



GEOPROGRAM

Wojciech Andrzejewski

85-739 Bydgoszcz, ul. Fordońska 110

tel. 602-322297, fax: (052)-3717949

NIP 953-217-16-00, REGON: 092345820

Konto: PKO Bank Polski S.A. 80 1440 1215 0000 0000 0379 8577

e-mail: office@geoprogram.pl www.geoprogram.pl

PROJEKT ROBÓT GEOLOGICZNYCH dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich do projektu zabezpieczenia okresowo czynnego osuwiska przy ul. Tucholskiej w KORONOWIE

PODMIOT
FINANSUJĄCY:



*Gmina Koronowo
Plac Zwycięstwa 1
86-010 Koronowo
Koronowo
Koronowo
bydgoski
kujawsko-pomorskie*

MIEJSCOWOŚĆ:

GMINA:

POWIAT:

WOJEWÓDZTWO:

Zespół autorski:	mgr Wojciech Andrzejewski - upr. geol V-1436 - upr. geol. VII-1281	
	lic. Izabella Żabierek	
	mgr Sławomir Żabierek	

BYDGOSZCZ, listopad 2016 r.

SPIS TREŚCI

1. CZĘŚĆ WSTĘPNA	3
1.1. Podstawa opracowania	3
1.2. Przedmiot opracowania	3
1.3. Cel i zakres opracowania	3
1.4. Dotychczasowy stan rozpoznania	4
1.5. Określenie właściwości administracji geologicznej	4
1.6. Materiały wykorzystane w opracowaniu	5
2. CZĘŚĆ DOKUMENTACYJNA	6
2.1. Lokalizacja i opis terenu badań	6
2.2. Charakterystyka obiektu	7
2.3. Środowisko geograficzne. Geomorfologia	8
2.4. Hydrografia	9
2.5. Budowa geologiczna	9
2.6. Warunki hydrogeologiczne	10
2.7. Dynamika osuwiska, stateczność zbocza	12
3. CZĘŚĆ PROJEKTOWA	15
3.1. Zakres i metody wykonywanych badań	15
3.1.1. Projektowane roboty geologiczne	15
3.1.3. Badania laboratoryjne	18
3.1.4. Prace kameralne	18
3.2. Warunki prowadzenia robót geologicznych	18
3.3. Oddziaływanie projektowanych robót na środowisko	20
3.4. Harmonogram prowadzenia robót geologicznych	20
4. PODSUMOWANIE	21



1. CZĘŚĆ WSTĘPNA

1.1. Podstawa opracowania

- Zlecenie Finansującego roboty geologiczne: Gminy Koronowo,
- Ustawa Prawo geologiczne i górnicze z dn. 09.06.2011 r. (jednolity Dz.U. z 2016 poz. 1131).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji z dnia 20.12.2011 r. (Dz.U. nr 288, poz. 1696, z późn. zmianami),
- Wytoczne wynikające z Monitoringu ruchów masowych na terenie miasta Koronowa i w najbliższym otoczeniu.

1.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb ustabilizowania okresowo czynnego osuwiska przy ul. Tucholskiej i posadowienia ul. Tucholskiej.

1.3. Cel i zakres opracowania

Projektowane prace geologiczne mają na celu określić warunki geologiczno-inżynierskie terenu dla potrzeb ustabilizowania i zabezpieczenia okresowo czynnego osuwiska przy ul. Tucholskiej, a także wzmocnienia konstrukcji ulicy poprowadzonej na nim.

Projekt robót geologicznych obejmuje swoim zakresem:

- opis terenu,
- analizę danych dotyczących geomorfologii, budowy geologicznej i warunków hydrogeologicznych a także obserwacji przemieszczeń (na podstawie szczegółowej analizy materiałów archiwalnych),
- przedstawienie niezbędnego zakresu prac i robót geologicznych, koniecznych dla określenia geologiczno-inżynierskich,
- opis metodyki prowadzenia robót geologicznych.

Zakres przestrzenny opracowania projektu robót geologicznych został nakreślony w załączniku nr 1 do umowy.



1.4. Dotychczasowy stan rozpoznania

Osuwisko powstało w latach 80tych XX wieku w rezultacie reprofilowania drogi ul. Tucholskiej. Osuwisko jest okresowo aktywne, ostatnie większe deformacje zaobserwowane w 2004r.

Teren osuwiska przy ul. Tucholskiej był przedmiotem wcześniejszych badań geologiczno-inżynierskich prowadzonych przez GEOTEKO [12] w ramach Zadania badawczego: „Opracowanie koncepcji ustabilizowania osuwisk w dolinie Brdy w Koronowie z uwzględnieniem mechanizmów deformacji zboczy i oceną ryzyka osuwiskowego” prowadzonego przez zespół IBW PAN. Gdańsk (L. Świdziński W., Zabuski L., Kulczykowski M.) [13].

W ramach prac badawczych wykonano wówczas 3 otwory wiertnicze, w których zainstalowano rury inklinometryczne (oznaczone T-1/I, T-2/I, T-3/I) o głębokości odpowiednio 18,15 i 8 m. W sąsiedztwie odwiercono również piezometry T-1/P, T-2/P1, T-2/P2, T-3P/1 oraz T-3/P o głębokości 2,5-15 m, w większości (poza T-2/P1) zafiltrowane w spągowej strefie otworów z sączeniami, były wg Dokumentacji izolowane bentonitem.

We wskazanych lokalizacjach wykonano również 3 sondy CPT ze stożkiem mechanicznym Begemmana o głębokości 9-16 m.

Na podstawie badań GEOTEKO [12] oraz prowadzonych szerokich obserwacji i pomiarów (inklinometrycznych, piezometrycznych, meteorologicznych, geodezyjnych) zespół IBW PAN z Gdańska [13] opracował model geotechniczny osuwiska, wyznaczył lokalizację powierzchni poślizgu oraz, metodą analizy wstecznej, parametry rezydualne w strefie poślizgu ($c=3\text{kPa}$, $\phi=8^\circ$). Przeprowadzono także 1 oznaczenie wytrzymałości na ścinanie w aparacie trójosiowego ścinania z konsolidacją i drenażem.

Stały monitoring inklinometryczny od 2010 r. prowadzony przez prof. Lesława Zabuskiego pozwolił określić prędkości przemieszczania koluwium.

Dla analizowanego osuwiska w 2015 r. przez Przemysława Piekarskiego [15] została opracowana Karta Rejestracyjna Osuwiska (KRO nr 04 03 044 xxx3). W ramach opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi Sebastian Tyszkowski uaktualnił oraz rozszerzył KRO Nr 04 03 044 xx3 o część nieaktywną w części wschodniej ulicy.

1.5. Określenie właściwości administracji geologicznej

Organem administracji geologicznej pierwszej instancji, w myśl art. 161 ust. 2 Ustawy z dnia 9.06.2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (tekst jednolity Dz.U. z 2016 poz. 1131) jest **Starosta Powiatu Bydgoskiego**, dla którego zastrzeżone są sprawy związane z dokumentowaniem badań geologiczno-inżynierskich dla potrzeb posadowienia obiektów budowlanych liniowych (z wyłączeniem ponadwojewódzkich) oraz wykonywanych na potrzeby zagospodarowania przestrzennego gminy.



