

**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-2670/718/IR-R/17

PRZEBUDOWA I UMOCNIE NIE KANAŁU GRUNWALDZKIEGO
w km 36+10 – 36+57 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. Grunwaldzki
Symbol Umowy P-2670	poz. II.7.	Nr arch.	1 409 605_00
Oznaczenia wg ZAMAWIAJĄCEGO			
Symbol Umowy 718/IR-R/17	poz. -	Nr arch.	

Nazwa obiektu	KANAŁ GRUNWALDZKI w km 36+10 - 36+57 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 Grunwaldzkiego.		
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 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

3007/2017

Nr opracowania

03

P r z e b u d o w a i u m o c n i e n i e

ZADANIE **k a n a ł u G r u n w a l d z 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 Grunwaldzkiego.

	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 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

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

Tytuł dokumentacji:	Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla przebudowy i umocnienia kanału Grunwaldzkiego		
Data rozpoczęcia badań:	październik 2017		
Data zakończenia badań:	listopad 2017		
Liczba wykonanych wierceń:	11 szt.		
Łączny metraż wierceń:	150,5 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		
Głębokość wierceń:	od: 12,0 m do: 16,0 m mgr inż. Joanna Bachusz-Skorupa uprawnienia geologiczne VII-1603 uprawnienia geologiczne XI-027/POM uprawnienia geologiczne XII-012/POM		
Opróbowanie otworów, wykonawca:			
Liczba wykonanych sondowań dynamicznych:	11		
Łączny metraż sondowań dynamicznych:	84,6 mb		
Rodzaj sondowań dynamicznych:	sondowania DPL, DPSH, ZW-ITB		
Ilość wykonanych sondowań udarowo - obrotowych:	7 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 uprawnienia geologiczne XI-032/POM uprawnienia geologiczne XII-017/POM Bartosz Cholewziński mgr Mateusz Kozłowski mgr Paweł Krzyżanowski Piotr Marciszewski Janusz Sołtysiak Jerzy Zieliński		
Położenie otworów badawczych w państwowym układzie współrzędnych:			
Numer otworu:	Współrzędne X	Współrzędne Y	Rzędna H
GR1	5971590.0644	7538560.2311	115.88
GR2	5971610.8891	7538658.0387	116.45
GR3	5971644.4948	7538752.2229	116.88
GR4	5971676.2295	7538847.0538	117.52
GR5	5971708.2317	7538941.7948	118.24
GR6	5971757.9394	7539026.2478	116.42
GR7	5971635.8389	7538601.3119	116.05
GR8	5971665.4996	7538696.8119	116.74
GR9	5971695.502	7538781.7279	117.53

GR10	5971730.7956	7538885.8447	117.43
GR11	5971763.8402	7538968.3108	116.86
Położenie sondowań dynamicznych w państwowym układzie współrzędnych:			
Numer otworu:	<i>Współrzędne X</i>	<i>Współrzędne Y</i>	<i>Rzędna H</i>
GR2	5971609.4080	7538657.5503	116.41
GR3	5971643.6026	7538753.6959	116.87
GR4	5971675.6486	7538845.5517	117.50
GR5	5971707.6353	7538940.1727	118.28
GR6	5971756.9994	7539024.6199	116.39
GR8	5971666.8441	7538696.0866	116.70
GR9	5971696.8496	7538782.1339	117.51
GR9	5971696.3600	7538780.4945	117.55
GR10	5971730.5897	7538884.1049	117.40
GR10	5971729.3388	7538884.9714	117.42
GR11	5971763.1684	7538966.8302	116.80
Układ odniesienia:	<i>Układ 2000, strefa 7</i>		
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:	Ciężar objętościowy – 8 szt. Badanie agresywności wody – 1 szt.		
Wykonawca badań laboratoryjnych:	<i>mgr Paulina Kosińska</i>		
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 Grunwaldzkiego

