu dokładniejszej charakterystyki występujących warunków w podłożu gruntowym dokonano wydzielenia warstw geologiczno - inżynierskich. Podstawowym kryterium podziału na warstwy były geologiczno - inżynierskie właściwości gruntów. Podział podłoża na warstwy został dostosowany do norm [4, 5].

Zgodnie z normą [6] grunty budujące podłoża dokumentowanego terenu zaliczono do:

- nasypowych,
- rodzimych – mineralnych nieskalistych: niespoistych i spoistych,
- organicznych nieskalistych,

Występujące w podłożu grunty ujęto w siedem warstw geologiczno – inżynierskich, przy czym dla pięciu z nich wydzielono podwarstwy. Cechy fizyczno - mechaniczne ustalono dla wyodrębnionych warstw na podstawie wykonanych badań terenowych oraz zależności korelacyjnych podanych w normach [4, 5]. Współczynniki materiałowe γ_m parametrów wiodących w poszczególnych warstwach obliczono metodami statystycznymi. W przypadku, gdy wyliczona wartość współczynnika była niewielka, zgodnie z zaleceniami normy [4] nie przyjmowano wartości bliższych jedności niż $\gamma_m = 1 \pm 0,10$. Uogólnione wartości cech fizyczno - mechanicznych dla wydzielonych warstw geologiczno - inżynierskich podano w załączniku nr Z4.

Grunty podłoża budowlanego ujęto w następujące warstwy geologiczno - inżynierskie.

Warstwę I - stanowią przypowierzchniowo występujące współczesne nasypy zbudowane zarówno z gruntów drobnoziarnistych niespoistych (piasków drobnych), drobnoziarnistych spoistych (piasków gliniastych, glin piaszczystych), jak i gruboziarnistych (żwirów) oraz organicznych (gleby próchniczej, torfu) i gruzu ceglanego. Z uwagi na ich bardzo zróżnicowany skład nie scharakteryzowano ich parametrem geo-

technicznym. Są to grunty wątpliwe do wykorzystania jako podłoże budowlane bez zastosowania ulepszeń lub środków wzmacniających.

Warstwę II - stanowią holocenijskie utwory organiczne w postaci gleby próchniczej, namulów piaszczystych, namulów gliniastych, torfu oraz gytii i kredy jeziornej. Warstwa ta nie stanowi podłoża budowlanego. W obrębie warstwy II wydzielono cztery podwarstwy:

podwarstwę IIa - obejmującą przypowierzchniowo zalegającą glebę próchniczą (humus), której szkielet mineralny zbudowany jest z piasków drobnych, piasków gliniastych, glin piaszczystych, namulów piaszczystych, namulów gliniastych oraz torfu.

podwarstwę IIb - obejmującą namuły piaszczyste barwy przeważnie szarej rzadziej brązowej czy brunatno-brązowej. Ich maksymalną głębokość zalegania stwierdzono w otworze M34 (do 9,7 m). Średnia wartość ciężaru objętościowego wynosi $11,2 \text{ kN/m}^3$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$), natomiast wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu wynosi 60,8 kPa ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$).

podwarstwę IIc - obejmującą namuły gliniaste. Ich obecność stwierdzono w wielu otworach, natomiast największe miąższości występują w otworze M16 (5,3 m) oraz M29 (5,5 m). W obu przypadkach zalegają one do maksymalnej głębokości wynoszącej 10,5 m. Średnia wartość ciężaru objętościowego wynosi $10,7 \text{ kN/m}^3$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$), natomiast wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu wynosi 55,6 kPa ($\gamma_m = 1 \pm 0,10$).

podwarstwę IIId - obejmującą torfy występujące z domieszkami namulów gliniastych. Zawartość części organicznych w warstwie IIId jest zróżnicowana a średnia wartość wynosi $I_z = 52,4 \%$. Średnia wartość ciężaru objętościowego wynosi $8,5 \text{ kN/m}^3$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$), natomiast wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu wynosi 45,6 kPa ($\gamma_m = 1 \pm 0,10$).

podwarstwę IIe - obejmującą gytie i kredę jeziorną zalegającą z przewarstwieniami namulów gliniastych. Ich obecność stwierdzono w trzech otworach (M4, M24 i M26). Średnia wy-

trzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu wynosi 30,6 kPa ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$).