1.6. Materiały wykorzystane w opracowaniu

1. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 8 maja 2014 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i dokumentacji geologiczno-inżynierskiej (Dz.U. 2014 poz. 596),
2. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych. (Dz.U. z 2012, poz. 463).
3. PN-EN 1997-1:2008; Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 1: Zasady ogólne.
4. PN-EN 1997-2:2009; Eurokod 7 - Projektowanie geotechniczne - Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
5. PN-88/B-04481 Grunty budowlane. Badanie próbek gruntów.
6. PN-86/B-02480 Grunty budowlane. Podział, nazwy, symbole i określenia.
7. PN-B-04452:2002 Geotechnika. Badania polowe.
8. Geografia regionalna Polski. Jerzy Kondracki, PWN Warszawa, 2000 r.
9. Mapa Geośrodowiskowa Polski, arkusz Koronowo, skala 1: 50 000.
10. Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, arkusz Koronowo, skala 1: 50 000.
11. Mapa Topograficzna Polski, skala 1: 10 000.
12. Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla potrzeb określenia warunków geotechnicznych, instalacji urządzeń kontrolno-pomiarowych oraz monitorowania zjawisk osuwiskowych w celu opracowania koncepcji stabilizowania osuwisk w dolinie Brdy w Koronowie, GEOTEKO – Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o. Warszawa, 2010 r.
13. Świdziński W., Zabuski L., Kulczykowski M., Opracowanie koncepcji ustabilizowania osuwisk w dolinie Brdy w Koronowie z uwzględnieniem mechanizmów deformacji zboczy i oceną ryzyka osuwiskowego. IBW PAN Gdańsk, 2012 r.
14. Zabuski L., Mrozek T., Świdziński W., Kulczykowski M., Laskowicz I., Kompleksowe badania osuwisk w dolinie Brdy w Koronowie k. Bydgoszczy. Przegląd Geologiczny vol. 62, nr 9: 472-480, 2014 r.
15. Piekarski P., Karta Rejestracyjna Osuwiska (KRO 04 03 044 xx3), 2015 r.
16. Tyszkowski S., H. Kaczmarek, M. Kramkowski, Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w strefie zboczowej doliny rzeki Brdy na terenie Koronowa i okolic, 2015 r.
17. Zabuski L., 2014-2016 Monitoring - badanie ruchów masowych (osuwiskowych) i analiza procesów deformacyjnych na terenie miasta Koronowa i w najbliższym otoczeniu.
18. Mapa do celów opiniodawczych uzyskana z zasobu geodezyjnego.



2. CZĘŚĆ DOKUMENTACYJNA

2.1. Lokalizacja i opis terenu badań

Ulica Tucholska znajduje się w północno-zachodniej części Koronowa, po prawej stronie doliny Brdy. Miasto i Gmina Koronowo, znajdują się w powiecie bydgoskim, w województwie kujawsko-pomorskim.

Ulica Tucholska posiada przebieg W-E. W części zachodniej rzędne terenu układają się około 104-106 m n.p.m., opadając ku wschodowi do 88 m n.p.m. w granicach objętych opracowaniem.

Analizowany obszar ograniczony jest:

- Od północy polną drogą położoną na rzędnych ok. 106 m n.p.m., wyznaczających naziom zbocza Doliny Brdy,
- Od południa ulicą Promenady do której przylega jezor osuwiska i dalej połągą skarpią dochodzącą do koryta Brdy,
- Granice zachodnią i wschodnią opracowania nakreślił Zamawiający tj. Gmina Koronowo w oparciu o dotychczasowe rozpoznanie (zał. 1.1, 1.2).

Nachylenie zboczy „Osuwiska Tucholska” jest bardzo zróżnicowane. W części północnej widoczna jest niska o wysokości 6-10 m i nachyleniu ok. 13°, gdzie u jej podstawy powstał obszar zawodniony, porośnięty roślinnością wodolubną (bezpośrednio przy korpusie drogi) – Fot. 1. Skarpa południowa na której posadowiona jest konstrukcja drogi lokalnie posiada nachylenia rzędu 25-30°. Może stanowić ona nasyp drogowy układany na zboczu. Dalej zgodnie z upadem powierzchni zbocza (wyznaczana przez koluwia) łagodnieje do ok. 5-7°, zaś u czoła jezora ponownie wystramia się do ok. 10°.

Całkowita deniwelacja (do ul. Promenada) wynosi ok. 40 m, zaś długość 258 m. Rozciągłość całego osuwiska zgodnie z KRO [16] wynosi 218 m, zaś powierzchnia 6,4 ha (część poza obszarem opracowania).

Na skarpię powyżej ulicy występuje roślinność wodolubna i wyżej trawa i byliny. Poniżej ulicy występuje roślinność krzewiasta z niskimi drzewami liściastymi. Drzewa posiadają powyginane pnie (pijany las) – Fot. 2. wskazując na postępujące ruchy masowe typu spęływania. W okresie opracowywania projektu robót geologicznych nie stwierdzono podmokłości na zboczu poniżej drogi, która była opisywana w koncepcji ustabilizowania osuwisk [13], może wynikać to z niskich stanów opadów na początku października.

Zabudowę osuwiska stanowi jeden budynek mieszkalny jednorodzinny z obiektami inwentarskimi, natomiast w sąsiedztwie na części nieczynnej osuwiska (poza obszarem badań) występuje luźna zabudowa jednorodzinna.

W ciągu ulicy Tucholskiej, wzdłuż jej północnego pobocza przebiega kolektor kanalizacji



deszczowej DN800 ułożony w 2015 r., przebiega on na głębokości ok. 2-5 m. Pod trasą ul. Tucholskiej przebiega częściowo niedrożny przepust, który miał za zadanie odbierać wody spływające ze zbocza. Wzdłuż przebiegają również napowietrzne linie telekomunikacyjne i elektroenergetyczne.



Fot. 1. Widok na niszę osuwiska, u podnóża podmokłości;



Fot. 2. Widok na „pijany las”.

Teren projektowanych robót geologicznych nie podlega ochronie na mocy przepisów ustawy Prawo Ochrony Środowiska, ani w obrębie Obszaru Natura 2000. Najbliższym obszarem podlegającym ochronie jest Obszaru Chronionego Krajobrazu Zalewu Koronowskiego położony po południowej stronie ulicy Tucholskiej.