SPIS TREŚCI

do dokumentacji geologiczno - inżynierskiej

SPIS TREŚCI.....	7
SPIS ZAŁĄCZNIKÓW.....	10
DO DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIEJ.....	10
CZĘŚĆ OPISOWA	11
1. CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA	11
1.1. Podstawa opracowania.....	11
1.2. Przedmiot opracowania	11
1.3. Cel i zakres badań geologiczno - inżynierskich	12
2. CHARAKTERYSTYKA INWESTYCJI	12
2.1. Lokalizacja inwestycji	12
2.2. Położenie względem jednostek podziału administracyjnego...	13
2.3. Dane techniczne	13
2.4. Warianty planowanych rozwiązań	13
2.5. Zakres planowanych robót.....	14
2.6. Użytkowanie i zagospodarowanie terenu.....	15
2.7. Obszary chronione	15
2.8. Kategoria geotechniczna	15
3. WYKONANE PRACE GEOLOGICZNE	16
3.1. Wiercenia	16
3.2. Sondowania dynamiczne	17
3.3. Sondowania udarowo - obrotowe.....	18
3.4. Opróbowanie wyrobisk.....	18
3.5. Badania laboratoryjne.....	19
3.5.1. Badania próbek gruntów	19
3.5.2. Badanie wody podziemnej	19
3.6. Prace kameralne	20
3.7. Określenie stopnia osiągnięcia zamierzonego celu badań geologicznych	21
4. CHARAKTERYSTYKA TERENU BADAŃ	21
4.1. Fizjografia, morfologia oraz hydrografia obszaru	21
4.2. Budowa geologiczna	23

4.2.1. Tektonika i rzeźba podłoża czwartorzędu	23
4.2.2. Stratygrafia i litologia.....	23
4.3. Warunki hydrogeologiczne.....	25
4.3.1. Charakterystyka jednostek hydrogeologicznych oraz głównego użytkowego poziomu wód podziemnych.....	25
4.3.2. Stopień zagrożenia głównego poziomu wodonośnego	25
4.3.3. Położenie inwestycji w stosunku do Głównych Zbiorników Wód Podziemnych	26
4.3.4. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej	27
4.3.5. Warunki filtracji.....	27
4.3.6. Obszary zagrożone podtopieniami.....	28
4.4. Zasoby złóż kopalin miejscowych.....	29
5. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA PODŁOŻA GRUNTOWEGO	30
5.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie	30
5.2. Warunki geologiczno-inżynierskie określone na podstawie badań geologicznych	30
5.3. Przydatność gruntów z wykopów	31
5.4. Charakterystyka wydzielonych warstw geologiczno- inżynierskich i ich własności.....	31
5.5. Prognozowane zmiany w warunkach geologiczno- inżynierskich	35
6. ZALECENIA DOTYCZĄCE PROWADZENIA MONITORINGU	36
7. PROGNOZA WPŁYWU NA ŚRODOWISKO.....	37
7.1. Prognoza zmian w środowisku oraz ocena możliwości wykonania inwestycji.....	37
7.1.1. Zasadnicze uwarunkowania geologiczno-środowiskowe inwestycji	37
7.1.2. Zagrożenia związane z oddziaływaniem planowanej inwestycji	38
7.2. Ocena możliwości wykonania inwestycji z punktu widzenia ochrony środowiska wodno-gruntowego	38
7.3. Zalecenia ochronne dotyczące etapu budowy i eksploatacji planowanej inwestycji.....	39

7.4. Określenie kierunków rekultywacji i zagospodarowanie terenu.....	40
8. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA	41
8.1. Podsumowanie wyników prowadzonych badań geologiczno-inżynierskich	41
8.2. Wnioski z przeprowadzonych badań dotyczące posadowienia	42
9. MATERIAŁY WYKORZYSTANE W DOKUMENTACJI GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIEJ.....	43
9.1. Przepisy prawne	43
9.2. Normy państwowe i branżowe.....	43
9.3. Mapy geologiczne, sytuacyjne i topograficzne	44
9.4. Objaśnienia do map	45
9.5. Literatura	45
9.6. Opracowania archiwalne	46

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. Skala 1:1 000.
- Z2/2 Mapa geologiczno – inżynierska. Skala 1:1 000.
- Z2/3 Mapa stropu utworów słabonośnych wraz z ich miąższością. 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 1:100/1 000.
- Z5/3÷13 Przekroje geologiczno – inżynierskie poprzeczne III-III ÷ XIII-XIII. Skala 1:100/500.

