

4.2. Budowa geologiczna

4.2.1. Stratygrafia i litologia

Na podstawie wykonanych badań, literatury geologicznej [28] oraz mapy geologicznej [26] stwierdzono, że podłoże gruntowe w zakresie głębokości rozpoznania zbudowane jest z utworów czwartorzędowych oraz utworów starszych pochodzących z neogenu.

Przypowierzchniowo w obrębie dokumentowanego obszaru zalegają głównie utwory współczesne, reprezentowane przez nasypy ($^N Q_h$) o dużej miąższości. Lokalnie przypowierzchniowo rozpoznano glebę.

Częściowo na obszarze badań pod humusem zalegają piaski wodnolodowcowe genezy sandrowej [$^{fg}_{pż} Q_{p4}^{2Pm}$] powstałe w stadiale głównym zlodowacenia Wisły. Utwory piaszczyste zdeponowane zostały w czasie odpływu wód roztopowych sprzed czoła lądolodu fazy pomorskiej w czasie jego maksymalnego zasięgu w trakcie regresji [28]. W okolicach Koronowa piaski sandrowe występują w dwóch poziomach erozyjno-akumulacyjnych. Poziomy te zbudowane są z piasków drobnoziarnistych i średnioziarnistych lub pylastych barwy jasnożółtej.

Piaski sandrowe podścielane są glinami zwałowymi fazy poznańskiej [$^g Q_{p4}^{2L}$] wykształconymi w postaci glin piaszczystych, piasków gliniastych i gliny pylastej. Na obszarze doliny Brdy gliny zwałowe tej fazy są częściowo lub całkowicie zniszczone, w wielu miejscach leżą one bezpośrednio na glinach zwałowych fazy leszczyńskiej bez wyraźnie widocznej rozdzielności. Gliny zwałowe fazy leszczyńskiej reprezentowane są przez gliny piaszczyste, piaszczysto-pylaste i ilaste. Warstwy glin fazy leszczyńskiej również są w wielu miejscach na wysoczyźnie i w dolinie Brdy, zredukowane lub zniszczone całkowicie. Wg opracowania [28] w Koronowie średnia miąższość gliny zwałowej tego wieku nie przekracza 1,5-2,0 m i zalega na łąkach i mułkach pliocenских.

W części wykonanych otworów, co potwierdzają opracowania archiwalne [28] pod warstwą utworów holoceniśkich zalegają utwory neogeńskie reprezentowane przez łąy i mułki plioceniśkie [*im.Pl*]. Występowanie łąów bezpośrednio pod cienką pokrywą osadów holoceniśkich lub na powierzchni wynika z występowania na obszarze silnych zaburzeń glacitektonicznych. Lokalne występowanie porwaków łąów trzeciorzędowych z przewarstwieniami mułków i węgla brunatnych wieku plioceniśkiego potwierdzają wiercenia archiwalne [38]. łąy plioceniśkie są tłuste i pylaste o barwie zielonej. łąy towarzyszące pokładowi węgla są zawęglone o barwie czarnej i lokalnie posiadają niewielkie warstewki węgla brunatego lub domieszki pyłu węglowego. Poniżej łąów zalegają mioceńskie piaski, reprezentowane między innymi przez piaski pylaste. W obszarze badań w stropie serii piaszczystej spoczywają warstwy węgla brunatnego z przerostami łąów i mułków, tworzące serię węglową. Stropowe i spągowe części warstw węgla są zanieczyszczone substancją mineralną budującą warstwę znajdującą się na kontakcie z pokładem węgla. Węgla są zailone lub zapiaszczone [28].

Wykonane odwierty geologiczne w zasadzie potwierdzają dane ogólne zawarte w materiałach archiwalnych.

4.2.2. Zjawiska geodynamiczne

Zgodnie z opracowaniem [23] dokumentowany teren znajduje się w granicach obszarów zagrożonych ruchami masowymi. Informacje te zostały również potwierdzone w wyniku przeprowadzonego kartowania geologicznego. W wyniku przeprowadzonej wizji terenu stwierdzono obszary predysponowane do wystąpienia tego typu zagrożenia geologicznych.

Obszar badań jest nachylony i znajduje się w graniach osuwiska Tucholska.

Przemieszczenie materiału w obrębie osuwiska Tucholska zachodzi powoli, z prędkością kilkunastu milimetrów na rok. Wyraźne zwiększenie prędkości przemieszczenia nastąpiło (w latach 11.2010-03.2011) w wyniku bardzo dużych zmian w nawodnieniu zboczy. Wiosną w

wyniku rozmarzania gruntu doszło do uwolnienia jesien-nych zasobów wody zgromadzonych w wyniku infiltracji w głębszych partiach zbocza. Ponadto dodatnie temperatury spowodowały uwolnienie wody z dużej miąższości pokrywy śnieżnej na powierzchni zbocza [38].

Wg archiwalnych dokumentacji w najwyższej czę-ści osuwiska Tucholska poślizg zarejestrowano na głęboko-ści 7,5 m i ruch o mniejszej intensywności na głębokości 15,7 m [38]. W archiwalnych otworach w środkowej części osuwiska powierzchnia poślizgu przebiega na głębokości ok. 13 m [38].

Dokumentowany obszar znajduje się w obrębie osuwiska Tucholska, dla którego sporządzono kartę reje-stracyjną osuwiska o numerze KRO 04 03 044 xx3 w roku 2015 przez P. Piekarskiego.

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy In-stitut badawczy przewiduje w ramach III Etapu Projektu SOPO zakończyć w 2018 roku opracowywanie mapy osu-wisk i obszarów zagrożonych w skali 1:10 000 oraz aktua-lizację rejestru terenów zagrożonych ruchami masowym dla powiatu bydgoskiego na terenie, którego znajduje się badany obszar.

Zgodnie z opracowaniem [23] teren inwestycji znajduje się w obszarze zagrożonym geodynamicznie.

4.2.3. Zjawiska antropogeniczne

Na dokumentowanym obszarze badań stwierdzo-no występowanie nasypów niekontrolowanych o miąższo-ściach dochodzących nawet do 6,8 m (otwór T-4). Są to nasypy zbudowane zarówno z gruntów niespoistych (w stanie od luźnego do średnio zagęszczonego) jak i spoi-stych (w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycz-nego). Związane są one z istniejącą infrastrukturą drogo-wą.

4.2.4. Inne elementy budowy geologicznej

Na rozpatrywanym terenie nie zaobserwowano zjawisk krasowych, procesów wietrzenia, deformacji filtracyjnych i osiadania zapadowego. Zaobserwowano w

szacie roślinnej wygięte pnie drzew świadczące o procesach spalania.

W podłożu stwierdzono ponadto występowanie typowych gruntów ekspansywnych - ilów plioceńskich budujących podłoże poniżej warstw nasypów i gruntów spoiwistych. Ekspansywność gruntu jest właściwością gruntu o charakterze potencjalnym. Jego niekorzystne skutki spowodowane są wystąpieniem dodatkowego czynnika inicjującego lub uaktywniającego proces pęcznienia lub skurczalności. W trakcie robót niezwykle istotne będzie zastosowanie środków maksymalnie redukujących niekorzystne cechy ekspansywne oraz zabezpieczenie podłoża przed ich uaktywnieniem.

4.3. Warunki hydrogeologiczne

4.3.1. Charakterystyka jednostek hydrogeologicznych oraz głównego użytkowego poziomu wód podziemnych

Przedmiotowy obszar badań zlokalizowany jest w obrębie jednostki hydrogeologicznej $3\frac{baQII}{Tr}$ [18].

Jednostka $3\frac{baQII}{Tr}$ obejmuje m. in. północną część miasta Koronowo, a dalej kontynuuje się na zachód wzdłuż linii Nowy Dwór – Gogolinek. Jednostkę wydzielono ze względu na znaczną miąższość czwartorzędowego poziomu wodonośnego przekraczającą 40 m [29].

Główny poziom wodonośny zalega na głębokości od 15 do 50 m oraz od 50 do 100 m. Wodoprzewodność określono na 500 – 1500 m²/d. Wydajności potencjalne osiągają wartości od 70 do ponad 120 m³/h.

Hydroizohipsy głównego użytkowego poziomu wód podziemnych oscylują pomiędzy rzędnymi od 60 m n.p.m. do 70 m n.p.m. [18].

4.3.2. Stopień zagrożenia głównego poziomu wodonośnego

Dokumentowany teren znajduje się w obszarze o wysokim stopniu zagrożenia głównego poziomu wodonośnego. Jest to obszar na którym istnieją liczne ogniska zanieczyszczeń.

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 zlokalizowany jest w obrębie Zbiornika międzymorenowego Byszewo (numer 132) [17]. Jest to zbiornik typu porowego o powierzchni 204.5 km² i zasobach dyspozycyjnych 51,8 tys. m³/d. Gromadzi on wody dobre pod względem jakościowym, zaliczone do II klasy [31].

Główną strukturą wodonośną GZWP nr 132 jest międzyglinowy poziom wodonośny, zbudowany z piaszczysto-żwirowych osadów wodnolodowcowych zlodowacenia warty i rzecznych interglacjału lubelskiego. Współczynnik filtracji dla GZWP zmienia się w przedziale 5,76-35,76 m/d.