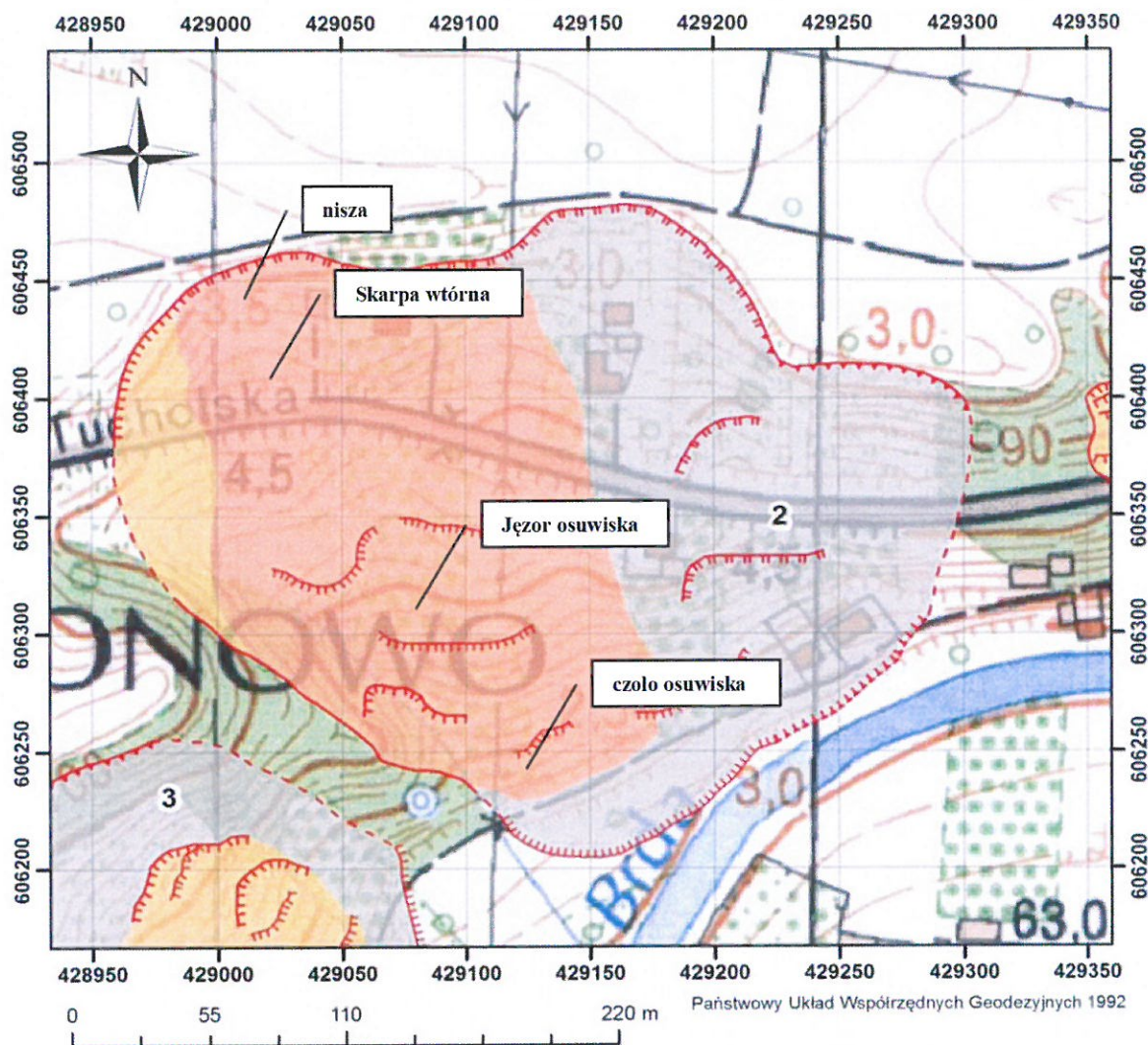
Szczegóły lokalizacyjne przedstawia Załącznik 1.1 – Mapa przeglądowa terenu badań, skala 1: 10 000, a także dostarczony przez Zamawiającego Załącznik 1.2 - Mapa sytuacyjno-wysokościowa terenu badań wraz z rozmieszczeniem projektowanych wyrobisk badawczych.

2.2. Charakterystyka obiektu

Ulica Tucholska stanowi drogę gminną. Posiada ona nawierzchnię bitumiczną. Nawierzchnia jest silnie zdeformowana, wzdłuż południowej krawędzi popękana. Charakter deformacji wskazuje, że część nasypu korpusu drogi ulega przemieszczeniom w dół zbocza. Natomiast nieregularne przełomy i fałdy mogą być zapisem pełzania spoistego podłoża, przy niedostatecznej miąższości korpusu drogi. Obiekt należy zaliczyć do III-ciej kategorii geotechnicznej.

2.3. Środowisko geograficzne. Geomorfologia

Dokumentowany obszar, wg Kondrackiego (2000), położony w strefie krawędzi morfologicznej Doliny Brdy (314.72), która wciną się wysoczyznę morenową Pojezierza Krajeńskiego (314.69).



Rys. 1. Morfologia osuwiska, wg KRO S. Tyszkowski [16], zmienione.

Na analizowanym terenie czytelne są formy osuwiskowe:

- Nisza osuwiskowa, obecnie porośnięta, z podkreślonym przebiegiem skarpy głównej,
- W dolnej partii niszy widoczna jest niewielka skarpa wtórna wraz zagłębieniem wypełnianym wodami powierzchniowymi,
- Jęzor wykazuje duże wypłaszczenie i pofałdowanie w mezoskali,
- Wystromienie czoła przy ul. Promenada.

2.4. Hydrografia

Pod względem hydrograficznym obszar projektowanych robót geologicznych znajduje się w zlewni Brdy.

W rejonie Koronowa Brda tworzy meander otaczający z północy, zachodu i wschodu miasto. Obecnie Brda stanowi jedynie kanał ulgowy dla Elektrowni Wodnej, zasadnicza ilość wody jest przepuszczalna za pośrednictwem Kanału Lateralnego przez elektrownię w Samociążku.

Koryto Brdy przebiega w odległości 260 m na południowy wschód od jezdni ulicy Tucholskiej.

Wody powierzchniowe okresowo występują powyżej ulicy Tucholskiej w niewielkim obniżeniu porośniętym roślinnością wodolubną. Wody te powinny być przejmowane przez przepust.

2.5. Budowa geologiczna

Budowa geologiczna obszaru projektowanych robót geologicznych została rozpoznana na podstawie danych archiwalnych [12, 13]. Należy podkreślić, że w rejonie Koronowa, w szczególności na zboczach Doliny Brdy, odsłaniają się grunty silnie zaburzone glacitektonicznie. W obrębie osadów czwartorzędowych występują znaczne porwaki utworów mioceńskich i mioplioceńskich (neogen).

UTWORY CZWARTORZĘDOWE są wieku holocenińskiego i plejstocenińskiego.

Holocen

Zaliczono do niego warstwę gleby o miąższości przeciętnie kilkudziesięciu centymetrów oraz nasyp korpusu ul. Tucholskiej. Nie znany jest skład, stan oraz miąższość tego nasypu. Do utworów holoceniskich zaliczyć należy także koluwia w jezorze osuwiskowym. Ich skład według dokumentacji GEOTEKO [12] nie różni się od gruntów w pozycji pierwotnej. Natomiast w górnej partii koluwiom stan gruntów jest zdecydowanie gorszy od rodzimych. Według [12] utwory spoiste znajdują się w stanie twardoplastycznym ($IL=0,10-0,20$). Są to iły węgliste, węgle brunatne i pyły z piaskiem węgla brunatnego (utwory mioenu).

Plejstocen

Na terenie wysoczyzny występuje w postaci osadów glacialnych i fluwioglacialnych. Gliny zwałowe reprezentowane jako piaski gliniaste i gliny piaszczyste fazy poznańskiej (gQ^P) dominują w strefie wysoczyzny gdzie są przewarstwiane lub podścielone przez piaski fluwioglacialne.

W strefie zboczowej, wzdłuż ul. Tucholskiej wychodnię tworzą stanowiące glacitektonicznie zaburzoną krę w obrębie utworów polodowcowych osady mioenu. Są one wykształcone w postaci dominujących pyłów z węglem brunatnym, węgli brunatnych oraz podrzędnie iłów węglistych lub glin pylastych. W pozycji naturalnej



(w stosunku do osuwiska) grunty te znajdują się w stanie twaroplastycznym do półzwartego. Dla utworów tych GEOTEKO [12] wyznaczyło metodą trójosiowego ścinania CID dla pyłów z rejonu powierzchni poślizgu wartości efektywne $\phi' = 31,4^\circ$, $c' = 21$ kPa.

Zaburzone osady miocenne podścielone są poniżej rzędnej 68 m n.p.m. przez półzwarłe, silnie prekonsolidowane gliny zwałowe zlodowacenia środkowopolskiego(?) lub fazy leszczyńskiej zlodowacenia północnopolskiego, których nie przewiercono.

Z uwagi na charakter projektu, nie przeprowadzono szczegółowej analizy budowy geologicznej głębszego podłoża. Budowę geologiczną dokumentowanego terenu przedstawia Załącznik 4 – Przekrój geologiczno-inżynierski opracowany przez GEOTEKO [12], na który naniesiono wyniki pomiarów inklinometrycznych prowadzonych przez prof. L. Zabuskiego z jego interpretacją przebiegu powierzchni poślizgu.

2.6. Warunki hydrogeologiczne

Obszar Koronowa położony jest na terenie Zbiornika międzymorenowego Byszewo (Qm) nr 132. Jest to Obszar Wysokiej Ochrony, w ramach podziału hydrogeologicznego GZWP.