Z6. *Zestawienie wyników badań terenowych*

- Z6/1.1÷11 Metryki otworów wiertniczych.
- Z6/2.1÷11 Metryki sondowań dynamicznych.
- Z6/3.1÷7 Metryki sondowań uderowo-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 3007/2017.

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 Grunwaldzkiego w km 36+10 – 36+57 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 [38] 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 Grunwaldzki jest kanałem żeglownym na szlaku głównym Pisz – Węgorzewo. Znajduje się w km 36+10 – 36+57 wyżej wymienionego szlaku na terenie gminy Ryn należącej do powiatu giżyckiego województwa warmińsko - mazurskiego.

Kanał Grunwaldzki (Lelecki) łączy jezioro Tałtowisko z jeziorem Kotek Wielki. Kanał przecina droga wojewódzka nr 642. Przy wylocie kanału do jeziora Kotek Wielki znajduje się most drogowy na w/w drodze. W pobliżu kanału (prawy brzeg) znajduje się przepompownia WZMiUW z wylotem wkomponowanym w ubezpieczenie kanału.

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 Grunwaldzki zlokalizowany jest w obrębie gminy Ryn, powiatu giżyckiego w województwie warmińsko - mazurskim.

2.3. Dane techniczne

Poniżej zestawiono podstawowe parametry techniczne kanału będącego przedmiotem opracowania.

- Położenie: km 36+10 – 36+57 szlaku głównego Pisz – Węgorzewo
- Długość: 470 m,
- Szerokość: 25,0 m,
- Głębokość: 1,6 – 2,6 m [39].

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 koncepcji rozważano następujące warianty wykonania przebudowy i umocnienia kanału Grunwaldzkiego:

- **Wariant I** – wykonanie nowych ubezpieczeń brzegów kanału w postaci ścianki szczelnej z oczepem żelbetowym,
- **Wariant II** – wykonanie nowych ubezpieczeń brzegów kanału w postaci pali żelbetowych z oczepem żelbetowym i założonymi za pale płytami żelbetowymi,
- **Wariant III** – wykonanie skarpowych ubezpieczeń brzegów kanału [39].

2.5. Zakres planowanych robót

W ramach przedsięwzięcia są planowane następujące roboty budowlane:

- przebudowa umocnienia brzegów kanału z dostosowaniem do umocnienia przyczółków mostu wykonywanego w ramach inwestycji „Rozbiórka starego i budowa nowego mostu nad kanałem Leleckim (Grunwaldzkim) w km 16+902 drogi wojewódzkiej nr 624, koło m. Lelek”,
- wykonanie na wejściach do kanału od strony jeziora Tałtowisko i jeziora Kotek Wielki 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 Tałtowisko i jeziora Kotek Wielki 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,
- zabezpieczenie wylotu przepompowni melioracyjnej WZMiUW w Olsztynie,
- wykonanie przejść (brodów) dla zwierząt,
- remont masztów rurowych nawigacyjnych od strony jezior Tałtowisko i Kotek Wielki,
- 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 [39].

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 obszarów niewaloryzowanych. Po południowej stronie kanału dominują łąki na glebach pochodzenia organicznego. W obrębie ujścia do jeziora Wielki Kotek od strony południowej występuje zabudowa rozproszona.

W pobliżu kanału na prawym brzegu w połowie jego długości znajduje się przepompownia WZMiUW z odprowadzeniem wody do kanału rurociągiem zakończonym żelbetowym wylotem. Lewy i prawy brzeg na wlocie do kanału od strony jeziora Tałtowisko jest porośnięty trzcinami. Na lewym brzegu znajduje się maszt stalowy rurowy nawigacyjny. Przy wylocie kanału do jeziora Kotek Wielki znajduje się most drogowy.