4.3.4. Obserwacje występowania pierwszego poziomu wody podziemnej

Z dostępnych danych archiwalnych [25] wynika, że zwierciadło pierwszego poziomu wodonośnego w obszarze wysoczyzny znajduje się na głębokości 10÷20 m p.p.t. i waha się około 2 m, natomiast w dolinie Brdy występuje na głębokości 2÷5 m p.p.t. a zmiany wynoszą do 4 m. Archiwalne pomiary poziomu zwierciadła wód gruntowych w piezometrach wykazują okresowe zawodnienie całego badanego zbocza. Największe wahania poziomu wody podziemnej są w czole osuwiska, a ich amplituda osiąga 4 m [39].

Z przeprowadzonych badań terenowych wynika, że pierwszy poziom wodonośny w obrębie górnej partii

stoku (T-5, T-13) występuje na głębokości $7,3 \div 13,0$ natomiast w niższej partii stoku (T-9) zwierciadło występuje znacznie płycej na głębokości 1,4 m p.p.t. tj. na rzędnej 82 m n.p.m. Lokalnie występują sączenia wód w nasypach w przedziale głębokości $3,2 \div 5,0$ m i w utworach spoistych na głębokości 7,7 m (T-12). Powyższe obserwacje są spójne z danymi archiwalnymi.

4.3.5. Warunki filtracji

Podłoże gruntowe wykazuje bardzo zmienne warunki filtracji. Występujące w podłożu nasypy są gruntami o bardzo zróżnicowanych właściwościach filtracyjnych wynikających z ich zróżnicowanego składu mechanicznego. Nasypy zbudowane z gruntów niespoistych wykazują właściwości filtracyjne zbliżone do gruntów sypkich je budujących, a zbudowane z gruntów spoistych jak grunty spoiste je budujące. Wartość współczynnika filtracji dla nasypów zawierają się w szerokim przedziale od $k_{10}=0,009$ m/d do $k_{10}=40$ m/d. Dla nasypu z piasku drobnego na głębokości 2,0 m – otwór T4 $k=4,4$ m/d.

Przepuszczalność glin piaszczystych, glin pylastych, piasków gliniastych i pyłów jest bardzo zmienna i zależna od zawartości i uziarnienia frakcji piaszczystej.

Orientacyjne wartości współczynnika wodoprzepuszczalności dla glin piaszczystych wynoszą od 0,005 m/d do 0,34 m/d, dla glin pylastych wynoszą od 0,09 m/d do 0,864 m/d, dla piasków pylastych wynoszą od 0,009 m/d do 2 m/d, a dla pyłów od 0,04 m/d do 0,2592 m/d.

Występujące najgłębiej ility pliocińskie są gruntami praktycznie nieprzepuszczalnymi.

Przepuszczalność gruntów niespoistych uzależniona jest od ich uziarnienia. Dla piasków drobnych wynosi od 2 m/d do 8 m/d, a dla piasków średnich od 8 m/d do 25 m/d. Dla piasków drobnych pobranych w terenie współczynnik filtracji k wyniósł od 3,0 do 4,2 m/d [33].

Współczynniki filtracji dla pobranych próbek gruntów niespoistych ustalono wzorami empirycznymi na

podstawie badań uziarnienia oraz wyznaczonych na tej podstawie krzywych uziarnienia.

Zbiornicze zestawienie wartości współczynników filtracji dla gruntów niespoistych, określono na podstawie wyników badań uziarnienia gruntu (analiza sitowa) i przedstawiono w załączniku nr Z7/1 i Z7/2.

4.3.6. Obszary zagrożone podtopieniami

Dokumentowany teren badań położony jest poza obszarami zagrożonymi podtopieniami. Mapę przedstawiającą położenie dokumentowanego obszaru badań na tle obszarów zalewowych zamieszczono w załączniku Z2/4.

4.4. Zasoby złóż kopalin miejscowych

Zasoby złóż kopalin miejscowych przedstawiono na mapie geośrodowiskowej w załączniku nr Z1/2.

Najbliżej zlokalizowane złoża znajdują się w odległości około 1,4 km na północny-wschód i wschód od dokumentowanego obszaru. Są to 3 złoża kruszyw naturalnych: „Koronowo III”, „Koronowo IV” i „Koronowo Przysięczce I”. Kopalinę stanowią tutaj czwartorzędowe piaski o zastosowaniu jako kruszywo budowlane i drogowe [27]. Są to złoża ze względu na ochronę złóż zaliczone do 4 klasy – powszechne, łatwo dostępne i licznie występujące, pod względem ochrony środowiska należące do mało konfliktowych (klasa A).

Złoże „Koronowo Przysięczce I” położone jest w obrębie trasy nadzalewowego Brdy, w krawędziowej strefie doliny. Złoże składa się z trzech sąsiadujących pól o łącznej powierzchni 7,2 ha. Kopalinę stanowią piaski drobno- i gruboziarniste z wkładkami wzbogaconymi we frakcję żwirową. Złoże jest rozpoznane w kategorii C₁ o zasobach 282,31 tys. ton (stan na dzień 31.12.2016 - MIDAS) [34].

Złoża Koronowo III i Koronowo IV sąsiadują bezpośrednio ze sobą. Są to złoża mieszanek żwirowo-piaskowych – piasków o charakterze drobnej pospółki z domieszką ziaren żwirów [34]. Złoże Koronowo III o powierzchni 1,97 ha posia-

da zasoby geologiczne w kategorii C1 wynoszące 93,66 tys. ton (stan na dzień 31.12.2016 - MIDAS). Złoże IV ma powierzchnię 1,74 ha a zasoby w kategorii C₁ wynoszą 57,7 tys. ton (stan na dzień 31.12.2016 - MIDAS).

5. CHARAKTERYSTYKA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA PODŁOŻA GRUNTOWEGO

5.1. Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie

Ogólne warunki geologiczno - inżynierskie występujące w rejonie projektowanej inwestycji oparto na [24].

Z danych zawartych na mapie [24] wynika, że dokumentowany obszar badań zlokalizowany jest w obszarze gruntów piaszczysto - madowych tarasów niższych, poniżej 4 - 6 m. Warunki budowlane dla tych gruntów są przeważnie złe.

5.2. Warunki geologiczno-inżynierskie określone na podstawie wykonanych badań

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

Na przedmiotowym obszarze przypowierzchniowo na większości obszaru zalega warstwa nasypów o bardzo zmiennej miąższości od 0,8÷5,0 m i o bardzo zróżnicowanym składzie. W skład nasypów wchodzi zarówno grunty niespoiste jak i spoiste, domieszki antropogeniczne, kamienie i gleba próchniczna. Nasypy występują głównie w stanie plastycznym i miękkoplastycznym.

Warstwę nasypów podścielają utwory spoiste w postaci miękkoplastycznych, plastycznych i twardoplastycznych glin pylastych, glin piaszczystych i piasków gliniastych. Lokalnie poniżej nasypów podłoże budują pyły w stanie plastycznym i miękkoplastycznym.

Wodę podziemną o charakterze swobodnym nawiercono w utworach piaszczystych na głębokości 7,3 m p.p.t. w otworze T13 oraz T5 na głębokości 13,0 m p.p.t. oraz w otworze w dolnej partii osuwiska - T9 na głębokości 1,4 m p.p.t.

W podłożu stwierdzono występowanie typowych gruntów pęczniących w postaci iłów, które zalegają na zróżnicowanych głębokościach od 3,5 m p.p.t. do 8,9 m p.p.t.. Najwyżej nawiercono strop iłów na głębokości 92,5 m n.p.m. (T-7), a najniżej 77,3 (T9).

Obszar objęty opracowaniem jest nachylony, jest to osuwisko na którym zachodzą procesy geodynamiczne. W obrębie osuwiska istnieją warunki litologiczne sprzyjające rozwojowi deformacji osuwiskowych. Przypowierzchniowo zalegające utwory niespoiste takie jak piaski drobne

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania generalnie można stwierdzić, że na dokumentowanym obszarze panują złe warunki geologiczno – inżynierskie.

5.3. 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, które będą podstawą projektowania inwestycji [6, 7].

Zgodnie z normą [8] grunty budujące podłoża dokumentowanego terenu zaliczono do:

- nasypowych,
- rodzimych – mineralnych, nieskalistych: niespoistych i spoi-
stych,
- organicznych, nieskalistych.

Występujące w podłożu grunty ujęto w siedem warstw. W obrębie trzech warstw wydzielono podwarstwy,

ujmując w nich grunty o zbliżonych wartościach cech fizyczno-mechanicznych. Cechy fizyczno-mechaniczne ustalono dla wydzielonych warstw na podstawie wykonanych badań terenowych, laboratoryjnych oraz zależności korelacyjnych podanych w normach [6, 7].

Uogólnione wartości cech fizyczno-mechanicznych dla wydzielonych warstw geologiczno-inżynierskich podano w załączniku nr Z4. Należy przy tym podkreślić, że cechy te nie uwzględniają procesów osuwiskowych oraz własności po ewentualnym spęczeniu iłów. Według analizy wstecznej dla osuwiska przy ul. Tucholskiej uzyskano parametry warstwy poślizgowej na poziomie $\phi=8^\circ$, $c=3$ kPa [39].