Grunty warstwy II cechuje bardzo duża zmienność właściwości cech fizycznych i mechanicznych. Są to grunty nie nadające się do bezpośredniego posadowienia ze względu na zmienny skład, występowanie części organicznych, bardzo zmienne wartości parametrów, małą nośność oraz dużą odkształcalność.

Warstwę III - podłoża stanowią utwory reprezentowane przez piaski pylaste. Występują one lokalnie. Stwierdzono je wyłącznie w otworze M23. Grunty tej warstwy występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,69$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,10$).

Warstwę IV - podłoża gruntowego stanowią utwory reprezentowane przez piaski drobne. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie IV warstwy wyróżniono dwie podwarstwy:

podwarstwę IVa – obejmującą piaski drobne z domieszkami piasków pylastych, piasków grubych, piasków gliniastych, gleby próchniczej i przewarstwieniami piasków średnich, piasków gliniastych, namulów gliniastych oraz gytii. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,57$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,12$),

podwarstwę IVb – obejmującą piaski drobne z domieszkami i przewarstwieniami piasków średnich oraz przewarstwieniami piasków pylastych. Grunty tej podwarstwy występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,73$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,10$).

Warstwę V - podłoża gruntowego stanowią utwory reprezentowane przez piaski średnie. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie V warstwy wyróżniono trzy podwarstwy:

podwarstwę Va – obejmującą piaski średnie z przewarstwieniami piasków drobnych oraz przewarstwieniami i domieszkami torfów. Grunty tej podwarstwy występują w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,33$ ($\gamma_m = 1 \pm 0,25$),

podwarstwę Vb – obejmującą piaski średnie występujące z domieszkami otoczków i gleby oraz przewarstwieniami piasków grubych. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,60$ ($\gamma_m=1\pm0,21$),

podwarstwę Vc – obejmującą piaski średnie z domieszkami piasków drobnych i żwirów oraz przewarstwieniami piasków grubych. Grunty tej podwarstwy występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,71$ ($\gamma_m=1\pm0,10$).

Warstwę VI - podłoża gruntowego stanowią plejstocenijskie utwory wodnolodowcowe reprezentowane przez żwiry. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie VI warstwy wyróżniono dwie podwarstwy:

podwarstwę VIa – obejmującą żwiry barwy szarej. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,66$ ($\gamma_m=1\pm0,10$),

podwarstwę VIb – obejmującą żwiry barwy szarej. Grunty tej podwarstwy występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,71$ ($\gamma_m=1\pm0,10$).

Warstwę VII - stanowią plejstocenijskie utwory lodowcowe wykształcone w postaci glin zwałowych. Reprezentowane są przez piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Dla utworów warstwy VII przyjęto grupę konsolidacji geologicznej B [4]. Ze względu na zróżnicowane wartości stopnia plastyczności w obrębie VII warstwy gruntów wyodrębniono dwie podwarstwy:

podwarstwę VIIa - obejmującą piaski gliniaste i gliny piaszczyste występujące z domieszkami gleby próchniczej i przewarstwieniami piasków drobnych oraz piasków średnich. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności wynoszącym $I_L=0,37$ ($\gamma_m=1\pm0,17$),

podwarstwę VIIb - obejmującą piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Utwory te występują z domieszkami żwirów, otoczków, gleby i przewarstwieniami piasków drobnych i pospółek gliniastych. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się

konsystencją plastyczną i występują w stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności wynoszącym $I_L=0,16$ ($\gamma_m=1\pm0,25$).

Utwory spoiste warstwy VII są wrażliwe na zmiany wilgotności oraz naruszenie naturalnej struktury. Wzrost wilgotności lub naruszenie naturalnej struktury mogą prowadzić do zwiększenia plastyczności tych gruntów. Do uplastycznienia tych gruntów dochodzi szczególnie łatwo, gdy wzrostowi wilgotności towarzyszą drgania, wywołane na przykład drganiami ciężkiego sprzętu budowlanego. Ze względu na swój skład mineralny grunty warstwy VI należy zaliczyć do wysadzinowych.