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 [18, 23, 26]. 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 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 [38] 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 11 otworów wiertniczych o łącznym metrażu 150,5 m. Wiercenia prowadzono zgodnie z metodyką zawartą w normie [10]. Wszystkie wiercenia otworów geotechnicznych 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.	12,0	1	GR6	12,0
2.	13,0	4	GR1, GR3, GR7, GR8	52,0
3.	13,5	1	GR2	13,5
4.	14,0	3	GR4, GR10, GR11	42,0
5.	15,0	1	GR5	15,0
6.	16,0	1	GR9	16,0
Razem:				150,5

Lokalizacje wierceń przedstawiono na mapie dokumentacyjnej w załączniku nr Z2/1. Wyniki wierceń umieszczono na przekrojach geologiczno - inżynierskich stanowiących załącznik nr Z5.

3.2. Sondowania dynamiczne

Występujące w podłożu grunty poddano sondowaniu sondą dynamiczną ZWiTB, DPL 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 DPL oraz DPSH przeprowadzono zgodnie z [10], natomiast ZW-ITB według [28]. 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 sondowania	Liczba sondowań	Wyszczególnienie otworów	Łączny metraż sondowań
1.	2,4	1	GR2	2,4
2.	4,0	1	GR11	4,0
3.	4,2	1	GR10	4,2
4.	5,0	2	GR4, GR5	10,0
5.	6,5	1	GR6	6,5
6.	7,0	1	GR9	7,0
7.	7,5	1	GR3	7,5
8.	13,0	1	GR8	13,0
9.	14,0	1	GR10	14,0
10.	16,0	1	GR9	16,0
Razem:				84,6

Łącznie wykonano 11 sondowań dynamicznych o łącznym metrażu 84,6 m. Metraż i ilość punktów badawczych dostosowano do zakresu występowania gruntów niespoistych.

Wyniki sondowań przedstawiono na przekrojach geologiczno - inżynierskich stanowiących załącznik Z5.

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 odpływu. Wartości wytrzymałości na ścinanie bez odpływu 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.	GR1	1,5	Nmp//T
2.	GR1	2,5	Nmp//T
3.	GR1	3,5	Nmp//T
4.	GR2	5,0	Nmp
5.	GR2	6,0	Nmp
6.	GR7	1,5	T
7.	GR7	2,2	Nmg

Wyniki ściec zostały przedstawione w załączniku Z6/3.

3.4. Opróbowanie wyrobisk

Podczas wykonywania otworów wiertniczych pobrano 92 szt. próbek gruntów, z czego 59 szt. próbek pobrano

metodą B oraz 33 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.

3.5. Badania laboratoryjne

3.5.1. Badania próbek gruntów

W ramach archiwalnej dokumentacji [38] 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.

Dalsze szczegółowe badania laboratoryjne obejmowały badanie ciężaru objętościowego gruntów organicznych według [7]. Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci zbiorczego zestawienia w załączniku 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 Visicolor[®] 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 [14]. 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 [37],
- 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 [38]. 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) [15].

Kraina Wielkich Jezior (842.83) rozciąga się w obniżeniu pomiędzy: Pojezierzem Mrągowskim od zachodu i Pojezie-

rzem 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 Śniardw 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. [30].

Morfologicznie dokumentowany obszar badań położony jest w obrębie form pochodzenia jeziornego – tarasów jeziornych. Występują one na wysokości 116 – 118 m n.p.m., około 1 – 2 m nad powierzchnią wód [25].

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 Pregoly, 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. Sieć rzeczna jest słabo rozwinięta. Wody powierzchniowe zmagazynowane są w licznie występujących jeziorach lodowcowych.

Kanał Grunwaldzki łączy jezioro Tałtowisko z jeziorem Kotek Wielki.