Grunty podłoża budowlanego ujęto w następujące siedem warstw geologiczno-inżynierskich.

Warstwę I - stanowią przypowierzchniowo występujące współczesne nasypy. Nasypy zbudowane są zarówno z utworów niespoistych jak i spoistych. Ze względu na zróżnicowane wartości zagęszczenia i wartości stopnia plastyczności w obrębie I warstwy wyróżniono pięć podwarstw.

♦ **podwarstwę Ia** - obejmującą nasypy z piasków drobnych w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,10$ ($\gamma_m=1\pm0,25$),

♦ **podwarstwę Ib** - obejmującą nasypy z gruntów niespoistych (piasków drobnych) i spoistych (piasków gliniastych) z glebą próchniczną. Nasypy tej podwarstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,51$ ($\gamma_m=1\pm0,25$),

♦ **podwarstwę Ic** - obejmującą nasypy z gruntów niespoistych (piasków drobnych, piasków pylastych), gruntów spoistych (gliny piaszczystej) i gleby próchnicznej z domieszkami części antropogenicznych (gruzu budowlanego). Nasypy tej podwarstwy występują z

domieszkami kamieni. Występują w stanie miękkoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,58$ ($\gamma_m=1\pm0,25$),

♦ **podwarstwę Id** – obejmującą nasypy z gruntów niespoistych (piasków drobnych) i gruntów spoistych (piasków gliniastych, gliny piaszczystej, iłów). Nasypy tej podwarstwy występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,36$ ($\gamma_m=1\pm0,25$),

♦ **podwarstwę Ie** – obejmującą nasypy z gruntów niespoistych (piasków drobnych) i gruntów spoistych (piasków gliniastych i iłów). Nasypy tej podwarstwy występują w stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,2$ ($\gamma_m=1\pm0,22$),

Warstwę II – stanowią holocenyckie utwory organiczne występujące w postaci gleby próchnicznej. Szkielet mineralny gleby tworzą piaski drobne, piaski gliniaste i glina piaszczysta. Warstwa ta nie stanowi podłoża budowlanego.

Warstwę III – stanowią plejstocenyckie piaski drobne. Ze względu na zróżnicowane zagęszczenie w obrębie III warstwy wyróżniono dwie podwarstwy.

♦ **podwarstwę IIIa** – obejmującą piaski drobne występujące w stanie luźnym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,24$ ($\gamma_m=1\pm0,22$),

♦ **podwarstwę IIIb** – obejmującą piaski drobne z przewarstwieniami piasków średnich. Występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,42$ ($\gamma_m=1\pm0,25$).

Warstwę IV – stanowią utwory zastoiskowe występujące w postaci pyłów i pyłów piaszczystych. Dla pyłów przyjęto grupę konsolidacji geologicznej C [6]. Ze względu na zróżnicowane wartości stopnia

plastyczności w obrębie IV warstwy wyróżniono trzy podwarstwy.

♦ **podwarstwę IVa** - obejmującą pyły i piaszki pylaste w stanie miękkoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,33$ ($\gamma_m=1\pm0,25$),

♦ **podwarstwę IVb** – obejmującą pyły i pyły piaszczyste z przewarstwieniami gliny pylastej i łu pylastego. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,39$ ($\gamma_m=1\pm0,17$),

♦ **podwarstwę IVc** - obejmującą pyły i pyły piaszczyste z domieszkami łu pylastego i węgla brunatnego, miejscami przewarstwione piaszkiem pylastym i pyłem węglowym. Zawartość części organicznych metodą wyżarzania w gruntach tej podwarstwy wyniosła $13,5\div16,7\%$. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twardoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,19$ ($\gamma_m=1\pm0,25$),

Warstwę V - stanowią plejstocenske utwory występujące w postaci glin, glin pylastych i piasków gliniastych. Dla glin przyjęto grupę konsolidacji geologicznej B [6]. Ze względu na zróżnicowane wartości stopnia plastyczności w obrębie V warstwy gruntów wyodrębniono trzy podwarstwy.

♦ **podwarstwę Va** - obejmującą gliny piaszczyste i pylaste oraz piaski gliniaste. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie miękkoplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,61$ ($\gamma_m=1\pm0,10$),

♦ **podwarstwę Vb** - obejmującą gliny piaszczyste i pylaste oraz piaski gliniaste. Grunty tej

podwarstwy występują z przewarstwieniami iłów. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie plastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,34$ ($\gamma_m=1\pm0,25$).

podwarstwę Vc - obejmującą gliny piaszczyste i pylaste oraz piaski gliniaste. Grunty tej podwarstwy występują z domieszkami piasków średnich oraz z przewarstwieniami piasków drobnych i pyłu piaszczystego. Grunty tej podwarstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twaroplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,18$ ($\gamma_m=1\pm0,23$).

Warstwę VI - stanowią utwory plicenu występujące w postaci iłów plicieńskich. Dla warstwy tej przyjęto grupę konsolidacji D [6]. Grunty tej warstwy charakteryzują się konsystencją plastyczną i występują w stanie twaroplastycznym o średniej wartości stopnia plastyczności $I_L=0,09$ ($\gamma_m=1\pm0,25$). Iły mają charakter ekspansywny. W obrębie warstwy VI występują wkładki i domieszki gruntów organicznych skalistych (węgli brunatnych i pyłu węglowego) – zawartości części organicznych metodą wyżarzania wynoszą od około 11,8%÷24,7%. Nie wydzielono osobnej podwarstwy dla iłów z wkładkami węgla brunatnych i pyłu węglowego, ponieważ podczas sondowań statycznych CPT nie zarejestrowano radykalnych zmian wartości oporu stożka (q_c) pozwalających na jednoznaczne wiązanie tych zmian z obecnością węgla. Zmienna w profilu otworów zawartość węgla i pyłu węglowego, ze względu na silne skonsolidowane iłów najprawdopodobniej nie odbija się na zmiany wytrzymałościowe i odkształceniowe tej warstwy gruntów.

Nie stwierdzono istotnych różnic wartości spójności i kąta tarcia pomiędzy badaniem próbek naturalnych i wartości obliczonych na podstawie norm. Stwierdzone wartości parametrów dla łąw są nadspodziewanie wysokie. Ścinanie w obecności wody nie zmienia istotnie wartości. Naprężenia normalne istniejące podczas ścięcia nie pozwalają na migrację i wnikanie wody i utworzenie wyraźnie słabszej powierzchni poślizgu. Według analizy wstecznej dla osuwiska przy ul. Tucholskiej uzyskano parametry warstwy poślizgowej na poziomie $f=8^\circ$, $c=kPa$ [39].

Warstwę VII - stanowią utwory miocenu występujące w postaci piasków pylastych. Grunty tej warstwy występują w stanie średniozagęszczonym o średniej wartości stopnia zagęszczenia $I_D=0,61$ ($\gamma_m=1\pm 0,12$).

Grunty warstwy IV i V są wrażliwe na zmiany wilgotności oraz naruszenie naturalnej struktury. Wzrost wilgotności lub naruszenie naturalnej struktury mogą prowadzić do zwiększenia plastyczności tych gruntów. Z tych względów grunty te należy bardzo starannie chronić przed rozmakaniem i przemarzaniem. Do uplastycznienia tych gruntów dochodzi szczególnie łatwo, gdy wzrostowi wilgotności towarzyszą czynniki ułatwiające absorpcję wody, wywołane na przykład ruchem sprzętu budowlanego.

Grunty reprezentujące warstwę VI mają charakter ekspansywny. Oznacza to, że wzrost wilgotności naturalnej powoduje ich pęcznienie, natomiast zmniejszenie wilgotności wywołuje ich skurcz. W związku z tym należy je chronić przed zmianą nawilgocenia, zarówno na etapie realizacji jak i eksploatacji. Iły płoceńskie rejonu Koronowa są zaburzone glacitektonicznie i położenie stropu tych osadów jest skomplikowane. Położenie stropu łąw ma decydujący wpływ na lokalne przepływy wody podziemnej oraz długotrwałe jej gromadzenie na pewnych obszarach. Woda podziemna ma z

kolei wpływ na ujawnienie się własności ekspansywnych iłów oraz w warunkach nachylenia podłoża do uaktywnienia procesów osuwiskowych.

Wg źródeł archiwalnych jedynym czynnikiem aktywującym ruchy osuwiskowe na osuwisku w Koronowie jest woda pochodząca z opadów i z topniejącego śniegu, która wpływa na zmianę warunków wodnych na zboczu [38].

Wzajemne położenie poszczególnych warstw przedstawiono na przekrojach geologiczno – inżynierskich w załączniku nr Z5.

5.4. 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, gruntach spoistych oraz pojawienie się lub wzrost intensywności sączeń śródglinowych w obrębie glin zwałowych oraz pyłów,
- uplastycznienie podłoża wskutek zmiany wilgotności przypowierzchniowo występujących gruntów spoistych,
- zmiana agresywności środowiska w czasie,
- pogorszenie własności fizycznych i mechanicznych przypowierzchniowo zalegających gruntów spoistych wskutek ich nawilgocenia lub dopuszczenia do przemarzania w trakcie prowadzenia robót budowlanych,
- pogorszenie własności fizycznych i mechanicznych gruntów wskutek uaktywnienia procesów osuwiskowych,
- pogorszenie własności fizycznych i mechanicznych ekspansywnych iłów wskutek zwiększenia ich wilgotności a tym samym ich pęcznienia,
- uplastycznienie lub upłynnienie gruntów pylastych i drobnoziarnistych w wyniku zawilgocenia i drgań (zjawisko tiksotropii).