Na podstawie przeanalizowanych danych archiwalnych stwierdzono obecność **jednego czwartorzędowego poziomu wodonośnego**.

POZIOM CZWARTORZĘDOWY występuje w 2 warstwach wodonośnych.

Pierwsza warstwa wodonośna związana jest z utworami fluwioglacjalnymi wysoczyzny morenowej. Jej poziom piezometryczny układa się powyżej rzędnej 90 m n.p.m. Warstwa ta nie ma znaczenia użytkowego. Jest silnie drenowana przez Dolinę Brdy. Dopływ lateralny wód z pierwszej warstwy wodonośnej w strefie zboczowej powoduje nawodnienie osuwiska. Są to wody wykazane w dokumentacji GEOTEKO [12] w otworze T-4/P.

Z uwagi na budowę zarówno gruntów rodzimych, jak i koluwium z wzajemnie poprzewarstwianych węgli oraz pyłów, dokładne prześledzenie warunków wodnych w obrębie zbocza jest trudne. Według przekrojów zawartych w Dokumentacji GEOTEKO [12] wody gruntowe zostały rozpoznane poniżej korpusu drogi w piaskach. Natomiast na terenie koluwium T-2/P1 występują w postaci płytkich stref sączeń 1,0-1,9 m p.p.t., gdy dalszy profil nie jest zawodniony. Podobnie w dolnej części koluwium (T-3/P) wody z sączeń wykryto nad stopem glin zwałowych (6,4 m p.p.t.).

Rozpoznanie z etapu wykonywania piezometrów zostało zweryfikowane przez wieloletnie pomiary w piezometrach prowadzone przez zespół IBW PAN z Gdańska [13], a później przez Profesora Zabuckiego. Pomiary poziomu ZWG w piezometrach wykazują zawodnienie praktycznie całego zbocza na głębokości: okresowo od praktycznie powierzchni terenu T-1P do ok. 5 m w okresach suchych T-3/P. Wahania poziomu wody największe są w piezometrze w czole osuwiska, gdzie ich amplituda osiąga 4 m.

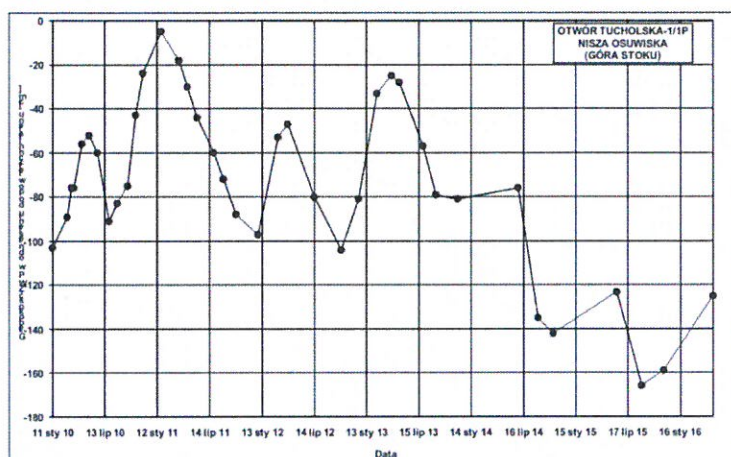
Według analizy IBW PAN [13] relatywnie najwyższe stany wód występują w okresach o niskich temperaturach oraz pierwszym ociepleniu, natomiast obniżenie ZWG następuje w okresach letnich. Powyższe obserwacje, w powiązaniu z budową geologiczną z gruntów



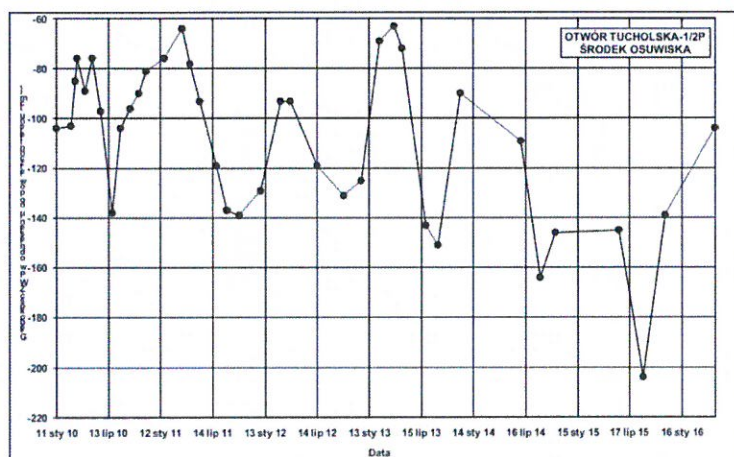
o niskiej przepuszczalności, wiązać może się z wpływem ewapotranspiracji w okresie wegetacyjnym. W pomiarach widoczne jest obniżenie ZWG w T-1/P i T-2/P przypadające po 2014 r. Może być to związane z robotami ziemnymi prowadzonymi w związku z uzbrajaniem terenu przeszłego parku przemysłowego oraz ułożeniem kolektora kanalizacji sanitarnej DN800 w ciągu ul. Tucholskiej. Jego zasypka może stanowić ciąg drenażowy.

Generalnie występuje wyraźna korelacja pomiędzy poziomem ZWG w górnej i środkowej części zbocza, wskazująca na łączność hydrauliczną. Natomiast sytuację hydrogeologiczną w otworze dolnej partii zbocza, kształtuje prawdopodobnie jeszcze dodatkowo dopływ wód od zachodu.