Jezioro Tałtowisko ma powierzchnię 327 ha, długość 4370, szerokość 1630 m, głębokość 39 m. Położone jest na Szlaku Wielkich Jezior. Ma ono wydłużony kształt i słabo rozwiniętą linię brzegową. Jest jednym z najbardziej atrakcyjnych łowisk wędkarskich.

Jezioro Kotek z kolei 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.) [26].

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 [25].

4.2.2. Stratygrafia i litologia

Na podstawie przeprowadzonych badań, literatury geologicznej [25] oraz mapy geologicznej [20] 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 (${}^gQ^{2Pm}_{p4}$), piaski i żwiry wodnolodowcowe (${}^{fg}_{pż}Q^{2Pm}_{p4}$) oraz mułki jeziorne (${}^{li}_{mi}Q^{2Pm}_{p4}$).

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.

Mułki jeziorne związane są z sedymentacją w obrębie mis jeziornych, przy podwyższonym stanie wód. Ich

obecność w obrębie kanału Grunwaldzkiego stwierdzono jedynie lokalnie.

Grupę utworów holocenijskich tworzą piaski jeziorne ($p^{li}Q_h$), 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 niespoistych jak i spoistych, gruboziarnistych, kamienistych, organicznych oraz 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 [21]. Dla danego obszaru nie sporządzono także karty rejestracyjnej osuwiska czy też obszarów zagrożonych ruchami masowymi [32]. Na dokumentowanym obszarze badań nie stwierdzono żadnym przejawów niestateczności terenu.

Wzdłuż kanału biegną skarpy, które miejscami osiągają wysokość 1,5 m. Brzegi kanału na całej jego długości zostały w latach 70-tych XX wieku ubezpieczone obustronnie palami żelbetowymi z oczepem i założonymi za pale płytami żelbetowymi.

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 Grunwaldzki zlokalizowany jest w rejonie jednostki hydrogeologicznej I^{abQII}_Q [22].

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 wierzonej przeważnie przekraczają 70 m³/h.[27].

Hydroizohipsy użytkowego poziomu wodonośnego oscylują nieco poniżej rzędnej około 120 m n.p.m. [22].

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. Występuje tu wysoki stopień zagrożenia wód podziemnych [27]. 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 w obrębie kanału Grunwaldzkiego znajduje się w obrębie zbiornika 206 Wielkie Jeziora Mazurskie [22]. 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 [31].

4.3.4. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej

W rejonie wykonanych archiwalnych otworów wiertniczych nawiercono pierwszy poziom wody gruntowej na głębokości od 1,0 m p.p.t. do 6,5 m p.p.t. (na rzędnej od 115,4 do 110,0 m n.p.m.). Woda gruntowa ma charakter swobodny oraz napięty. Woda gruntowa stabilizuje się na głębokości od 1,0 do 2,2 m p.p.t. (na rzędnej około 116,0 m n.p.m.). Warstwę napinającą stanowią grunty organiczne oraz grunty spoiste (piaski gliniaste, gliny piaszczyste, pyły). Lokalnie, w obrębie gruntów organicznych stwierdzono sączenia.

Z danych zawartych na mapie [16] 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 [16] i dotyczą one poziomu stabilizacji pierwszego poziomu wodonośnego, 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 własnościach filtracyjnych wynikających z ich zróżnicowanego składu mechanicznego. Nasypy zbudowane przeważnie z gruntów niespoistych wykazują własności filtracyjne zbliżone do gruntów sypkich je budujących. Wartość współczynnika filtracji dla nasypów zawiera 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, piasków gliniastych i pyłów 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, dla piasków gliniastych od 0,9 m/d do 2 m/d natomiast dla pyłów wynoszą od 0,04 m/d do 0,2592 m/d.

Przepuszczalność gruntów niespoistych uzależniona jest od ich uziarnienia. Dla piasków drobnych od 2 m/d do 8 m/d, dla piasków średnich od 8 m/d do 25 m/d, natomiast dla piasków grubych od 1,987 m/d do 77,76 m/d [33].