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

Podstawowym problemem przy realizacji robót ziemnych będzie zachowanie istniejących parametrów cech fizycznych i mechanicznych podłoża gruntowego a w szczególności stopnia plastyczności.

Na znacznych fragmentach robót ziemnych występują grunty małospoiste. Niewielki wzrost wilgotności tych gruntów będzie prowadził do ich znacznego uplastycznienia. Uplastycznienie spowoduje zmniejszenie wartości parametrów wytrzymałościowych gruntu. Zwiększy się również ich odkształcalność. Podobne skutki może wywołać również przemarzanie podłoża zbudowanego z gruntów spoistych. Uplastycznienie podłoża będzie szczególnie dotkliwe w przypadku występowania gruntów spoistych o niewielkiej spoistości oraz jeżeli jednocześnie wzrośnięciu wilgotności będą towarzyszyć czynniki ułatwiające uplastycznienie – np. drgania podłoża wywołane pracą sprzętu budowlanego. Wzrost wilgotności naturalnej gruntów małospoistych może być spowodowany przede wszystkim opadami atmosferycznymi oraz wodą pochodzącą z roztopów wiosennych.

Największe możliwe zmiany w stwierdzonych warunkach geologiczno-inżynierskich mogą się wiązać ze zmianą zawilgocenia występujących gruntów i związanymi z tym uaktywnieniem właściwości ekspansywnych gruntów ilastych. Uaktywnienie procesu pęcznienia może być wywołane:

- zmianą stosunków wodnych i wilgotności podłoża,
- zanieczyszczeniami przedostającymi się do podłoża,
- obciążeniem podłoża.

Po zakończeniu budowy należy jak najszybciej zagospodarować teren przy obiekcie w sposób utrudniający przenikanie wód opadowych do podłoża np. poprzez założenie trawników wokół obiektu na uformowanej warstwie gleby – o

miąższości co najmniej 30 cm, lub wykonanie utwardzonych ciągów pieszo – jezdnych z odprowadzeniem wody do kanalizacji.

6. ZALECENIA DOTYCZĄCE PROWADZENIA MONITORINGU

Należy kontynuować dotychczasowy monitoring osuwiska w otworach piezometrycznych oraz inklinometrycznych. Monitoring zaleca się prowadzić co najmniej :

- w okresie wiosennym, po roztopach,
- w okresie jesiennym,
- po okresach intensywnych opadów atmosferycznych.

Zasadne jest rozważenie zamontowania urządzeń pozwalających na ciągły pomiar poziomu wody oraz przemieszczeń.

Na etapie realizacji oraz eksploatacji inwestycji monitoring sprowadza się do obserwacji wizualnych zachowania się podłoża budowli i podłoża gruntowego. Obserwacje należy prowadzić w terminach, zakresie i trybie zgodnymi z przepisami prawa budowlanego. W przypadkach stwierdzenia nieprawidłowych czy niepokojących zjawisk, należy opracować i wdrożyć indywidualny system monitoringu, dostosowany do wyników obserwacji.

Na etapie realizacji, w związku z występowaniem gruntów spoistych oraz ekspansywnych (iły pliczeńskie), należy monitorować oraz systematycznie zapisywać w dzienniku budowy wszystkie elementy mogące wpływać na rozmakanie i uplastycznianie gruntów spoistych oraz ujawnienie cech ekspansywnych podłoża gruntowego, a w szczególności:

- warunków pogodowych w okresie realizacji robót ziemnych (temperatura i opady),
- sposobów zabezpieczenia dna wykopu (koryta drogi) przed wpływem czynników atmosferycznych (przede wszystkim opadów) oraz oceny ich skuteczności.

Zabezpieczenie osuwiska „Tucholska” i przebudowa ulicy Tucholskiej w Koronowie

- terminu osiągnięcia rzędnej docelowej posadowienia i sposobu zabezpieczenia dna wykopu (koryta robót ziemnych).

7. PROGNOZA WPŁYWU NA ŚRODOWISKO

7.1. Prognoza zmian w środowisku oraz ocena możliwości wykonania inwestycji

7.1.1. Zasadnicze uwarunkowania geologiczno-środowiskowe inwestycji

Projektowana inwestycja nie stwarza potencjalnej możliwości niekorzystnego oddziaływania na użytkowy poziom wód podziemnych. Wynika to z następujących uwarunkowań geologiczno-środowiskowych:

- występowanie użytkowych wód podziemnych na większych głębokościach, chronionych warstwą nieprzepuszczalnych iłów o znacznej miąższości,
- lokalizacja inwestycji poza obszarami chronionymi.

Projektowana inwestycja natomiast stwarza potencjalną możliwość niekorzystnego oddziaływania na nieużytkowy, przypowierzchniowy poziom wód podziemnych.

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 (obszar zurbanizowany), kluczową kwestią w ocenie możliwości wykonania inwestycji z punktu widzenia ochrony środowiska wodno-gruntowego jest potencjalne oddziaływanie na użytkowy poziom wód podziemnych. Zalety lokalizacji sprowadzają się do niskiego stopnia zagrożenia przenikania zanieczyszczeń do pierwszego użytkowego poziomu wodonośnego.

Tym samym nie ma żadnych przeszkód czy ograniczeń środowiskowych w lokalizacji inwestycji. 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 opisanymi wcześniej, lecz zagrożenia te dotyczą jedynie nieużytkowego poziomu wód podziemnych.

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.

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. Przypowierzchniowa warstwa podłoża zbudowana jest z dużej miąższości nasypów oraz gleby próchnicznej.
- 8.1.3. Pod warstwą nasypów i gleby próchnicznej podłoże budują grunty niespoiste i spoiste. Utwory niespoiste występują w stanie od luźnego do zagęszczonego i reprezentowane są przez plejstoceny utwory w postaci piasków drobnych przewarstwionych lokalnie piaskami średnimi. Utwory spoiste występują w stanie od miękkoplastycznego do twardoplastycznego. Reprezentowane są przez piaski gliniaste, gliny piaszczyste i gliny pylaste oraz pyły i pyły piaszczyste.
- 8.1.4. Utwory czwartorzędowe podścielają neogeńskie iły wśród których występują przewarstwienia lub domieszki węgla brunatnych, oraz pyłu węglowego. Iły występują w stanie twardoplastycznym.
- 8.1.5. Na dokumentowanym obszarze nie stwierdzono występowania gruntów organicznych nieskalistych. W obrębie iłów neogeńskich oraz pyłów stwierdzono wkładki gruntów skalistych - węgla brunatnych oraz domieszki pyłu węglowego.
- 8.1.6. Na badanym obszarze występują grunty słabonośne w postaci gruntów niespoistych w stanie luźnym o maksymalnej miąższości 1,1 m (w otworze T-9) oraz gruntów spoistych w stanie miękkoplastycznym

o maksymalnej miąższości 5,0 m (T-6/P).

- 8.1.7. Na obszarze prowadzonych badań stwierdzono występowanie wody podziemnej o zwierciadle swobodnym na głębokościach 1,4 m, 7,3 m i 13,0 m p.p.t.
- 8.1.8. Z dostępnych danych archiwalnych wynika, że poziom wód podziemnych może się wahać, w stosunku do stanu obecnego nawet do około 4 m w czole osuwiska ($\pm 2,0$ m).
- 8.1.9. Średnia głębokość przemarzania gruntów, na rozpatrywanym terenie, wynosi około 0,8 m p.p.t..
- 8.1.10. Inwestycja nie stwarza istotnego zagrożenia dla środowiska wodno-gruntowego. Użytkowy poziom wód podziemnych jest całkowicie i skutecznie chroniony przed ewentualnym oddziaływaniem inwestycji, przy czym oddziaływania te są zgodne z funkcją przeznaczenia terenu.

8.2. Wnioski z przeprowadzonych badań dotyczące posadowienia

- 8.2.1. Na dokumentowanym obszarze badań stwierdzono skomplikowane warunki gruntowe i występują bardzo trudne warunki do posadowienia obiektów inwestycji liniowej.
- 8.2.2. Trudne warunki do posadowienia korpusu drogi wynikają z:
 - występowania łąk pliocenских o charakterze ekspansywnym,
 - możliwych znacznych wahań wód podziemnych,,
 - zalegania w strefie przypowierzchniowej nasypów o zmiennej miąższości i zmiennym składzie mechanicznym,
 - występowania pod powierzchnią gruntów mało spoi- stych, które łatwo się uplastyczniają,
 - istnienia osuwiska na którym zachodzą powolne procesy geodynamiczne.
- 8.2.3. Przy tworzeniu koncepcji posadowienia, zaleca się rozważyć przeniesienie obciążeń od projektowanych

obiektów poniżej potencjalnej strefy poślizgu.

- 8.2.4. Realizacja inwestycji wymaga, zgodnie z rozporządzeniem [3], opracowania projektu geotechnicznego. Nie można wykluczyć dla potrzeb wykonania tego opracowania i już dla konkretnych wariantów realizacyjnych, konieczności wykonania uzupełniających badań podłoża gruntowego.

