

## **DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO**

*dla potrzeb projektowania wodociągu na odcinku*  
*Lubicz Dolny – Lubicz Górny*

Zamawiający: Wielobranżowe Przedsiębiorstwo Usługowo-Produkcyjne **MELBUD s.c.**  
87-100 Toruń, ul. Tramwajowa 12

Inwestor: **Toruńskie Wodociągi Sp. z o.o.**  
87-100 Toruń, ul. Rybaki 31-35

Opracowali:

.....  
mgr inż. *Tadeusz Szczuczko*  
upr. geol. nr VII-1310, V-1678

.....  
mgr *Michał Głowacki*  
upr. geol. nr XI-050/POM

.....  
mgr *Dominika Finc*

Kierownik:

.....  
mgr inż. *Tatiana Szczuczko*

## SPIS TREŚCI

<b>SPIS TREŚCI.....</b>	<b>2</b>
<b>I. WSTĘP .....</b>	<b>3</b>
<b>II. ZAKRES PRAC .....</b>	<b>3</b>
1. <i>Prace geodezyjne .....</i>	3
2. <i>Prace polowe.....</i>	3
3. <i>Badania laboratoryjne.....</i>	4
4. <i>Prace kameralne .....</i>	4
<b>III. GEOMORFOLOGIA I HYDROGRAFIA .....</b>	<b>4</b>
<b>IV. OCENA WARUNKÓW GEODYNAMICZNYCH I ANALIZA     STATECZNOŚCI TERENU.....</b>	<b>5</b>
<b>V. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI WODNE .....</b>	<b>5</b>
<b>VI. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA GRUNTÓW.....</b>	<b>7</b>
<b>VII. USTALENIA I WNIOSKI .....</b>	<b>9</b>

### **Załączniki:**

1. Mapa przeglądowa
2. Mapy dokumentacyjne
3. Objaśnienia symboli i znaków
4. Przekroje geotechniczne
5. Karty otworów badawczych
6. Wyniki badań sondą dynamiczną DPL
7. Oznaczenie składu granulometrycznego
8. Wyprowadzone wartości danych geotechnicznych
9. Oznaczenie wilgotności naturalnej gruntów
10. Oznaczenie zawartości części organicznych

## **I. WSTĘP**

Niniejszą dokumentację opracowano na podstawie:

- zlecenia Zamawiającego,
- Rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463),
- PN-EN 1997-2: Eurokod 7: Projektowanie geotechniczne – Część 2: Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego,
- Polskich Norm: PN-81/B-03020, PN-86/B-02480, PN-88/B-04481, PN-S-02205:1998, PN-B-02479:1998, PN-B-02481:1998, PN-B-04452:2002, PN-EN ISO 14688-1-2:2018.

Celem niniejszych badań jest rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych dla potrzeb projektowania wodociągu na odcinku Lubicz Dolny – Lubicz Górny, gm. Lubicz, pow. toruński, woj. kujawsko-pomorskie.

W ramach inwestycji projektuje się wodociąg PE 315 o długości ok. 4,6 km wykonany w przeważającej części w technologii bezwykopowej (przewiertami poziomymi), a częściowo w wykopach otwartych. Trasa planowanej inwestycji rozpoczyna się w północno-zachodniej części Lubicza Dolnego, w rejonie skrzyżowania ulic Odległej i Grębokiej w Toruniu. Początkowy odcinek trasy biegnie w kierunku południowo-wschodnim przez użytki rolne, dalej obok SUW Drwęca-Jedwabno, a następnie w sąsiedztwie terenów zielonych i osiedla z zabudową jednorodzinną. Odcinek środkowy wodociągu przekracza dolinę rz. Drwęcę i przebiega poniżej jazu piętrzącego wodę dla powierzchniowego ujęcia „Drwęca”. Po pokonaniu rzeki trasa inwestycji kieruje się na zachód, potem na północ, a następnie na południowy-zachód oraz biegnie przez tereny zielone i mieszkalne Krobi, a także Lubicza Górnego.

Zgodnie z kryteriami Rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 projektowaną inwestycję zalicza się do drugiej kategorii geotechnicznej, przy prostych i złożonych warunkach gruntowych.

## **II. ZAKRES PRAC**

### **1. Prace geodezyjne**

Otwory badawcze wytyczono metodą domiarów prostokątnych, w nawiązaniu do istniejących w terenie charakterystycznych szczegółów wg map syt.-wys. w skali 1:500. Rzędne terenu przy otworach określono z map.