Wzajemne położenie poszczególnych warstw przedstawiono na przekrojach geologiczno – inżynierskich, które zamieszczono jako załącznik nr Z5. Parametry zawiera załącznik nr Z4.

5.5. Prognozowane zmiany w warunkach geologiczno-inżynierskich

W trakcie realizacji i eksploatacji inwestycji nie wyklucza się zaistnienia niżej opisanych zmian warunków geologiczno – inżynierskich:

- zmiana poziomów wód podziemnych, pojawienie się poziomu wody podziemnej na przypowierzchniowo zalegających gruntach organicznych,
- wzrost intensywności sąceń,
- uplastycznienie podłoża wskutek zmiany wilgotności gruntów spoistych, które mogą zostać odsłonięte,
- pogorszenie własności fizycznych i mechanicznych zalegających gruntów spoistych wskutek ich nawilgocenia lub dopuszczenia do przemarzania w trakcie prowadzenia robót budowlanych,
- zmiana agresywności środowiska w czasie.

Wszystkie możliwe zmiany warunków geologiczno-inżynierskich powinny być uwzględnione przy sporządzaniu projektu budowlanego oraz w trakcie realizacji prac budowlanych i eksploatacji.

6. ZALECENIA DOTYCZĄCE PROWADZENIA MONITORINGU

Planowana inwestycja, ze względu na występujące warunki gruntowe oraz stopień złożoności konstrukcji została zakwalifikowana do II kategorii geotechnicznej według klasyfikacji przedstawionej w rozporządzeniu [2]. W związku z tym działania monitorujące nie wykraczają poza typowy nadzór robót i przeglądy eksploatowanej budowli.

Na etapie realizacji zaleca się dokumentować i monitorować wszelkie czynniki mogące mieć wpływ na zmiany własności występujących gruntów, a w szczególności:

- warunki atmosferyczne (okresy występowania obniżonych temperatur oraz faktyczną głębokość przemarzania podłoża, okresy występowania roztopów wiosennych, okresy występowania opadów atmosferycznych i ich intensywność),
- zastosowane środki techniczne zabezpieczenia podłoża gruntowego przed przemarzaniem i rozmakaniem,
- ocena skuteczności zastosowanej ochrony technicznej przed przemarzaniem i rozmakaniem,
- skuteczność odwodnienia podłoża, mającego zapewnić spływ wód opadowych oraz roztopowych.

W przypadku, gdy ochrona przed przemarzaniem i rozmakaniem gruntów spoistych nie będzie skuteczna zaleca się przewidzieć środki przywracające stan podłoża do stanu pierwotnego (np. stabilizacja chemiczna spoiwami, wymiana gruntów, wzmocnienie geosyntetykami itp.).

Na etapie eksploatacji monitoring sprowadza się do obserwacji wizualnych zachowania się podłoża i konstrukcji umacniającej. Obserwacje należy prowadzić w terminach, zakresie i trybie zgodnymi z przepisami prawa budowlanego z dodatkowym uwzględnieniem wewnętrznych instrukcji inwestora dotyczących tego zagadnienia. W przypadkach stwierdzenia nieprawidłowych czy niepokojących zjawisk

należy opracować i wdrożyć indywidualny system monitoringu dostosowany do wyników obserwacji.

7. PROGNOZA WPŁYWU NA ŚRODOWISKO

7.1. Prognoza zmian w środowisku oraz ocena możliwości wykonania inwestycji

7.1.1. Zasadnicze uwarunkowania geologiczno-środowiskowe inwestycji

Biorąc pod uwagę budowę geologiczną oraz głębokość głównego poziomu wodonośnego w jednostce $1 \frac{abQII}{Q}$, który występuje na głębokości 15 – 50 m nie można wykluczyć migracji zanieczyszczeń do tego poziomu. Obszar badań zlokalizowany jest w jednostce hydrogeologicznej charakteryzującej się słabą izolacją lub brakiem izolacji głównego poziomu wodonośnego.