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]. PKN-CEN ISO/TS 17892-12:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 12: Oznaczanie granic Atteberga.
- [5]. PKN-CEN ISO/TS 17892-6:2009 Badanie penetrometrem stożkowym.

- [6]. PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
- [7]. PN-83/B-02482. Fundamenty budowlane. Nośność pali i fundamentów palowych.
- [8]. PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- [9]. PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntów.
- [10]. PN-B 02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne. Zasady ogólne.
- [11]. PN-B 02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- [12]. PN-B 04452:2002. Geotechnika. Badania polowe.
- [13]. PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.
- [14]. PN-EN 1997-1 2008 Eurokod 7. Projektowanie geotechniczne Część 1. Zasady ogólne.
- [15]. PN-EN 206-1:2003. Beton. Część I. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.

9.3. Mapy geologiczne, sytuacyjne i topograficzne

- [16]. Mapa geośrodowiskowa Polski. Plansza A. Arkusz Koronowo. Skala 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2007 rok.
- [17]. Mapa głównych zbiorników wód podziemnych. Skala 1:800 000. Państwowy Instytut Geologiczny. Stan na dzień 01.01.2017 r.
- [18]. Mapa hydrogeologiczna Polski. Arkusz Koronowo. Skala 1:50 000. Państwowy Instytut Geologiczny - 2000 rok.
- [19]. Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami. Arkusz N-33-108-B-b-1-Stary Dwór. Serwis internetowy Hydroportal.
- [20]. Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami. Arkusz N-33-108-B-b-2-Koronowo. Serwis internetowy Hydroportal.
- [21]. Mapa przeglądowa Polski. Część 1:Pomorze. Atlas Rzeczypospolitej Polski, Tom 12. Skala 1:500 000. War-

szawa 1993 rok.

- [22]. Mapa topograficzna. Arkusz Koronowo. Skala 1:50000. Główny Geodeta Kraju, Warszawa 2000 rok.
- [23]. Przeglądowa mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie kujawsko-pomorskim w skali 1:50 000.
- [24]. Przeglądowa mapa geologiczno – inżynierska Polski. Arkusz Bydgoszcz. Skala 1:300 000. Wydawnictwa Geologiczne 1955 rok.
- [25]. Przeglądowa mapa hydrogeologiczna Polski. Arkusz Bydgoszcz. Skala 1:300000. Wydawnictwo Geologiczne. Warszawa 1959 rok.
- [26]. Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Koronowo. Skala 1:50 000. Wydawnictwa Geologiczne 1986 rok.

9.4. Objaśnienia do map

- [27]. Król J., Hrybowicz G., Bliźniuk A., Kwecko P., Bojakowska I., Wołkowicz S.,: Objaśnienia do mapy geośrodowiskowej Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2007 rok.
- [28]. Listkowska H.: Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski. Arkusz Koronowo. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1988 rok.
- [29]. Rysak A., Meszczyński J., red. Kreczko M.: Objaśnienia do mapy hydrogeologicznej Polski. Skala 1:50 000. Arkusz Koronowo. Państwowy Instytut Geologiczny, Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL SA, Warszawa 2000 rok.

9.5. Literatura

- [30]. Kondracki J.: Geografia regionalna Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2002 rok.
- [31]. Mikołajków J., Sadurski A., Informator PSH Główny 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]. Stupnicka E.: Geologia regionalna Polski. Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. Warszawa 1997 rok.
 - [36]. Świdziński W., Zabuski L., Kulczykowski M., Opracowanie koncepcji ustabilizowane osuwisk w dolinie Brdy w Koronowie z uwzględnieniem mechanizmów deformacji zboczy i oceną ryzyka osuwiskowego. IBW PAN, Gdańsk, 2012 r.
 - [37]. Wiłun Z.: Zarys geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności. Warszawa 1982 rok.
 - [38]. Zabuski L., Mrozek T., Waldemar Świdziński W., Kulczykowski M., Laskowicz I.: Kompleksowe badania osuwisk w dolinie Brdy w Koronowie k. Bydgoszczy. Przegląd Geologiczny, vol. 62, nr 9, 2014

9.6. Materiały archiwalne i opracowania projektowe

- [39]. Projekt robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno – inżynierskich dla projektu zabezpieczenia okresowo czynnego osuwiska przy ul. Tucholskiej w Koronowie. GEOPROGRAM Wojciech Andrzejewski. Bydgoszcz, listopad 2016 rok.

9.7. Dokumenty formalno-prawne

- [40]. Decyzja OŚ.III.6540.22.2016 Starosty Bydgoskiego z dnia 31.01.2017 roku zatwierdzająca „Projekt robót geologicznych dla określenia warunków geologiczno – inżynierskich dla projektu zabezpieczenia okresowo czynnego osuwiska przy ul. Tucholskiej w Koronowie”

Bydgoszcz, październik 2017 rok



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] Sp. z o.o.

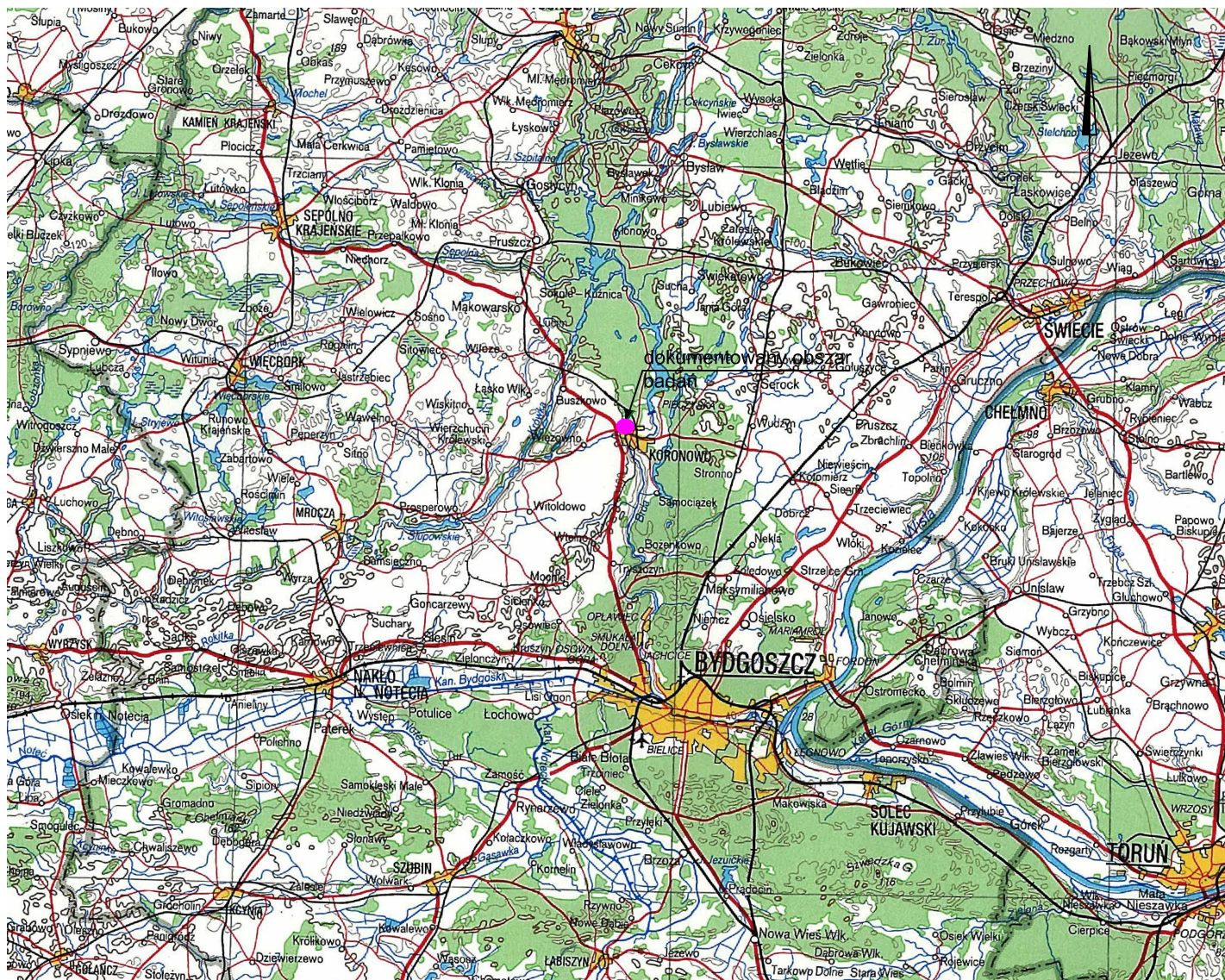
85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

telefony (052) 3796774
NIP 554-030-81-060602636790
REGON 008004517telefaks (052) 3796862
KRS nr 0000226657e-mail: geotech@geotech.com.pl
http://www.geotech.com.pl**ZAŁĄCZNIK NR Z1/1.1**

MAPA PRZEGLĄDOWA Z LOKALIZACJĄ DOKUMENTOWANEGO TERENU

skala 1:500 000



Objaśnienia:



- dokumentowany obszar badań

Załącznik opracowano z wykorzystaniem Atlasu Rzeczypospolitej Polski, Tom 12 -
Mapa przeglądowa Polski. Część 1: Pomorze. Skala 1:500 000. Warszawa 1993 rok.