4.3.6. Obszary zagrożone podtopieniami

W obrębie dokumentowanego kanału stwierdzono stosunkowo płytkie zaleganie wód podziemnych. Od strony jeziora Tałtowisko w podłożu stwierdzono znaczne miąższości gruntów organicznych. 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. W granicach równin jeziornych 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 [24].

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.

4.4. Zasoby złóż kopalin miejscowych

Zasoby złóż kopalin miejscowych przedstawiono na mapie geośrodowiskowej w załączniku nr Z1/2 i scharakteryzowano poniżej na podstawie [26, 34].

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

Najbliżej zlokalizowane złożo znajduje się w odległości około 2,8 km na południowy wschód 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.

Kolejne udokumentowane złożo znajduje się na północ od kanału Grunwaldzkiego w odległości ponad 6 km. Jest to suche złożo piasków budowlanych o genezie wodnolodowcowej o nazwie Rybicał. Powierzchnia złoża wynosi 0,68 ha.

Z kolei za perspektywiczne dla udokumentowania złóż kruszywa piaskowo – żwirowego uznano obszary wokół punktów występowania piasków i żwirów na południe od Rybicała, w obszarach wychodni piasków i żwirów czołowo - morenowych oraz wodnolodowcowych. Stwierdzono tu piaski i żwiry o miąższości do kilku metrów, pod nakładem zwykle tylko gleby. Cechują się one dużą zmiennością uziarnienia, od głazów i głazików, do frakcji pylastych.

W okolicach miejscowości Tałty (na północ od Tałt) 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 nakładem 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.

5. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA PODŁOŻA GRUNTOWEGO

5.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie

Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie występujące w rejonie projektowanej inwestycji oparto na [17].

Z danych zawartych na mapie [17] 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 podłożu gruntowym występują natomiast grunty nasypowe o bardzo zróżnicowanym składzie, grunty organiczne (torfy, namuły). Ponadto stwierdzono wysoki poziom wód gruntowych. Pierwszy poziom wody gruntowej nawiercono na głębokości od 1,0 m p.p.t. do 6,5 m p.p.t.. Zwierciadło stabilizuje się na głębokości od 1,0 do 2,2 m p.p.t.

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania można przyjąć, że na dokumentowanym obszarze badań panują złe warunki geologiczno – inżynierskie wzdłuż dokumentowanego kanału. Od strony jeziora Tałowisko w podłożu stwierdzono występowanie gruntów organicznych o miąższości dochodzącej nawet do 11,0 m. Na pozostałym fragmencie kanału tj. od strony jeziora Kotek Wielki pod warstwą nasypów zalegają zarówno grunty niespoiste jak i spoiste przewarstwiające się wzajemnie. Złe warunki geologiczno – inżynierskie na tym fragmencie przyjęto z uwagi na wysoki poziom wód podziem-

nych występujący powyżej górnej części oczepu oraz tuż pod jego górną krawędzią.

5.3. Przydatność gruntów z wykopów

Podczas realizacji prac ziemnych w podłożu będą dominować grunty nasypowe charakteryzujące się bardzo zróżnicowanym składem. Budują je zarówno grunty niespoiste jak i spoiste. W ich składzie spotkać można również grunty organiczne, gruboziarniste (żwiry), kamieniste (otoczaki) 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. O przydatności gruntów nasypowych powinny decydować badania tych gruntów w otwartym wykopie.

W podłożu będą występować także grunty organiczne. Grunty słabonośne 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.

Utwory niespoiste reprezentowane przede wszystkim przez piaski drobne, piaski średnie i piaski grube będą dominować od strony jeziora Kotek Wielki. Utwory piaszczyste w strefie przypowierzchniowej zalegają w stanie luźnym oraz średniozagęszczonym. Luźne grunty mineralne są generalnie przydatne na potrzeby posadowienia zazwyczaj wymagają stabilizacji mechanicznej przez ich zagęszczenie.

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 spoi-
stych,
- organicznych, nieskalistych.