### **2. Prace polowe**

W ramach prac polowych w dniu 30 marca 2021 r. wykonano 13 otworów badawczych o średnicy 88 mm, metodą mechaniczno-obrotową do głębokości 3,0 m, o łącznym metrażu 39,0 mb. wierceń. Ponadto wykonano 1 sondowanie sondą dynamiczną lekką DPL. Wiercenia wykonano wiertnicą pionową typu LWP-16s, zamontowaną na samochodzie terenowym, zgodnie z wytycznymi PN-B-04452:2002.

W czasie wierceń prowadzono obserwacje i pomiary zwierciadła wód gruntowych. Badaniom makroskopowym poddano urobek z każdej warstwy litologicznej, nie rzadziej niż co

1 mb. wiercenia. W toku tych badań określono rodzaj gruntu, domieszki lub przewarstwienia, barwę, wilgotność i stan/konsystencję. Po zakończeniu wierceń otwory zasypano urobkiem.

Lokalizację miejsc wierceń przedstawiono na mapach – zał. 1 i 2.

### 3. Badania laboratoryjne

Do badań laboratoryjnych pobrano 5 prób gruntów o naturalnym uziarnieniu NU oraz 3 próby gruntów o naturalnej wilgotności NW.

Na 5 próbkach gruntów niespoistych NU wykonano analizy sitowe dla określenia składu ziarnowego, współczynników filtracji  $k$  i wskaźników różnoziarnistości  $U$ .

Na 3 próbkach gruntów spoistych NW wykonano badania wilgotności naturalnej  $w_n$ .

Na 1 próbce NW wykonano oznaczenia zawartości części organicznych metodą prażenia.

Badania laboratoryjne gruntów wykonywano zgodnie z procedurami i wymogami normy PN-88/B-04481, a ich wyniki przedstawiono na zał. nr 7, 9, 10.

### 4. Prace kameralne

Objęły one analizę materiałów archiwalnych z *Dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla projektowanej budowy sieci wodno-kanalizacyjnej dla gminy Obrowo (Bielawy-Głogowo)* oprac. GEOLIT s.c. 2016 r. (otwory z literą „A”) oraz z *Dokumentacji badań podłoża gruntowego dla potrzeb przewiertów wodociągów pod rz. Drwęcą w Lubiczu i Młynku, gm. Lubicz*, oprac. GEOLIT s.c. 2020 r. (otwory z literą „B”), w tym wyników badań polowych i laboratoryjnych, a także graficzne i tekstowe opracowanie dokumentacji.

## III. GEOMORFOLOGIA I HYDROGRAFIA

Analizowany teren położony jest w obrębie mezoregionów Pojezierza Chełmińskiego oraz Doliny Drwęcy.

Początkowo, północno-zachodni odcinek projektowanego wodociągu przebiega przez wysoczyznę morenową ukształtowaną na rzędnych ok. 82-88 m n.p.m. Dalej trasę planowanej inwestycji prowadzi się przez zdenudowany i antropogenicznie przemodelowany stok opadający na SE, w kierunku doliny rz. Drwęcy. Deniwelacje w obrębie części stokowej są znaczne i osiągają ok. 30-40 m. U podnóża zbocza, nieopodal jazu, instalacja wkracza do doliny Drwęcy, której dno ukształtowane jest na rzędnych ok. 42-43 m n.p.m. Dno doliny wypełnione jest osadami organicznymi oraz współczesnymi aluwiami facji powodziowej i korytovej. Trasa wodociągu Drwęcę przekracza w okolicach mostu drogowego, a następnie podnosi się i biegnie wzdłuż DK 10 na stoku przekształconym antropogenicznie. Dalej na terenach nieużytkowanych, ukształtowanych na rzędnych 58-61 m n.p.m., trasa odbija na północ, po czym wchodzi na górną krawędź Doliny Drwęcy. Po ok. 300 m wodociąg ponownie odbija w kierunku wschodnim na wyższe poziomy rzeczno-lodowcowe Drwęcy, ukształtowane na rzędnych ok. 70-75 m n.p.m. Poziomy te, urozmaicone są licznymi podmokłymi obniżeniami i porożcinane są siecią rowów melioracyjnych.

Dominującym elementem sieci hydrograficznej analizowanego terenu jest rzeka Drwęca. Rzeka ta w swym końcowym odcinku płynie korytem meandrowym i uchodzi pod Złotorią do Wisły. W rejonie Lubicza i Krobi posiada ona charakter erozyjny, a rozprzestrzenienie terenów zalewowych jest stosunkowo niewielkie. W okolicy jazu piętrzącego wody rzeczne, koryto Drwęcy

zostało antropogenicznie przekształcone. Na potrzeby zaopatrzenia ludności w wodę, ok. 700 m na NE utworzono ujęcie wód powierzchniowych Drwęca-Jedwabno z ustanowionymi terenami ochrony bezpośredniej i pośredniej. Trasa projektowanej inwestycji omija te tereny od południa. Na wyższych poziomach terasowych, w rejonie Krobi znajduje się sieć połączonych ze sobą rowów melioracyjnych, odprowadzających wody do Drwęcy.