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] Sp. z o.o.

85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

telefony (052) 3796774
NIP 554-030-81-060602636790
REGON 008004517telefaks (052) 3796862
KRS nr 0000226657e-mail: geotech@geotech.com.pl
http://www.geotech.com.pl

Temat: Dokumentacja geologiczno-inżynierska		Nr pracy:	2987/2017
Zamawiający: Gmina Koronowo Plac Zwycięstwa 1 86-010 Koronowo		Nr opracowania:	01
Treść rysunku: Mapa przeglądowa Polski z lokalizacją dokumentowanego terenu. Skala 1:500 000.		Opracował: techn.: Kamil Sikorski	
Data:		październik 2017	



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] Sp. z o.o.

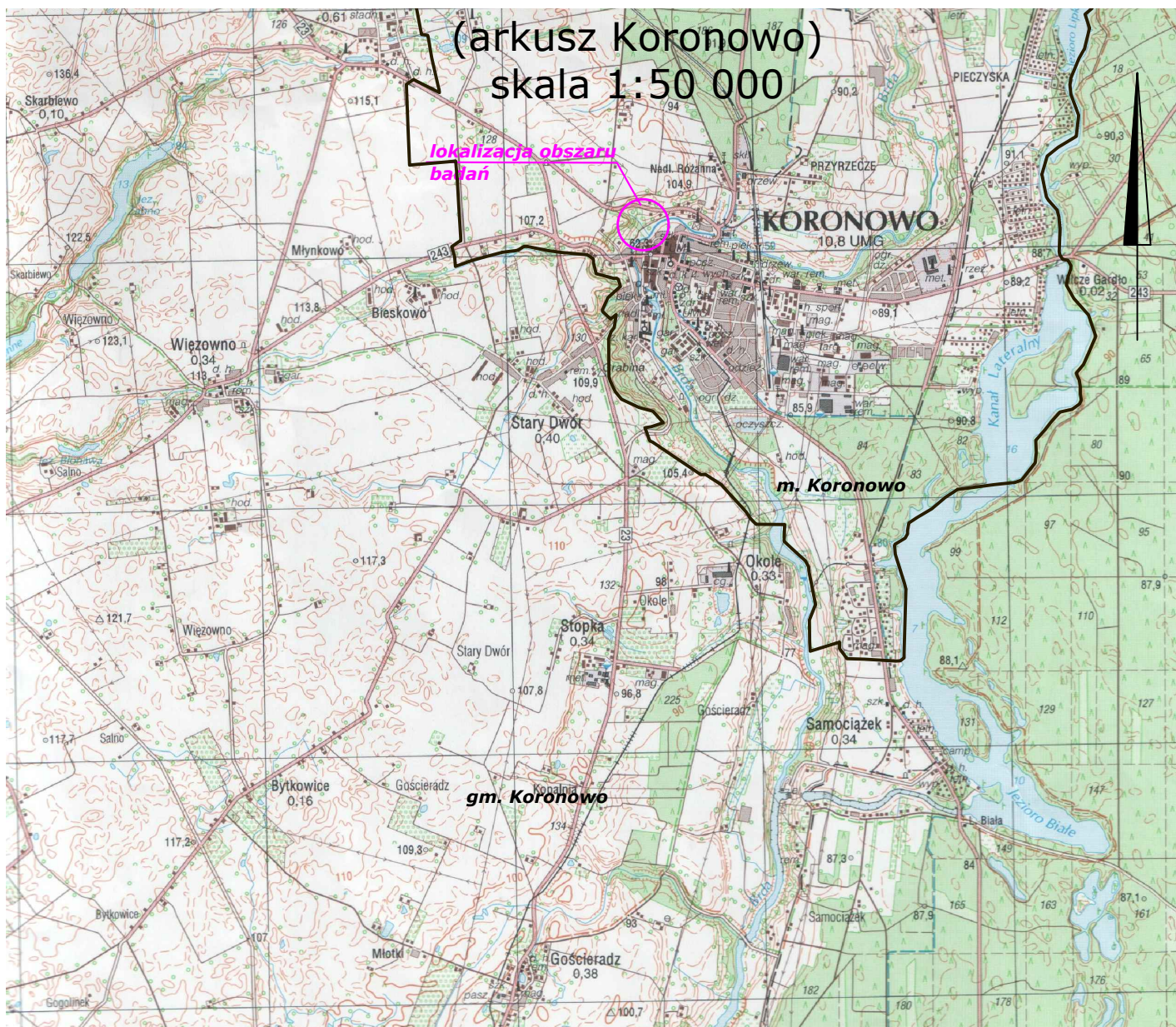
85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

telefony (052) 3796774 0602636790 telefaks (052) 3796862 e-mail: geotech@geotech.com.pl
NIP 554-030-81-06 REGON 008004517 KRS nr 0000226657 http://www.geotech.com.pl

ZAŁĄCZNIK NR Z1/1.2

MAPA TOPOGRAFICZNA POLSKI



Objaśnienia:



- dokumentowany obszar badań



- granica miasta i gminy



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] Sp. z o.o.

85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

telefony (052) 3796774 0602636790 telefaks (052) 3796862 e-mail: geotech@geotech.com.pl
NIP 554-030-81-06 REGON 008004517 KRS nr 0000226657 http://www.geotech.com.pl

Temat: Dokumentacja geologiczno-inżynierska		Nr pracy:	2987/2017
Zamawiający: Gmina Koronowo Plac Zwycięstwa 1 86-010 Koronowo		Nr opracowania:	01
Treść rysunku: Mapa topograficzna. Skala 1:50 000.		Opracowała: mgr: Paulina Kosińska	
Data:			październik 2017



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] Sp. z o.o.

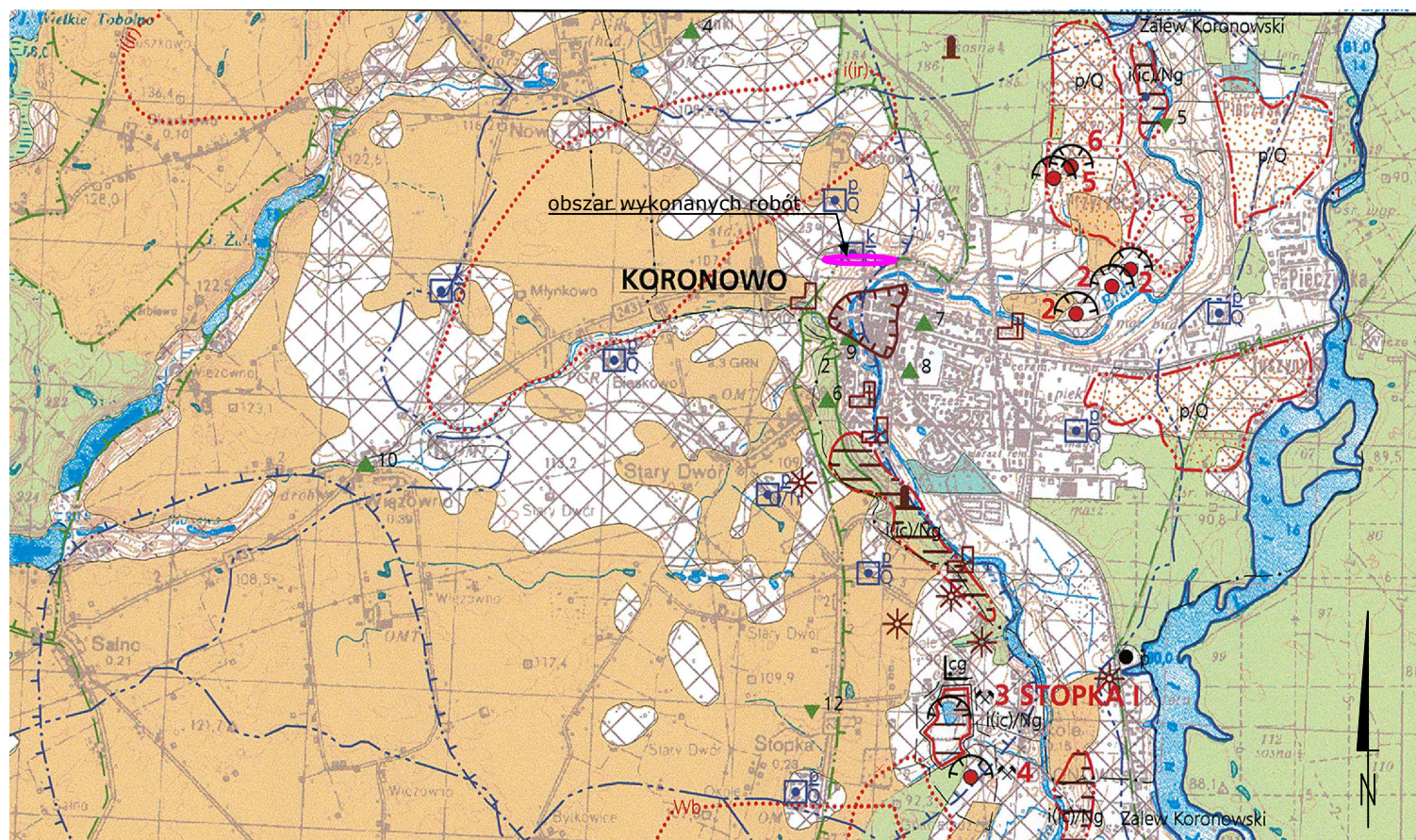
85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

telefony (052) 3796774 0602636790 telefaks (052) 3796862 e-mail: geotech@geotech.com.pl
NIP 554-030-81-06 REGON 008004517 KRS nr 0000226657 http://www.geotech.com.pl**ZAŁĄCZNIK NR Z1/2**