Występujące w podłożu grunty ujęto w sześć warstw geologiczno - inżynierskich, przy czym dla trzech 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, piasków średnich), drobnoziarnistych spoi-
stych (piasków gliniastych, glin piaszczystych), jak i kamienistych (otoczków) oraz organicznych (gleby próchniczej, torfu) i gruzu ceglanego. Z uwagi na ich bardzo zróżnicowany skład nie wyznaczono dla nich parametru geotechnicznego. Są to grunty wątpliwe do wykorzystania jako podłoża budowlane bez zastosowania ulepszeń lub środków wzmacniających.

Warstwę II - stanowią holoceni-
skie utwory organiczne w postaci gleby próchniczej, namułu piaszczystego, namułów gliniastych, namułów piaszczystych oraz torfu. 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 średnich, piasków gliniastych oraz otoczków,

podwarstwę IIb - obejmującą namuły piaszczyste barwy szarej z przewarstwieniami torfów. Ich maksymalna miąższość wynosi 3,1 m i została stwierdzona w otworze GR1. Średnia wartość ciężaru objętościowego wynosi $12,1 \text{ kN/m}^3$ ($\gamma_m=1\pm 0,10$), natomiast wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu wynosi 31,7 kPa ($\gamma_m=1\pm 0,25$).

podwarstwę IIc - obejmującą namuły gliniaste z domieszkami gytii. Ich znaczne miąższości stwierdzono w otworze GR7 (9,2 m). Ich obecność stwierdzono wielokrotnie tj. w otworach GR1, GR2, GR3, GR7, GR8 oraz GR5. Średnia wartość ciężaru objętościowego wynosi $10,1 \text{ kN/m}^3$ ($\gamma_m=1\pm 0,10$), natomiast wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu wynosi 41,6 kPa ($\gamma_m=1\pm 0,25$).

podwarstwę IId - obejmującą torfy charakteryzujące się barwą brunatną oraz czarną stwierdzone od strony jeziora Tałtowisko w otworach GR2, GR3, GR7 i GR8 a ich maksymalna miąższość nie przekracza 1,0 m. Średnia wartość ciężaru objętościowego wynosi $8,3 \text{ kN/m}^3$ ($\gamma_m=1\pm 0,10$), natomiast wytrzymałość na ścinanie w warunkach bez odpływu wynosi 31,2 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 geotechnicznych, małą nośność oraz dużą odkształcalność.

Warstwę III - podłoża gruntowego stanowią plejstoceny utwory jeziorne reprezentowane przez pyły. Dla pyłów przyjęto grupę konsolidacji C według normy [4]. Utwory te stwierdzono wyłącznie lokalnie w otworze GR5 na głębokości 3,7 m. Grunty tej warstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,31$ ($\gamma_m=1\pm 0,25$).

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 pylistych i piasków średnich. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,53$ ($\gamma_m=1\pm0,10$),

podwarstwę IVb – obejmującą piaski drobne z domieszkami piasków średnich. Grunty tej podwarstwy występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,76$ ($\gamma_m=1\pm0,10$),

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

podwarstwę Va – obejmującą piaski grube z domieszkami otoczków. Grunty tej podwarstwy występują w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,21$ ($\gamma_m=1\pm0,25$),

podwarstwę Vb – obejmującą piaski średnie i piaski grube z domieszkami otoczków. Grunty tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,50$ ($\gamma_m=1\pm0,16$),

podwarstwę Vc – obejmującą piaski średnie i piaski grube z domieszkami kamieni. Grunty tej podwarstwy występują w stanie zagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,77$ ($\gamma_m=1\pm0,10$).

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

podwarstwę VIa - obejmującą piaski gliniaste. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i

występują w stanie miękkoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności wynoszącym $I_L=0,63$ ($\gamma_m=1\pm0,24$),

podwarstwę VIb - obejmującą piaski gliniaste. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności wynoszącym $I_L=0,34$ ($\gamma_m=1\pm0,15$),

podwarstwę VIc - obejmującą piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Utwory te występują z domieszkami otoczków i przewarstwieniami piasków drobnych. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności wynoszącym $I_L=0,16$ ($\gamma_m=1\pm0,35$).