Dokumentowany obszar badań znajduje się ponadto na obszarze Głównego Zbiornika Wód Podziemnych o numerze 206 Wielkie Jeziora Mazurskie. Obszar GZWP jest zróżnicowany pod względem zagrożenia wód podziemnych. Część południowa zbiornika należy do obszarów silnie zagrożonych i średnio zagrożonych, które stanowią 37 % powierzchni całego zbiornika, a czas przesączania zanieczyszczeń z powierzchni terenu jest mniejszy niż 5 lat.

Dokumentowany obszar badań znajduje się w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu o nazwie Kraina Wielkich Jezior Mazurskich, nie przecina natomiast obszarów Natura 2000.

Wykonanie robót będzie wymagało także wycinki niewielkiej ilości drzew i krzewów oraz usunięcia karp w obszarze kolidującym z prowadzonymi robotami. Inwentaryzacja drzew i krzewów przeznaczonych do wycinki oraz karp do usunięcia jest przedmiotem odrębnego opracowania (szczegółowa gatunkowa inwentaryzacja drzew i za-

krzaczeń w obrębie prowadzonych robót – nr arch. 1 409 510) [40].

7.1.2. Zagrożenia związane z oddziaływaniem planowanej inwestycji

Zagrożenia związane z oddziaływaniem inwestycji na przypowierzchniowe środowisko wodno-gruntowe wiążą się z fazą budowy.

W fazie budowy możliwe zagrożenia mogą wynikać z potencjalnej możliwości przenikania zanieczyszczeń do środowiska wodno-gruntowego oraz nieużytkowych wód powierzchniowych. Źródłami zanieczyszczeń mogą być:

- ścieki bytowo-gospodarcze i technologiczne z bazy budowy,
- substancje wypłukiwane ze składowisk materiałów budowlanych oraz wycieki smarów i paliw ze środków transportowych, maszyn budowlanych oraz innych maszyn i pojazdów użytkowanych do budowy inwestycji,
- substancje przedostające się do środowiska wynikiem niewłaściwego gospodarowania odpadami. powstającymi w trakcie budowy.

7.2. Ocena możliwości wykonania inwestycji z punktu widzenia ochrony środowiska wodno-gruntowego

Uwzględniając istniejące zagospodarowanie terenu kluczową kwestią w ocenie możliwości wykonania inwestycji z punktu widzenia ochrony środowiska wodno-gruntowego jest potencjalne oddziaływanie na użytkowy poziom wód podziemnych.

Dokumentowany obszar badań znajduje się w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu, nie przecina natomiast obszarów Natura 2000. Ogólnym założeniem prac budowlanych jest zachowanie istniejącego przebiegu kanału oraz istniejącej szerokości z niewielkimi korektami wykonanymi w celu poprawy geometrii kanału oraz udroźnienie kanału. W związku z tym, że zadanie dotyczy istniejącego już kanału nie przewiduje się znaczących zagrożeń dla środowiska naturalnego. Realizacja inwestycji wiązać będzie się z niewielkim, krótkotrwałym oddziaływaniem na Obszar Chronionego Krajobrazu

jedynie w fazie prac budowlanych ze względu na hałas powodowany pracą urządzeń i maszyn. Co więcej, analizowany obszar naturalny podlega już długotrwałej antropopresji. Dodatkowe oddziaływanie to ustąpi zaraz po zakończeniu prac budowlanych.

Generalnie charakter inwestycji jest zgodny z przeznaczeniem terenu.