MAPA GEOŚRODOWISKOWA POLSKI

(arkusz Koronowo)
skala 1:50 000



Objaśnienia:

- obszar wykonanych robót geologicznych

ZŁOŻA KOPALIN ORAZ PERSPEKTYWY I PROGNOZY ICH WYSTĘPOWANIA

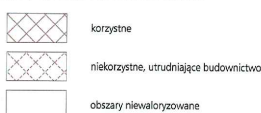


- 4 STOPKA II**
- 2 - nazwa złoża mało konfliktowego
 - 4 - złoża KORONOWO-PRZYRZECZE I (C) p/Q
 - 5 - złoża STOPKA II (C) i(lc)/Ng
 - 6 - złoża KORONOWO II (C) p/Q
 - 6 - złoża KORONOWO III (C) p/Q
 - granica złoża o zasobach udokumentowanych w kategoriach A+B+C, I C lub zarejestrowanych (C)
 - granica obszaru perspektywicznego
 - granica obszaru lub linii profilu o negatywnych wynikach rozpoznania (p - rodzaj kopalin)
 - złoża nie dające się odwzorować w skali mapy

OCHRONA PRZYRODY, KRAJOBRAZU I ZABYTKÓW KULTURY

- grunty rolne (klasy I-IVa użytków rolnych)
- łąki na glebach pochodzenia organicznego
- lasy
- zieleń urządzone
- CHNPK - granica parku krajobrazowego i skróty jego nazwy (CHNPK - Zespół Chelmińskiego i Nadwiślańskiego Parku Krajobrazowego)
- granica obszaru chronionego krajobrazu
- granica rezerwatu przyrody (Fn - faunistyczny, K - krajobrazowy)
- granica projektowanego rezerwatu przyrody
- szlak turystyczny o znaczeniu ponad lokalnym (R-1 - Międzynarodowa Trasa Rowerowa Euro Route)
- Obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000
- specjalny obszar ochrony siedlisk (PLH300004 - Dolina Noteci)
- pomnik przyrody żywej
- pomnik przyrody nieożywionej
- użytk ekologiczny
- użytk ekologiczny o powierzchni < 5 ha
- park wiejski (podworski) objęty ochroną konserwatorską
- Zabytkowe obiekty chronione:
- granica zabytkowego zespołu architektonicznego
- stanowisko archeologiczne
- sakralne
- architektoniczne
- techniczne
- pomnik lub historyczne miejsce pamięci

WARUNKI PODŁOŻA BUDOWLANEGO



INFORMACJE DODATKOWE

- granica powiatu
- granica gminy, miasta
- siedziba urzędu gminy, miasta
- oś projektowanej autostrady

GÓRNICTWO I PRZETWÓRSTWO KOPALIN

- granica obszaru górniczego
- granica terenu górniczego
- obszar i teren górniczy nie dające się odwzorować w skali mapy
- wyrobisko (symbol lub znany wyrobiska)
- kopalnia czynna
- punkt występowania kopalin (bez karty informacyjnej punktu, p - rodzaj kopalin)
- zakład pierwotnej przeróbki kopalin (cg - cegielnia)
- Symbol kopalin:
- Wb - węgiel brunatny
- i(lc) - iły i łupki iłaste ceramicznej budowlanej
- Ng - piasek i żwir
- p - piasek
- Symbol jednostki stratygraficznej:
- Q - czwartorzęd
- Ng - neogen

WODY POWIERZCHNIOWE I PODZIEMNE

- Przebieg działu wodnego wg "Mapy podziału hydrograficznego Polski" IMGW:
- pierwszego rzędu
- drugiego rzędu
- trzeciego rzędu
- źródło
- Klasy czystości wód w rzekach w monitorowanym punkcie:
- II klasa
- III klasa
- istniejący zbiornik retencyjny
- granica udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych wraz z jego numerem
- granica strefy ochrony pośredniej ujęcia wody
- ujęcie wód podziemnych (k - komunalne, p - powierzchniowe, Q - wiek ujmowanych utworów)



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] Sp. z o.o.

85-383 BYDGOSZCZ

UL. KARTUSKA 15

telefony (052) 3796774
NIP 554-030-81-060602636790
REGON 008004517telefaks (052) 3796862
KRS nr 0000226657e-mail: geotech@geotech.com.pl
http://www.geotech.com.plTemat:
Dokumentacja geologiczno-inżynierskaNr pracy:
2987/2017Zamawiający:
Gmina Koronowo
Plac Zwycięstwa 1
86-010 KoronowoOpracował:
techn.:
Kamil Sikorski

Treść rysunku:

Mapa geośrodowiskowa. Skala 1:50 000.

Data:

październik 2017



PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

GEOTECH[®] Sp. z o.o.

85-383 BYDGOSZCZ

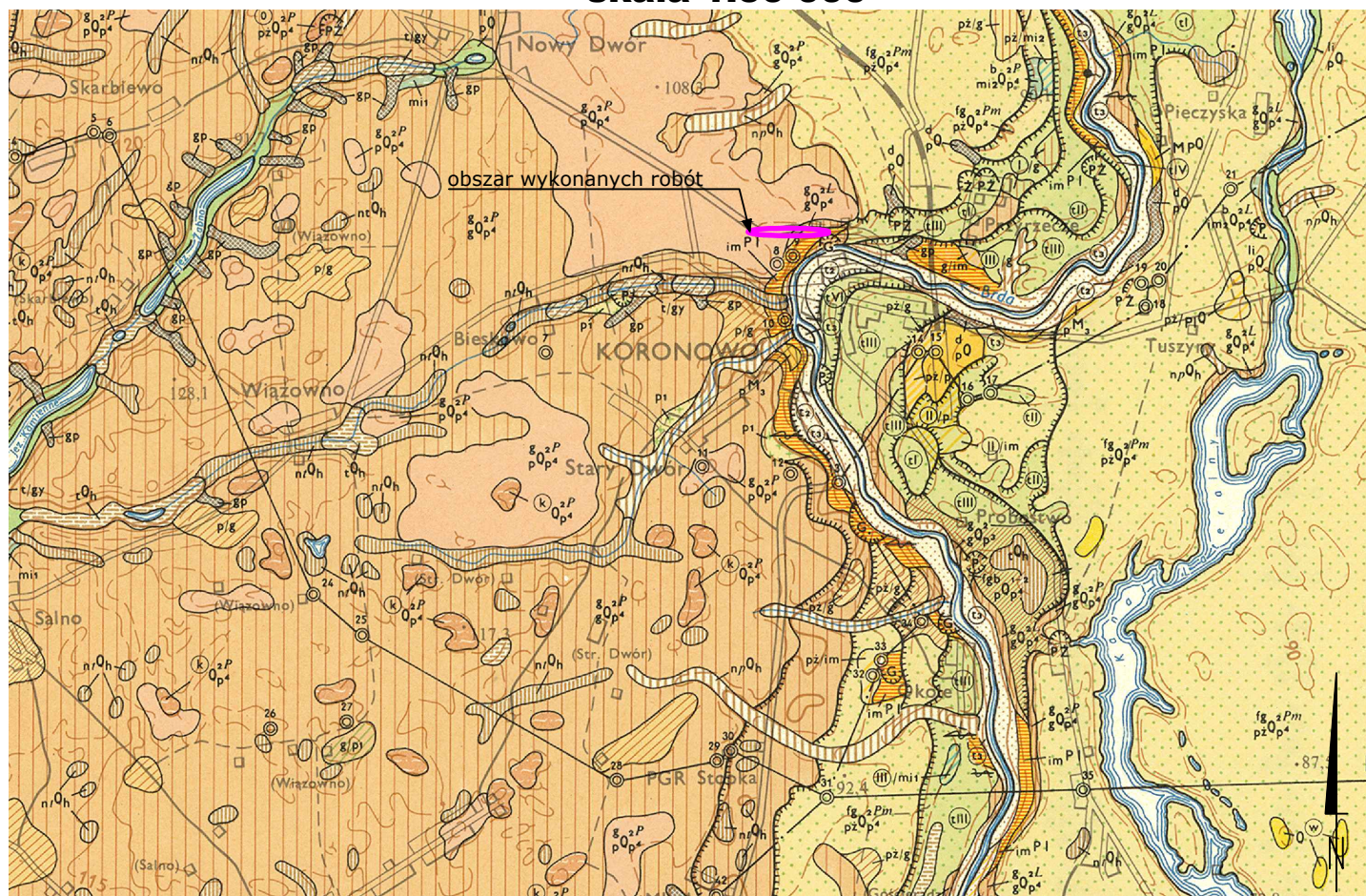
UL. KARTUSKA 15

telefony (052) 3796774 0602636790 telefaks (052) 3796862 e-mail: geotech@geotech.com.pl
NIP 554-030-81-06 REGON 008004517 KRS nr 0000226657 http://www.geotech.com.pl**ZAŁĄCZNIK NR Z1/3**