#### IV. OCENA WARUNKÓW GEODYNAMICZNYCH I ANALIZA STATECZNOŚCI TERENU

Na podstawie przeprowadzonych badań, wizji lokalnej oraz analizy materiałów archiwalnych stwierdza się, że na badanym obszarze występują strefy o zróżnicowanych uwarunkowaniach do występowania procesów geodynamicznych.

W przeważającej części analizowany teren jest stabilny. Dotyczy to wysoczyzny morenowej w rejonie SUW Drwęca-Jedwabno, rejonu zabudowań na terenach płaskich wzdłuż ul. Dworcowej w Lubiczu Dolnym oraz wyższych poziomów terasowych w rejonie Krobi. Rzeźba terenu jest tam generalnie mało urozmaicona, a spadki niewielkie. Nie zaobserwowano też na nich występowania grawitacyjnych ruchów masowych i ocenia się, że wyżej wymienione tereny charakteryzują się stabilnością geodynamiczną.

Odmienne warunki morfologiczne charakteryzują dolinę Drwęcy. Dolina ta jest mocno wcięta w otaczający teren, a zbocza charakteryzują się znacznymi spadkami. Na podstawie przeprowadzonych badań oraz danych archiwalnych ocenia się, że zbocze północno-zachodnie charakteryzuje się odmiennymi warunkami geodynamicznymi od zbocza południowo-wschodniego. Na zboczu północno-zachodnim, na odcinku od ul. Kortowej do ul. Motocyklowej panują średnio korzystne warunki geologiczne. Woda gruntowa występuje na głębokości od ok. 1,5 m do ponad 3,0 m ze znacznym spadkiem hydraulicznym. Powierzchnia terenu pokryta jest warstwą osadów deluwialnych zdeponowanych w wyniku przebiegu przypowierzchniowych ruchów masowych i nachylona pod kątem ok. 3-5°. Poniżej, od ul. Motocyklowej do ul. Mostowej teren się wypłaszcza i zbudowany jest w części przypowierzchniowej z osadów piaszczysto-żwirowych. Odcinek ten jest stabilny geodynamicznie. Dalej od ul. Mostowej do równiny zalewowej Drwęcy nachylenie powierzchni ponownie wzrasta od 2 do 5°. Wąski pas równiny zalewowej Drwęcy jest płaski i przekształcony antropogenicznie – występują tu niewielkie stawy, a bieg koryta rzeki w rejonie jazu został zmieniony. Z kolei na zboczu południowo-wschodnim woda gruntowa występuje płytko na stropie ilów plioceńskich, rozprzestrzeniających się na różnej, często niewielkiej głębokości. W rezultacie na zboczu tym, o spadku dochodzącym do 14°, pojawiają się wysięki wód gruntowych. Zbocze to zalicza się do terenów predysponowanych występowaniem ruchów masowych, w tym osuwania. Główną przyczyną powstawania osuwisk jest tu budowa geologiczna – obecność ilów i nachylenie ich stropu zgodnie z nachyleniem powierzchni terenu wraz z występowaniem wysięków wód gruntowych.

#### V. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI WODNE

Do głębokości rozpoznanej wierceniami występują grunty czwartorzędowe: holocieńskie i plejstocieńskie oraz neogeńskie (plioceńskie).

##### Czwartorzęd

**Utwory holocieńskie** wykształcone są w postaci *nasypów niekontrolowanych, gleby i pokrywy deluwialnej, a także osadów rzecznych.*

*Nasypy niekontrolowane (A)* występują na powierzchni analizowanego terenu w rejonie otw. 2A, 5, 6, 10, 11 i 12. Litologicznie są to piaski średnie miejscami z przewarstwieniami iłów z piaskiem (piasków gliniastych) i humusem z piaskiem (piasków próchnicznych) oraz humus z dużą ilością piasku (piaski próchniczne, piaski średnie próchniczne) i łu (gliny piaszczystej). Rozpoznana miąższość nasypów wynosi 0,2-2,2 m. W miejscach zasypanych wykopów lub w innych miejscach przekształconych antropogenicznie miąższość ta może być większa od udokumentowanej. Utwory nasypowe stanowią podłoże przepuszczalne, o niejednorodnej litologii, a pod względem wrażliwości na przemarzanie są niewysadzinowe i wątpliwe.