Utwory spoiste warstwy III i VI 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,
- pojawienie się sączeń śródglinowych w obrębie glin zwałowych oraz pyłów,
- 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 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 [31].

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. Inwenta-

ryzacja drzew i krzewów przeznaczonych do wycinki oraz karp do usunięcia jest przedmiotem odrębnego opracowania (szczegółowa gatunkowa inwentaryzacja drzew i zakrzaczeń w obrębie prowadzonych robót – nr arch. 1 409 514) [39].

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 udrożnienie 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 występują złe warunki geologiczno-inżynierskie.
- 8.1.2. Na zdecydowanej długości wzdłuż obu brzegów kanału podłoże przypowierzchniowo budują nasypy, charakteryzujące się zróżnicowanym składem. Ze względu na ich niejednorodność nie określono dla nich parametrów geotechnicznych. Są to grunty wątpliwe do wykorzystania jako podłoże budowlane a o ich ewentualnej przydatności powinny zdecydować badania w otwartym wykopie.
- 8.1.3. W obrębie kanału Grunwaldzkiego stwierdzono utwory słabonośne w postaci gruntów organicznych – o miąższości dochodzącej nawet do 11,0 m (otwór GR7) oraz miękkoplastycznych piasków gliniastych nawierconych na głębokości 4,0 – 4,5 m p.p.t. o maksymalnej miąższości wynoszącej 2,5 m.
- 8.1.4. Podłoże gruntowe budują także utwory niespoiste – piaski drobne, średnie i grube w stanie od luźnego do średniozagęszczonego oraz grunty spoiste reprezentowane przede wszystkim przez piaski gliniaste w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycznego, lokalnie także twardoplastyczne gliny piaszczyste i plastyczne pyły.
- 8.1.5. Woda podziemna występuje stosunkowo płytko. Pierwszy poziom wody gruntowej nawiercono na głębokości od 1,0 m p.p.t. do 6,5 m p.p.t.. Zwierciadło stabilizuje się na głębokości od 1,0 do 2,2 m p.p.t.
- 8.1.6. 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).
- 8.1.7. Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około 1,2 m p.p.t..
- 8.1.8. Inwestycja stwarza potencjalne zagrożenie dla środowiska wodno-gruntowego. Na dokumentowanym obszarze występuje słaba izolacja 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,
 - możliwych wahań wód podziemnych,
 - zalegania w strefie przypowierzchniowej nasypów o zmiennej miąższości i zmiennym składzie mechanicznym,
 - występowania gruntów organicznych oraz miękkoplastycznych gruntów spoistych.
- 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 rozporzą-

dzeniem [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.

9.3. Mapy geologiczne, sytuacyjne i topograficzne

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

- [23]. Wiechrowiec J., Krogulec E.: Mapa geośrodowiskowa Polski. Arkusz Ryn. Skala 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny, 2012 rok.

9.4. Objasnienia do map

- [24]. 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.
- [25]. Fortuna J. (koord.): Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Skala 1:50 000. Arkusz Ryn. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 1993 rok.
- [26]. Krogulec E., Wierchowiec 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.
- [27]. Skrzypczyk L., Nowakowski Cz.: Objasnienia do mapy hydrogeologicznej Polski. Skala 1:50 000. Arkusz Ryn. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2004 rok.

9.5. Literatura

- [28]. Ignut R., Kłębek A., Puchalski R.: Terenowe badania geologiczno-inżynierskie. Wydawnictwa Geologiczne. Warszawa 1973 rok.
- [29]. 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.
- [30]. Kondracki J.: Podział Polski na regiony fizyczno - geograficzne. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980 rok.
- [31]. Mikołajków J., Sadurski A. [red.], Informator PSH Główne zbiorniki wód podziemnych w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2017.
- [32]. Państwowy Instytut Geologiczny Państwowy Instytut badawczy – System Osłony Przeciwosuwiskowej (SO-

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

9.6. Opracowania archiwalne

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

Bydgoszcz, grudzień 2017 rok