7.3. Zalecenia ochronne dotyczące etapu budowy i eksploatacji planowanej inwestycji

Oddziaływanie planowanego przedsięwzięcia na środowisko będzie mieć miejsce przede wszystkim w trakcie jego realizacji. W celu zapobieżenia zmianom w środowisku wodno-gruntowym zaleca się rozważenie i wprowadzenie niżej opisanych działań ochronnych:

W związku z zagrożeniem, należy w trakcie prac budowlanych:

- zachować środki ostrożności przeciwdziałające dostaniu się zanieczyszczeń (transport samochodowy i prace przy układaniu nawierzchni) do środowiska,
- szerokość pasa terenu zajętego pod budowę winna być ograniczona do minimum,
- w celu minimalizacji zagrożenia wód powierzchniowych należy zainstalować na placu budowy przenośne sanitariaty,
- ścieki bytowe z terenu budowy powinny być zbierane i przekazywane do utylizacji wyspecjalizowanym firmom,
- odwodnienie parków maszyn, zaplecza budowy i miejsc przebywania ludzi powinno być przeprowadzone w sposób uniemożliwiający przenikanie zanieczyszczeń do gruntu,
- miejsca składowania substancji niebezpiecznych. mogących oddziaływać na wody podziemne. miejsca przebywania ludzi. park maszyn, teren zaplecza budowy powinny posiadać uszczelnione podłoże, w celu zabezpieczenia przed możliwością przedostania się zanieczyszczeń do wód podziemnych,
- zapewnić właściwe gospodarowanie odpadami wytwarzanymi w czasie budowy, w tym minimalizować ich ilość, gromadzić je selektywnie w wydzielonych i przystosowanych miejscach

w warunkach zabezpieczających przed przedostaniem się do środowiska substancji szkodliwych oraz zapewnić ich sprawny odbiór,

- parki maszynowe powinny być wyposażone w sorbenty do unieszkodliwiania substancji niebezpiecznych,
- prace budowlane powinny być prowadzone przy użyciu pojazdów i maszyn budowlanych w nienagannym stanie technicznym, nieposiadających żadnych wycieków płynów technicznych,
- pojazdy poruszające się po placu budowy powinny mieć ustalone trasy przejazdu.

7.4. Określenie kierunków rekultywacji i zagospodarowanie terenu

W okresie budowy inwestycji teren przyległy zostanie pozbawiony wartości użytkowych. Budowa wiązać się będzie z pewnym ryzykiem i zagrożeniami dla zanieczyszczenia środowiska wodno-gruntowego opisanym wcześniej.

Rekultywacja gruntów polegać będzie na przywróceniu przyległym obszarom wartości użytkowych lub przyrodniczych. Zabiegi te odbywać się będą poprzez właściwe ukształtowanie i zagospodarowanie przyległego terenu w dostosowaniu do wyznaczonej funkcji. W ramach odtworzenia terenu wzdłuż kanału zostanie wykonane formowanie skarp oraz likwidacja zapadlisk terenowych w granicach działek RZGW wraz z humusowaniem i obsiewem mieszankami traw.

8. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA

8.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geologiczno-inżynierskich

- 8.1.1. W wyniku wykonanych prac terenowych oraz badań laboratoryjnych dokonano rozpoznania podłoża budowlanego w obrębie zamierzonej inwestycji. W miejscu dokumentowanego obszaru przeważają złe warunki geologiczno-inżynierskie. Dostateczne warunki geologiczno – inżynierskie stwierdzono wy-

- łącznie lokalnie w obrębie otworu M2, M21, M22, M23 i M25.
- 8.1.2. Podłoże gruntowe budują nasypy, grunty organiczne, grunty drobnoziarniste - niespoiste i spoiste oraz gruboziarniste.
- 8.1.3. Przypowierzchniowo, na fragmencie dokumentowanego obszaru badań podłoże buduje ciągła warstwa nasypów o zróżnicowanym składzie mineralnym. Nasypy tworzą grunty drobnoziarniste – niespoiste i spoiste, gruboziarniste, organiczne oraz gruz ceglany. Występujące nasypy są wątpliwe pod względem ich przydatności. Ze względu na ich niejednorodność nie scharakteryzowano ich parametrem geotechnicznym.
- 8.1.4. W obrębie kanału Mioduńskiego stwierdzono utwory słabonośne w postaci gruntów organicznych – o miąższości dochodzącej nawet do 10,5 m (otwór M16).
- 8.1.5. Podłoże gruntowe budują także utwory niespoiste – piaski pylaste (jedynie lokalnie), piaski drobne i średnie w stanie od luźnego do zagęszczonego oraz grunty spoiste reprezentowane przez piaski gliniaste i gliny piaszczyste w stanie plastycznym i twardoplastycznym. Lokalnie w podłożu występują utwory gruboziarniste – średniozagęszczone i zagęszczone żwiry.
- 8.1.6. Na przedmiotowym obszarze badań nie stwierdzono niekorzystnych zjawisk geologicznych.
- 8.1.7. Woda podziemna występuje stosunkowo płytko. Pierwszy poziom wody gruntowej nawiercono na głębokości od 0,4 m p.p.t. do 11,0 m p.p.t.. Zwierciadło stabilizuje się na głębokości od 0,3 do 3,7 m p.p.t. na rzędnej około 115,5 m n.p.m..
- 8.1.8. Z dostępnych danych archiwalnych wynika, że poziom wód podziemnych może się wahać w stosunku do stanu obecnego nawet do około 2 m ($\pm 1,0$ m).
- 8.1.9. Średnia głębokość przemarzania gruntów. na rozpa-