SZCZEGÓŁOWA MAPA GEOLOGICZNA POLSKI

(arkusz Koronowo)

skala 1:50 000



Objaśnienia:

HOLOCEN		Torfy, miejscami na gytiach (t/gy)
		Namuły torfiaste
		Namuły piaszczyste den dolinnych
		Piaszki rzeczne tarasów zalewowych i nadzalewowych
CZWARTORZĘD		Piaszki oraz gliny i piaszki (gp), deluwialne
		Piaszki i piaszki ze żwirami rzeczne tarasów nadzalewowych
		Piaszki i żwiry wodnolodowcowe (sandrowe): na glinach zwałowych fazy poznańskiej (pż/mi ₂), na glinach zwałowych fazy leszczyńskiej (pż/g), na iłach i mułkach płoceńskich jako krach w utworach czwartorzędowych (pż/p ₁ Q), na iłach i mułkach płoceńskich (pż/im) oraz na piaskach kwarcowych, iłach i mułkach z przewarstwieniami węgla brunatnego miocenu górnego (pż/p)
		Piaszki lodowcowe
PLEJSTOCEN		Gliny zwałowe
		Iły i mułki
NEOGEN		Iły i mułki

Faza
pomorska - obszar wykonanych robót
geologicznych

PRZEDSIĘBIORSTWO GEOTECHNICZNO-KONSULTINGOWE

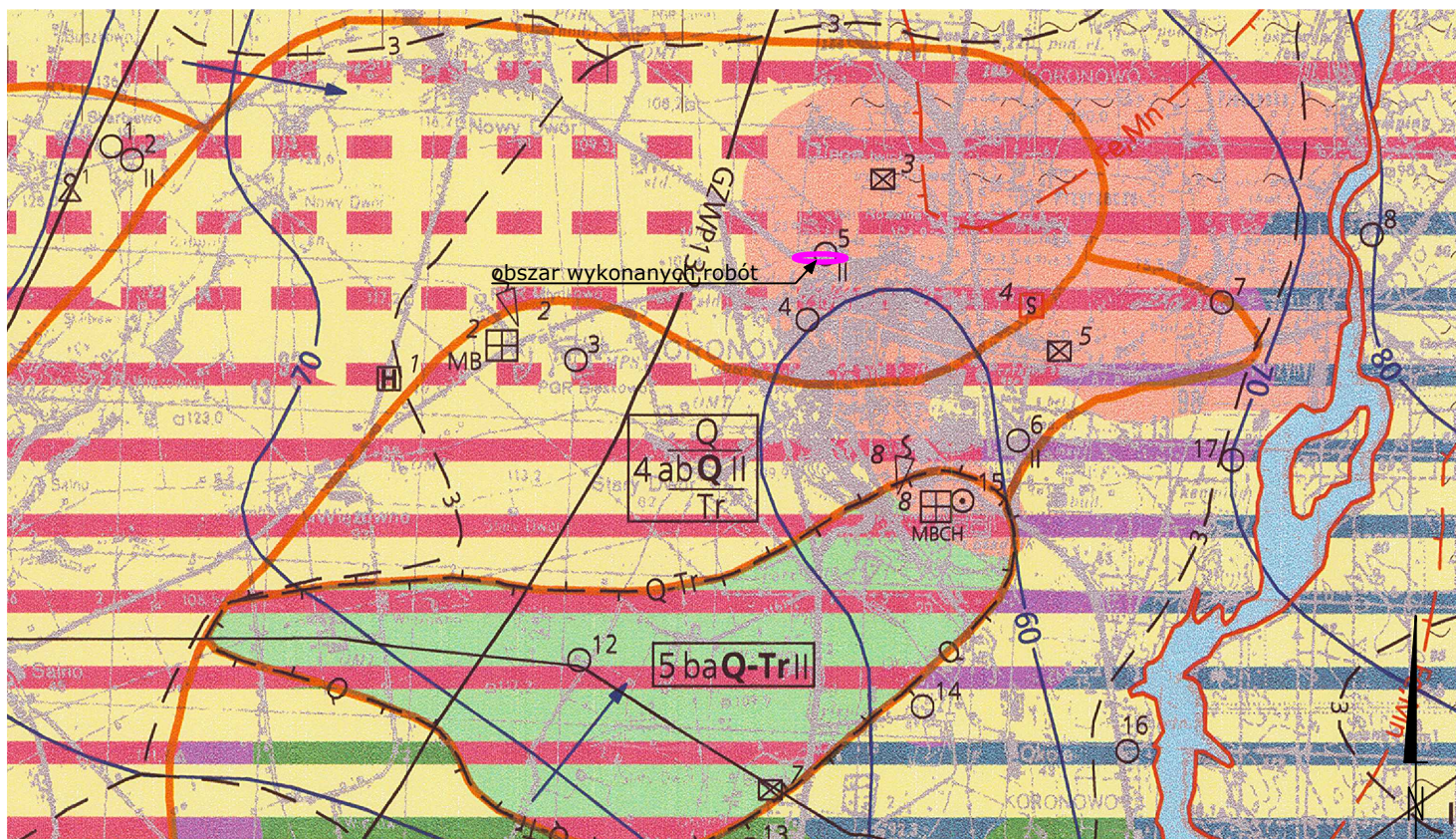
GEOTECH[®] Sp. z o.o.

85-383 BYDGOSZCZ

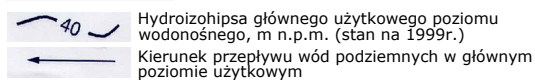
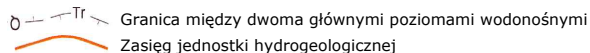
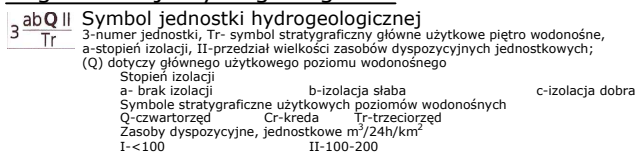
UL. KARTUSKA 15

telefony (052) 3796774 0602636790 telefaks (052) 3796862 e-mail: geotech@geotech.com.pl
NIP 554-030-81-06 REGON 008004517 KRS nr 0000226657 http://www.geotech.com.pl

Temat: Dokumentacja geologiczno-inżynierska		Nr pracy:	2987/2017
Zamawiający: Gmina Koronowo Plac Zwycięstwa 1 86-010 Koronowo		Nr opracowania:	01
Treść rysunku: Szczegółowa mapa geologiczna. Skala 1:50 000.		Opracował: techn.: Kamil Sikorski	
Data:			październik 2017

**MAPA HYDROGEOLOGICZNA POLSKI****(arkusz Koronowo)****skala 1:50 000****Objaśnienia:**

- obszar wykonanych robót geologicznych

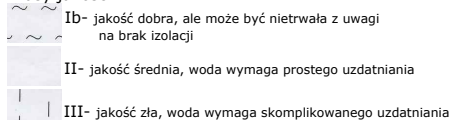
Wodonośność**Hydrodynamika****Regionalizacja hydrogeologiczna****Strefy ochronne obowiązujące**

- GZWP132 - Zasięg głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP)

Jakość wód podziemnych

Główny użytkowy poziom wodonośny

Klasy jakości



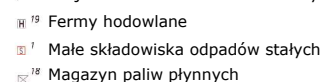
Wskaźniki jakości wody przekraczające wymagania dla wód pitnych:

Zasięg obszaru, na którym wskaźniki jakości przekraczają wymagania dla wód pitnych. Symbol oznacza przekroczenia dla: Fe-żelaza, Cl - chlorków

Punkty opróbowania jakości wód podziemnych dla potrzeby mapy z zaznaczeniem klasy jakości: Ib, II, III

Ogniska zanieczyszczeń

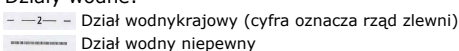
14 Miejsce zrzutu ścieków komunalnych:



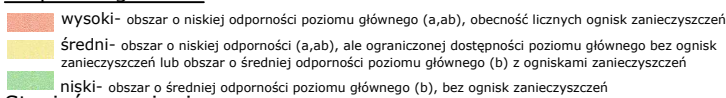
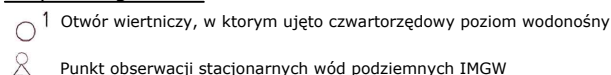
8 MBCH Oczyszczalnia ścieków: M- mechaniczna, B-biologiczna, CH-chemiczna

Wody powierzchniowe

Działy wodne:



Klasy czystości wody w rzekach na odcinkach zagrożeń dla wód pitnych:

**Stopień zagrożenia****Stopień zagrożenia**

Temat: Dokumentacja geologiczno-inżynierska		Nr pracy:	2987/2017
Zamawiający: Gmina Koronowo Plac Zwycięstwa 1 86-010 Koronowo		Nr opracowania:	01
Treść rysunku: Mapa hydrogeologiczna Skala 1:50 000.		Opracował: techn.: Kamil Sikorski	
Data:		październik 2017	

**MAPA
DOKUMENTACYJNA**
Skala 1: 1000