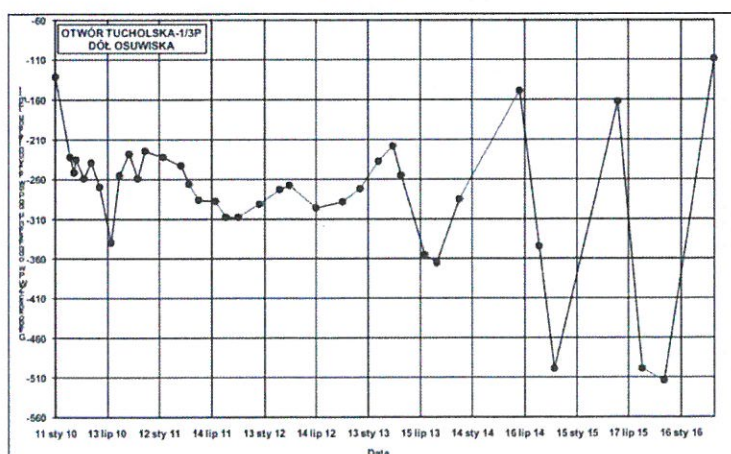
OTWÓR T1-1P



OTWÓR T1-2P



OTWÓR T1-3P



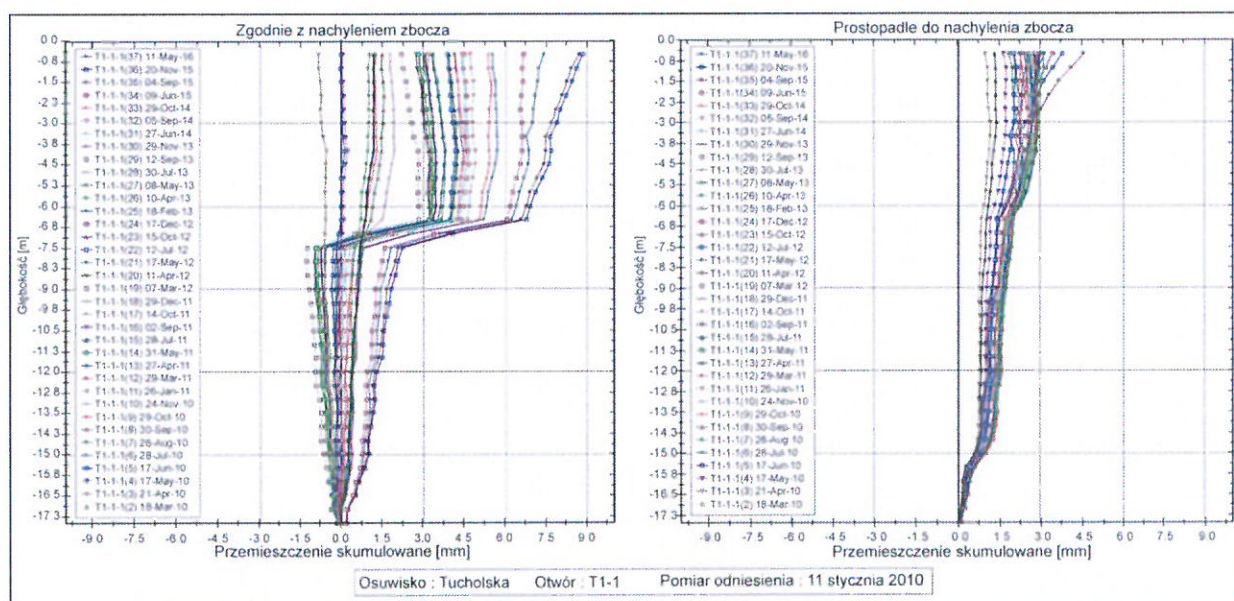
Rys. 2. Wykresy zmian poziomu ZWG w piezometrach L. Zabuski [16].

Druga warstwa wodonośna związana jest z utworami fluwioglacjalnymi międzymorenowymi (piaski i żwiry). Występuje pod przykryciem glin zwałowych lub zaburzonych utworów miocenu. Posiada napięte ZWG, lokalnie w dnie doliny o charakterze artezyjskim. Miąższość tego horyzontu przekracza 30 m. Poziom piezometryczny kształtuje się w zakresie rzędnych 59-65 m n.p.m. Jest to główny poziom użytkowy (GPU) ujmowany przez ujęcia wody dla Koronowa. Brda jest poziomem drenażu.

2.7. Dynamika osuwiska, stateczność zbocza

Według prowadzonych obserwacji inklinometrycznych [13, 14, 17] wyznaczona została strefa poślizgu, jej przebieg wrysowano w przekrój geologiczno-inżynierski na Załączniku 4.

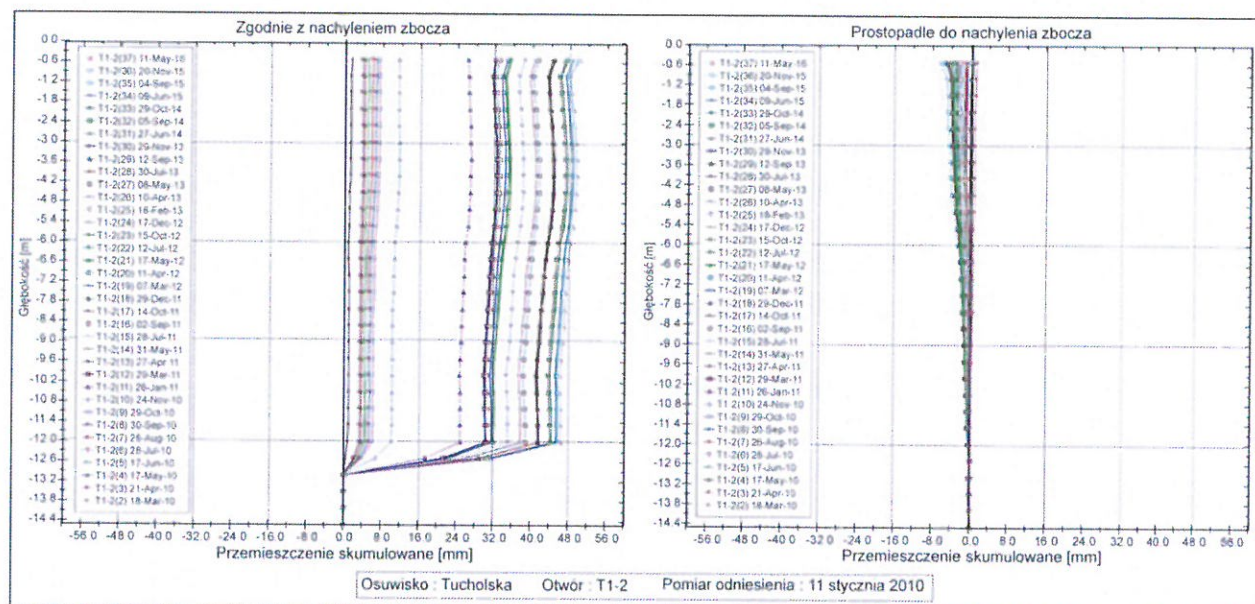
Według powyższych obserwacji oraz analiz numerycznych powierzchnia poślizgu notowana w inklinometrze T-1/I w strefie 6,5-7,5 m p.p.t. w okresie przemieszczenie wyniosło ok. 10 mm. Przebiega ona w obrębie węgla brunatnych. Zdaniem IBW PAN nie stanowi głównej powierzchni poślizgu całego osuwiska.



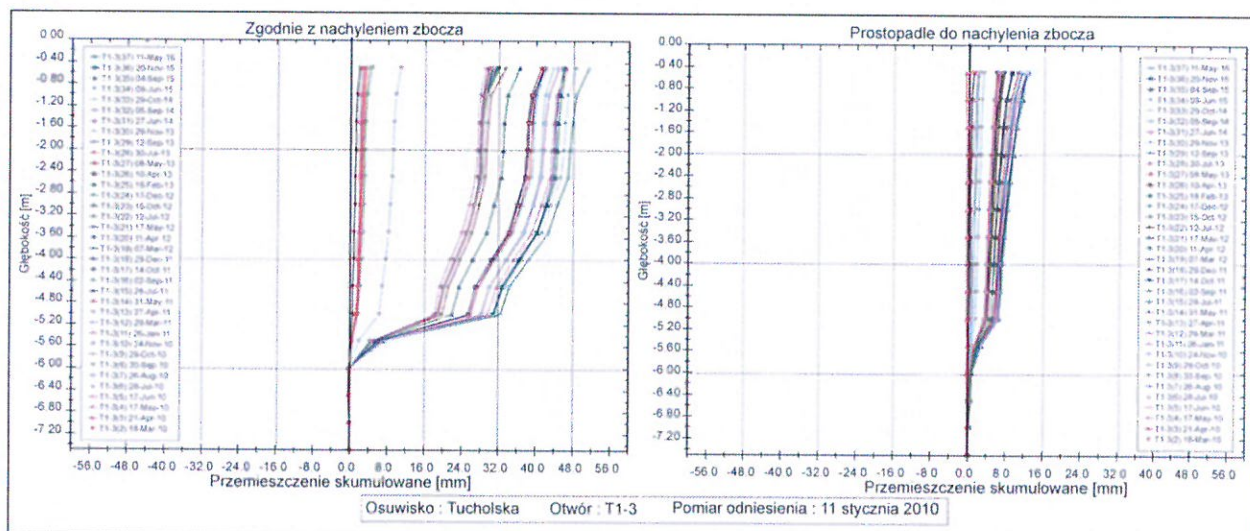
Rys. 3. Wykresy przemieszczeń w inklinometrze T-1/I wg [17].

W inklinometrze T-2/I w centralnej części zbocza strefa poślizgu została zarejestrowana na głębokości 12,0-12,5 m p.p.t. w obrębie półzwałowych ilów przewarstwionych węglem brunatnym, nad stropem glin zwałowych. Przemieszczenie całkowite wynosi ok. 50 mm.