trywanym terenie. wynosi około 1.2 m p.p.t. [4].

- 8.1.10. Inwestycja stwarza potencjalne zagrożenie dla środowiska wodno-gruntowego. Na dokumentowanym obszarze występuje słaba lub brak izolacji głównego użytkowego poziomu wodonośnego.

8.2. Wnioski z przeprowadzonych badań dotyczące posadowienia

- 8.2.1. Na dokumentowanym obszarze badań stwierdzono złożone warunki gruntowo-wodne.
- 8.2.2. Trudne warunki do posadowienia wynikają z:
- możliwych wahań wód podziemnych,
 - wysokiego poziomu wód podziemnych,
 - zalegania w strefie przypowierzchniowej nasypów o zmiennej miąższości i zmiennym składzie mechanicznym,
 - występowania gruntów organicznych,
- 8.2.3. Przy wyborze sposobu posadowienia obiektów inżynierskich należy uwzględnić jednocześnie:
- własności nośne i odkształcalność gruntów zalegających w podłożu.
 - rodzaj, wielkość i charakter obciążeń przekazywanych na podłoże,
 - wielkość dopuszczalnych osiadań średnich, różnic osiadań oraz dopuszczalnego przechyłu budowli wynikających z wytycznych technologicznych i konstrukcyjnych.
- 8.2.4. Do obliczeń posadowienia planowanego obiektu. można wykorzystać wartości cech fizyczno-mechanicznych gruntów zawartych w załączniku nr Z4. Ze względu na punktowy zakres badań. wartości parametrów mogą nieco odbiegać od podanych zgeneralizowanych wartości średnich.
- 8.2.5. Realizacja inwestycji wymaga zgodnie z rozporządzeniem [2] opracowania projektu geotechnicznego.

9. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEJ

Przy sporządzaniu dokumentacji geologiczno-inżynierskiej korzystano z niżej wymienionych przepisów prawnych, norm państwowych i branżowych, map geologicznych, sytuacyjnych i topograficznych a także literatury, materiałów archiwalnych oraz dokumentacji geologicznych:

9.1. Przepisy prawne

- [1]. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 roku w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2016 poz. 2033).
- [2]. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (*Dz.U. z 27 kwietnia 2012. poz. 463*).
- [3]. Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 roku – Prawo geologiczne i górnicze (tekst jednolity Dz.U. 2015 poz. 196).

9.2. Normy państwowe i branżowe

- [4]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [5]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [6]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [7]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [8]. PN-B 02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [9]. PN-B 02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [10]. PN-B 04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [11]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

- [12]. PN-EN 1997-1 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne Część 1. Zasady ogólne.
- [13]. PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego.
- [14]. PN-EN 206-1:2003. Beton. Część I. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [15]. PN-G04595. Torfy i wyroby z torfu. Oznaczenie stopnia rozkładu.