U czoła osuwiska w inklinometrze T-3/I strefa poślizgu zlokalizowana jest na głębokości 5,0-6,0 m p.p.t. w obrębie węgla brunatnych poprzewarstwianych pyłem. Całkowite przemieszczenie jest porównywalne z T-2/I i wynosi ok. 51 mm.



Rys. 4. Wykresy przemieszczeń w inklinometrze T-2/I wg [17].



Rys. 5. Wykresy przemieszczeń w inklinometrze T-3/I wg [17].

Powierzchnia poślizgu jest w strefie jęzora osuwiskowego (pomiędzy T-2/I i T-3/I praktycznie połoga (nachylenie rzędu 1-2°). Przemieszczenie koluwiów o charakterze pełzania następuje bez przemieszczania się gruntu między sobą w jego obrębie. Powierzchnia ta rozpoczyna się prawdopodobnie bezpośrednio powyżej ul. Tucholskiej [13] w obrębie wtórnej skarpy. **Biorąc pod uwagę powyższe, brak jest obserwacji przemieszczeń osuwiska w górnej jego strefie, oddziałujących bezpośrednio na ulicę.**

Prędkość przemieszczeń koluwiów, poza początkowym okresem po zainstalowaniu inklinometrów, jest powolny i względnie równomierny. W inklinometrze T-1/P odnotowano wzrost przemieszczeń w 2015 r., które ustabilizowało się [17]. W okresie tym nastąpiła także zmiana przemieszczeń wzdłuż profilu wskazująca na translacyjny charakter powyżej powierzchni poślizgu. Wiązać to można z realizacją kolektora w ciągu ul. Tucholskiej poniżej inklinometru.

Na postępujące procesy pełzania wzdłuż osuwiska wskazują systematyczne deformacje nawierzchni ul. Tucholskiej, na analizowanym odcinku największe uszkodzenia widoczne są wzdłuż południowej krawędzi. Wskazywać to może na przemieszczenia i deformacje obrębie nasypu korpusu drogowego, spowodowane zarówno przez jego osuwanie po gruntach spoistych, jak i możliwość rozwoju procesów sufozyjnych w obrębie nasypu i podbudowy.

Według analizy wstecznej [13] dla osuwiska przy ul. Tucholskiej uzyskano parametry warstwy poślizgowej na poziomie $\phi=8^\circ$, $c=3\text{kPa}$. Analiza numeryczna doprowadziła do wniosków, że proces powolnego pełzania osuwiska nie zakończy się samoczynnie w ciągu przyjmowanych do obliczeń 50 lat.



3. CZĘŚĆ PROJEKTOWA

3.1. Zakres i metody wykonywanych badań

3.1.1. Projektowane roboty geologiczne

Z uwagi na wymagane zabezpieczenie osuwiska oraz planowany remont ul. Tucholskiej, projektuje się szereg robót geologicznych w celu rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich. Projektuje się roboty geologiczne pod stałym dozorem geologicznym uprawnionej osoby.

Roboty geologiczne zaprojektowano z naciskiem na określenie warunków geologicznych pozwalających zaprojektować wzmocnienie konstrukcji drogowej, ustabilizować osuwisko oraz uzyskać stosowne pozwolenie na budowę.

Wszystkie roboty geologiczne projektuje się na terenie działek nr 330/1 i 383 w obrębie geodezyjnym 0001 m. Koronowo, których właścicielem jest Gmina Koronowo – podmiot finansujący przeprowadzenie robót geologicznych.

a/ wiercenia

Na terenie badań projektuje się wykonanie:

- **3 otworów rurowanych lub rdzeniowanych do głębokości ok. 15,0 m p.p.t.**, w celu szczegółowego rozpoznania warunków geotechnicznych, w tym poboru prób NNS oraz zainstalowania w nich kolumny rur inklinometrycznych (T-4/I), lub kolumn piezometrycznych (T-5/P, T-6/P) dla zbadania występowania pierwszej warstwy wodonośnej i określenia kierunków jej przepływu. Są to otwory oznaczone o1 – o3. Otwory będą wiercone świdrami spiralnymi 130 mm z orurowaniem 158-168 mm, lub przy pomocy systemu rdzeniowego, rdzeniówkami wrzutowymi podwójnymi PQ, przy średnicy otworu 123 mm. Biorąc pod uwagę fakt, że w profilach dominować będą węgle i pyły szczególnie wrażliwe na płuczkę, preferuje się otwory na sucho w rurach.
- **2 otworów nierurowanych (T-9 i T-16) o zakładanej głębokości 20 m p.p.t.**, wykonanych systemem mechanicznym, obrotowym, świdrami spiralnymi o średnicy 110-130 mm,
- **2 otworów nierurowanych (T-7 i T-8) o zakładanej głębokości 15 m p.p.t.**, wykonanych systemem mechanicznym, obrotowym, świdrami spiralnymi o średnicy 110-130 mm,
- **5 otworów nierurowanych (T-10 do T-13 i T-15) o zakładanej głębokości 10 m p.p.t.**, wykonanych systemem mechanicznym, obrotowym, świdrami spiralnymi o średnicy 110-130 mm,
- **1 otworu nierurowanego (T-14) o zakładanej głębokości 6 m p.p.t.**, wykonanych systemem mechanicznym, obrotowym, świdrami spiralnymi o średnicy 110-130 mm.



W rejonie otworów T-5, T-6, T-11, T-13, T-16 zostaną przeprowadzone wiercenia koronką rdzeniową 80-100 mm przez konstrukcję drogową, w celu jej rozpoznania. Wiercenia wykonane zostaną specjalistyczną wiertnicą do asfaltu lub betonu.

Upoważnia się dozór geologiczny do korygowania na bieżąco prowadzonych prac, w zależności od uzyskanych wyników robót, w tym:

- Głębokości otworów w zakresie 20% projektowanego metrażu,
- Lokalizacji otworu w promieniu 10 m od wskazanej (przesuwając otwór należy lokalizować go w analogicznej sytuacji morfologicznej w stosunku do projektowanej),
- Konstrukcji otworu w zakresie zafiltrowania warstwy wodonośnej.

b/ konstrukcja otworów inklinometrycznych

W otworze wiertniczym T-4/I należy zabudować kolumnę rur inklinometrycznych o średnicy 70 mm z ABS. Kolumnę posadzić na dnie otworu i zabezpieczyć korkiem dennym.

Kolumnę rur inklinometrycznych montuje się najczęściej z rur o odcinkach 3 m, łącząc je specjalnymi złączkami z nitami z uszczelnieniem np. silikonem i zewnętrzną taśmą samoprzylepną.

Przestrzeń pomiędzy rurami wiertniczymi a kolumną inklinometryczną należy wypełnić zaczynem cementowo-bentonitowym, podczas wydobywania rur osłonowych. Podczas zapuszczania kolumny, dla wyrównania ciśnienia hydrostatycznego kolumnę inklinometryczną wypełnić wodą.

Z uwagi na wykonywanie inklinometru w poboczu drogi ze względów bezpieczeństwa powinien on zostać zakończony poniżej poziomu terenu i zabezpieczony studzienką wodociągową lub drenarską z włazem obetonowaną.

c/ konstrukcja piezometrów

Przyjęto konieczność obserwacji poziomu wody w strefie przypowierzchniowej, której stan determinuje obciążenia na zboczu.

W otworach T-5/P i T-6/P należy zafiltrować kolumny piezometryczne DN90-110, o części czynnej długości 6 m, posadowione na głębokości 7 m. Przestrzeń pomiędzy filtrem a rurami osłonowymi wypełnić obsypką piaskowo-żwirową o średnicy 1-2 mm, zaś powyżej filtra zaczynem bentonitowo-cementowym. Piezometry z uwagi na lokalizację na poboczu drogi zabezpieczyć należy typowymi studzienkami wodociągowymi.

Przestrzeń pomiędzy rurami wiertniczymi a kolumną filtracyjną należy wypełnić zaczynem cementowo-bentonitowym, podczas wydobywania rur osłonowych.

d/ opróbowanie otworów i badania makroskopowe

Podczas wykonywania robót geologicznych pobierane będą następujące próbki:

- **próbki gruntu o nienaruszonej strukturze (NNS)** należy pobierać z rurowanych otworów T-4/I, T-5, T-6; próby pobierane będą przy pomocy próbnika Shelby 89 mm, lub z rdzenia wiertniczego. Są to próby kategorii „A”, klasy 1. Przewiduje się pobór łącznie 10 prób NNS ze stref, gdzie zostanie wyznaczona potencjalna powierzchnia poślizgu z badań CPTu,



- **próbki gruntu o naturalnej wilgotności (NW) i o naturalnym uziarnieniu (NU)** do oznaczeń geotechnicznych należy pobierać w każdym otworze z każdej przewierconej warstwy, nie rzadziej, niż co 2 m. Pobieranie próbek do badań geotechnicznych w klasie poboru 3 i 4, kategorii „B”;
- **próbki wody gruntowej (WG)** – należy pobrać 2 próby WG, z wykonanych otworów, po wykonaniu pompowania oczyszczającego; pobór wody do specjalnych pojemników, próbnikiem odpowiadającym wymogom nienaruszania składu chemicznego pobranej próbki do badań agresywności.

Jednocześnie prowadzone będą badania makroskopowe próbek gruntów bezpośrednio z każdego przewiertu.

Próbki gruntów, które nie zostaną przekazane do laboratoriów powinny zostać umieszczone (czasowo) w magazynie wykonawcy robót geologicznych, do chwili zatwierdzenia dokumentacji.

e/ sondowania CPTu

Jako podstawowe sondowania przyjęto sondowania statyczne CPTu. Sondowanie statyczne końcówką piezoelektryczną CPTU pozwala rejestrować parametry gruntu w sposób ciągły (co 2 cm), automatycznie (cyfrowy zapis pomiaru). Mierzone były w warunkach *in-situ*:

- opór gruntu pod stożkiem (q_c),
- tarcie gruntu na tulei (f_s)
- ciśnienie wody w porach podczas penetracji (u_2)
- wychylenie stożka od pionu,
- prędkość sondowania.

Na podstawie oporów wyników sondowania, wykonywanych wyprzedzająco w stosunku do wierceń powinny zostać zdiagnozowane strefy osłabieni odpowiadające powierzchni poślizgu dla precyzyjnego opróbowania.

Sondowania CPTu założono przy otworach T-4, T-6, T-7, T-8, T-9, T-11, T-15, T-16 z głębokościami równymi otworów lub do wykorzystania możliwości urządzenia klasy 200 kPa. Łączny metraż sond CPTu oszacowano na 110 mb.

f/ prace geodezyjne

Prace geodezyjne wykonywane będą na podstawie istniejącej sytuacji i dostarczonego planu sytuacyjno-wysokościowego. Po zakończeniu badań otwory zostaną zinwentaryzowane metodą geodezji satelitarnej i odniesione do obowiązujących układów odniesienia (PUWG1992, PUWG2000).

g/ pomiary hydrogeologiczne

Podczas prac terenowych należy szczególnie dokładnie oznaczyć ustabilizowany poziom wody gruntowej oraz kierunek przepływu wody. W tym celu po nawierceniu wody w otworze należy zaprzestać wiercenia i dokonywać pomiarów głębokości zalegania zwierciadła wody gruntowej, aż dwa kolejne pomiary w odstępach 10-cio minutowych będą równe. Dodatkowo należy wykonać pomiar wody we wszystkich piezometrach (nowych i istniejących) po minimum 48h od zakończenia wierceń.



h/ pomiary inklinometryczne

Po zakończeniu robót geologicznych, w terminie ok. 14 dni należy przeprowadzić pomiar zerowy w wykonanych inklinometrach. Zaleca się, aby wykonany został tą samą aparaturą, którą prowadzi się dotychczasowe pomiary monitoringowe, pozwoli to ograniczyć błędy.

3.1.3. Badania laboratoryjne

Pobrane w terenie próbki poddane zostaną kontrolnym badaniom makroskopowym. Wytypowane próbki gruntów szczegółowo badane będą w laboratorium geotechnicznym.

Projektuje się wykonanie następujących oznaczeń chemicznych:

Projektuje się wykonanie następujących oznaczeń chemicznych próbek wody:

- badania wody – 2 próby pod kątem agresywności w stosunku do betonu.

Projektuje się wykonanie następujących oznaczeń geotechnicznych:

- wykonanie badań rezydualnej wytrzymałości na ścinanie w aparacie typu ring, 5 badań w 2 seriach (z nawadnianiem próby, w stanie naturalnym),
- wykonanie analiz granulometrycznych gruntów sypkich (wraz z obliczonym współczynnikiem filtracji wg Hazena i USBSC) – ok. 5 oznaczeń,
- oznaczenie wilgotności naturalnej gruntów sypkich – ok. 5 oznaczeń,
- oznaczenie wilgotności naturalnej oraz granic konsystencji gruntów spoistych – 20 oznaczeń,
- oznaczenie gęstości objętościowej gruntów spoistych – 5 oznaczeń,
- zawartość części organicznych metodą wyżarzania (węgle brunatne) i utlenienia wodą utlenioną (gliny, pyły i iły węgliste) – 10 oznaczeń.

3.1.4. Prace kameralne

Przeprowadzone roboty geologiczne i badania należy przedstawić w *Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej sporządzonej na potrzeby posadowienia obiektów budownictwa liniowego* zgodnie z § 19 i 22.1 RMŚ (Dz.U. 2014 poz. 596).

Powyższa dokumentacja powinna zostać przedstawiona do zatwierdzenia Staroście Powiatu Bydgoskiego w terminie nie późniejszym niż 2 miesiące od zakończenia robót wiertniczych.

3.2 Warunki prowadzenia robót geologicznych

Zgodnie z art. 86. *Ustawy prawo Geologiczne i Górnicze* projektowane roboty geologiczne nie podlegają przepisom ruchu zakładu górniczego i jego ratownictwa. Celem tych prac nie są poszukiwania złóż surowców, a obszar ten nie został ustanowiony w celu wykonywania działalności metodą robót podziemnych albo metodą otworów wiertniczych.

Projektowane prace geologiczne prowadzić zgodnie z przepisami *Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dn. 25.04.2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi* (Dz.U. z dn. 23.06.2014; poz. 812).



Mają tu zastosowanie przepisy z zakresu bezpieczeństwa powszechnego, bezpieczeństwa pożarowego i higieny pracy pracowników.

Organizacja i technologia robót geologicznych powinny między innymi zapewnić:

- ochronę wód podziemnych przed zanieczyszczeniem z powierzchni terenu oraz izolację poziomów wodonośnych;
- ochronę środowiska wraz z obiektami budowlanymi;
- zapobieganie szkodom i ich naprawienie.

Lokalizacja otworów uwzględnia następujące uwarunkowania:

- sposób wykorzystania projektowanego otworu wiertniczego,
- istniejące i projektowane zagospodarowanie terenu,
- warunki BHP.

W trakcie wiercenia nie przewiduje się napotkania i przewiercania: horyzontów wodonośnych o podwyższonym ciśnieniu (samowypływów), warstw chłonnych (szczelinowatych, skawernowanych, o dużej porowatości) oraz horyzontów ropnych i gazowych. W związku z tym nie przewiduje się żadnych istotnych utrudnień geologicznych dla prowadzenia wiercenia. Istotnym jest właściwa likwidacja otworów przewiercających izolującą warstwę glin.