9.3. Mapy geologiczne. sytuacyjne i topograficzne

- [16]. Atlas Rzeczypospolitej Polskiej. Główny Geodeta Kraju. Regionalizacja fizyczno - geograficzna Polski. Skala 1:1 500 000. Warszawa 1994 rok.
- [17]. Bentkowski A.: Baza danych GIS. Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000. Pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika. Arkusz Ryn. Państwowy Instytut Geologiczny i Państwowa Służba Hydrogeologiczna. 2005 rok.
- [18]. Bohdziewicz L.: Przeglądowa mapa geologiczno - inżynierska. Skala 1:300 000. Arkusz Olsztyn. Instytut Geologiczny 1957 rok.
- [19]. Geoserwis Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska – mapa obszarów chronionych - serwis internetowy – <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>.
- [20]. Kolago C.: Przeglądowa mapa hydrogeologiczna. Skala 1:300 000. Arkusz Olsztyn. Instytut Geologiczny 1957 rok.
- [21]. Laskowski K., Lewińska A.: Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Ryn. Skala 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny. 1989 rok.
- [22]. Przeglądowa mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko - mazurskim w skali 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny.
- [23]. Skrzypczyk L., Otwinowski J.: Mapa hydrogeologiczna Polski. Arkusz Ryn. Skala 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny. 2004 rok.
- [24]. Wiechrowiec J., Krogulec E.: Mapa geośrodowiskowa

Polski. Arkusz Ryn. Skala 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny. 2012 rok.

9.4. Objasnienia do map

- [25]. Bentnowski A., Przytuła E. Baza danych GIS mapy hydrogeologicznej Polski 1:50 000. Pierwszy poziom wodonośny – występowanie i hydrodynamika. Arkusz Ryn. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 2005 rok.
- [26]. Fortuna J. (koord.): Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Skala 1:50 000. Arkusz Ryn. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 1993 rok.
- [27]. Krogulec E., Wierchowicz J., Bojakowska I., Kwecko P., Tomassi-Morawiec H., Wojciechowska K.: Objasnienia do mapy geośrodowiskowej Polski. Skala 1:50 000. Arkusz Ryn. Segi-AT. Państwowy Instytut Geologiczny. Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL S.A 2011 rok.
- [28]. Skrzypczyk L., Nowakowski Cz.: Objasnienia do mapy hydrogeologicznej Polski. Skala 1:50 000. Arkusz Ryn. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa 2004 rok.

9.5. Literatura

- [29]. Ignut R., Kłębek A., Puchalski R.: Terenowe badania geologiczno-inżynierskie. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1973 rok.
- [30]. Kłosiński B., Grzegorzewicz K., Rychlewski P., Wierzbicki St., Wileński P.: Wytyczne wzmacniania podłoża gruntowego w budownictwie drogowym. Instytut Badawczy Dróg i Mostów. Warszawa 2002 roku.
- [31]. Kondracki J.: Podział Polski na regiony fizyczno - geograficzne. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa 1980 rok.
- [32]. Mikołajków J., Sadurski A. [red.], Informator PSH Główne zbiorniki wód podziemnych w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2017.
- [33]. Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut badawczy – System Osłony Przeciwosuwiskowej (SO-

- PO). serwis internetowy.
- [34]. Pazdro Z.: Hydrogeologia ogólna. Wydawnictwa Geotechniczne. Warszawa 1977 rok.
 - [35]. Rejestr obszarów górniczych i złóż kopalin MIDAS. Serwis internetowy.
 - [36]. Pisarczyk St.: Geoinżynieria. Metody modyfikacji podłoża gruntowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2005 rok.
 - [37]. Pisarczyk St.: Grunty nasypowe. Właściwości geotechniczne i metody ich badania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2004 rok.
 - [38]. Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komun. Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982 rok.

9.6. Opracowania archiwalne

- [39]. Geotechniczne warunki posadowienia – opinia geotechniczna i dokumentacja badań podłoża gruntowego dla zadania pn. „Przebudowa i umocnienie kanału Mioduńskiego”. Geotech Sp. z o.o.. październik 2017 rok.
- [40]. Opis techniczny dla zadania pn. „Przebudowa i umocnienie Kanału Mioduńskiego – wielowariantowa koncepcja rozwiązań projektowych” Energoprojekt Warszawa.

Bydgoszcz, grudzień 2017 rok