Dodatkowe uwagi ogólne dotyczące warunków technicznych prowadzenia robót wiertniczych:

- zastosowane urządzenie wiertnicze powinno posiadać parametry zapewniające zrealizowanie postawionego zadania geologicznego, zgodnie z jego projektem (wiertnice hydrauliczne typu MWG-6, H16S, Beretta T-41),
- roboty wiertnicze powinny być prowadzone pod dozorem osób posiadających odpowiednie (stwierdzone) kwalifikacje,
- prace na wiertni mogą być prowadzone wyłącznie w porze dziennej, w związku z tym teren projektowanych robót nie wymaga oświetlenia,
- załoga prowadząca roboty wiertnicze powinna być przeszkolona w zakresie przepisów BHP i ppoż. (zgodnie z w/w *Rozporządzeniem*).

Szczegółowe warunki techniczne prowadzenia robót:

- zabezpieczyć miejsce prowadzonych robót, wprowadzając czasową zmianę organizacji ruchu (oznakowanie, wygrozdzenie miejsc)
- w trakcie wiercenia nie przewiduje się stosowania materiałów promieniotwórczych,
- w przypadku wierceń rdzeniowanych na płuczkę należy zabezpieczyć odpływ wody z wiercenia tak by nie rozmyć zbocza u podnóża drogi,
- woda z pompowania oczyszczającego kierowana będzie na powierzchnię terenu w granicach nieruchomości,
- energia elektryczna do pompowania oczyszczającego (w przypadku rozpoznania zwierciadła wód gruntowych) pochodzić będzie z agregatu prądotwórczego lub akumulatora 12V,
- po zakończeniu prac wiertniczych urobek w trakcie wiercenia zostanie ponownie wykorzystany do odbudowy otworu z odtworzeniem pierwotnego profilu.



3.3. Oddziaływanie projektowanych robót na środowisko

Ze względu na zakres projektowanych robót oraz spodziewane warunki gruntowo-wodne, nie przewiduje się szkodliwego wpływu projektowanych prac wiertniczych na środowisko naturalne, w tym na obszary Natura 2000. Należy szczególnie dokładnie zlikwidować otwory odtwarzając gruntami spoistymi przeloty w warstwach izolujących.

3.4. Harmonogram prowadzenia robót geologicznych

Zakłada się, że prace geologiczne prowadzone będą po zatwierdzeniu projektu w ciągu około 2 tygodni. Nie przewiduje się konieczności specjalnego etapowania prac.

Przewidywany harmonogram prac:

1. wytyczenie otworów i punktów sondowań – 3h,
2. wiercenie otworów, wykonanie sondowań i montaż kolumn filtracyjnych i inklinometrycznych – 10 dni,
3. pompowanie oczyszczające, pobór prób wody, pomiary hydrogeologiczne, niwelacja – 3 h,
4. badania laboratoryjne – 21 dni,
5. prace kameralne – 14 dni.

Obliguje się Inwestora lub jego Pełnomocnika jako strony w postępowaniu administracyjnym, do poinformowania w zgłoszeniu na 14 dni przed rozpoczęciem robót o zamiarze, zakresie i terminie wykonania robót geologicznych następujące instytucje:

- Starosty Powiatu Bydgoskiego – jako organu zatwierdzającego niniejszy projekt,
- Burmistrza Koronowa – jako organu administracji samorządowej.

Dodatkowo w myśl z art. 81 pkt. 3 Ustawy Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2015 poz. 196, 1272, 1505) koniecznej jest zgłoszenie zamiar poboru prób wody i gruntu:

- Staroście Powiatu Bydgoskiego,
- Państwowej Służbie Geologicznej (PGI-PIB).



4. PODSUMOWANIE

1. Dla określenia warunków geologiczno-inżynierskich do projektu zabezpieczenia osuwiska „Tucholska” w Koronowie oraz projektu przebudowy ul. Tucholskiej na tym odcinku zaprojektowano przeprowadzenie następujących robót geologicznych.
 - 3 otworów geologicznych rurowanych, lub rdzeniowanych do głębokości 15 m p.p.t. z zabudową (1 kolumny inklinometrycznej, 2 kolumn piezometrycznych),
 - 10 otworów geologicznych nierurowanych do głębokości 6-20 m p.p.t. i łącznym metrażu 126 mb,
 - 7 sondowań statycznych CPTu o łącznym metrażu 110 mb,
 - 5 przewiertów przez konstrukcje drogowe,
 - pobór 10 prób o nienaruszonej strukturze (kategoria A, klasa 1) do badań wytrzymałościowych oraz prób w kategorii B i klasie 3-4 do badań podstawowych,
 - zerowych pomiarów w piezometrach i inklinometrze,
 - badania jakości wód gruntowych.
2. Dozór nad realizacją projektowanych robót geologicznych pełnić powinny osoby uprawnione.
3. **Po dokładnym przeanalizowaniu materiałów archiwalnych należy stwierdzić, że zaprojektowany zakres badań terenowych, laboratoryjnych jest wystarczający do realizacji zadań wskazanych w niniejszym projekcie.**
4. Wyniki przeprowadzonych robót należy przedstawić w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej określającej warunki geologiczno-inżynierskich na potrzeby posadawiania obiektów budownictwa liniowego zgodnie art. 22 1 RMŚ (Dz.U. 2014 poz. 596)
5. Należy rozważyć konieczność rozszerzenia rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich na całą długość ul. Tucholskiej poprowadzonej na terenie zagrożonym ruchami masowymi,
6. Dokumentację tą należy przedłożyć do zatwierdzenia Staroście Bydgoskiemu, w terminie nie późniejszym niż 2 miesiące od zakończenia robót geologicznych.
7. Zamiar przystąpienia do wykonywania robót geologicznych należy zgłosić należnym organom administracji geologicznej i samorządowej na 14 dni przed ich planowanym rozpoczęciem.
8. Projektowane roboty geologiczne nie podlegają przepisom o ruchu zakładu górniczego i jego ratownictwu.
9. Nie przewiduje się szkodliwego oddziaływania projektowanych robót na środowisko naturalne, w tym na obszary Natura 2000.
10. Wnioskuję się o zatwierdzenie niniejszego projektu robót geologicznych na okres 5 lat.

Ze względu na możliwość napotkania zmian w podłożu w stosunku do przewidywanych warunków, nadzór geologiczny powinien na bieżąco korygować realizację projektowanych robót.

NINIEJSZY PROJEKT PODLEGA ZATWIERDZENIU PRZEZ
STAROSTĘ BYDGOSKIEGO

mgr Wojciech Andrzejewski
Geolog
Up. MOSZNIK V-1438
Up. MOSZNIK VII-1281

Bydgoszcz, listopad 2016 r.



SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik 1.1 – Mapa przeglądowa terenu badań, skala 1: 10 000.

Załącznik 1.2 – Mapa sytuacyjno-wysokościowa terenu badań wraz z rozmieszczeniem projektowanych wyrobisk badawczych, skala 1 : 1000.

Załącznik 2.1 – Wycinek Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski – arkusz Koronowo, skala 1: 50 000.

Załącznik 2.2 – Wycinek Mapy Geośrodowiskowej Polski – arkusz Koronowo, skala 1: 50 000.

Załącznik 3 – Objasnienia symboli i znaków użytych na przekrojach i profilach.

Załącznik 4 – Przekrój geologiczno-inżynierski.

Załącznik 5.1-5.5 – Projekt geologiczno-techniczny otworów badawczych.

Załącznik 6 – Wypis z ewidencji gruntów.