*Gleba (O) i pokrywa osadów deluwialnych (D)* występują na powierzchni terenu w rejonie otw. 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 i 13. Litologicznie jest to humus z łem z dużą ilością piasku (piasek gliniasty próchniczny) oraz humus z dużą ilością piasku (piasek średni próchniczny). Rozpoznana miąższość tych gruntów wynosi 0,2-1,0 m, przy czym największą wartość osiąga ona u podnóży stromych zboczy. Grunty te stanowią podłoże o zróżnicowanej przepuszczalności i zmiennej wrażliwości na przemarzanie.

*Grunty rzeczne (współczesne) (R)* występują w rejonie doliny Drwęcy na powierzchni równiny zalewowej w otw. 7, 1B i 2B. W stropie są to osady współczesne – holocenijskie piaski średnie z łem i humusem podścielone mineralnymi piaskami średnimi i żwirami z pyłami. Rozpoznana miąższość współczesnych gruntów rzecznych wynosi ok. 5,0 m. Stanowią one podłoże przepuszczalne i niewysadzinowe. Określona laboratoryjnie wskaźnik różnoziarnistości wynosi  $U = 4,0$ , przy zawartości części organicznych w gruntach przypowierzchniowych  $I_z = 1,1\%$ .

**Utwory plejstocenijskie** reprezentowane są przez *osady rzeczno-lodowcowe i rzeczne, grunty zastoiskowe, grunty wodno-lodowcowe, a także grunty morenowe.*

*Gruboziarniste grunty rzeczno-lodowcowe (RG) i rzeczne (R)* występują na wyższych poziomach terasowych oraz w dnie doliny Drwęcy, gdzie podścielają osady współczesne. Grunty te nawiercono w otw. 4, 6, 7, 9 i 10 ze stropem na głębokości 0,2-1,7 m. W ujęciu litologicznym są to piaski drobne, piaski średnie oraz piaski ze żwirem (pospółka), a ich miąższość wynosi od 1,3 do co najmniej 2,8 m. Stanowią one podłoże przepuszczalne i niewysadzinowe. Określony laboratoryjnie wskaźnik różnoziarnistości wynosi  $U = 2,9-5,3$ .

*Drobnoziarniste grunty rzeczne (R)* występują na wyższych poziomach terasowych i nawiercono je w otw. 5, 9 i 2B. Strop tych gruntów wykształcony jest na głębokości 0,6-2,2 m, a ich miąższość wynosi od 0,4 do co najmniej 0,8 m. W ujęciu litologicznym są to ły z dużą ilością piasku (piaski gliniaste) i ze żwirem (pospółka gliniasta), przewarstwione piaskiem średnim. Stanowią one podłoże słaboprzepuszczalne i wysadzinowe. Określona laboratoryjnie wilgotność naturalna wynosi  $w_n = 16,9\%$ . Grunty te tworzą podłoże wrażliwe na rozmakanie, przemarzanie i naruszenie struktury.

*Drobnoziarniste grunty zastoiskowe (GH)* rozprzestrzeniają się na wysoczyźnie morenowej i nawiercono je w otw. 1 i 2. Strop tych gruntów zalega na głębokości 1,6-2,3 m, a ich miąższość wynosi od 0,5 do co najmniej 0,7 m. Litologicznie są to pyły z piaskiem (pyły piaszczyste) stanowiące podłoże słaboprzepuszczalne i wysadzinowe. Grunty te tworzą podłoże wrażliwe na rozmakanie, przemarzanie i naruszenie struktury.

*Gruboziarniste grunty wodno-lodowcowe (GF)* występują w rejonie wysoczyzny morenowej oraz na wyższych poziomach terasowych i nawiercono je w otw. 2A, 3A, 1, 2, 3, 11, 12 i 13. Strop tych gruntów zalega na głębokości 0,2-2,5 m, a ich miąższość wynosi 0,9-1,9 m. W ujęciu litologicznym są to piaski z pyłem (piaski pylaste), piaski drobne, piaski średnie, piaski grube

i piaski ze żwirem (pospółka), z przewarstwieniami pyłów piaszczystych, ilów z pyłem (glin pylastych) oraz z domieszkami ilów z dużą ilością piasku (piasków gliniastych) i żwiru. Stanowią one podłoże przepuszczalne, a pod względem wrażliwości na przemarzanie – niewysadzinowe i wątpliwe. Określony laboratoryjnie wskaźnik różnoziarnistości wynosi  $U=1,7$ .

*Drobnoziarniste grunty morenowe (GM)* rozprzestrzeniają się na wysoczyźnie morenowej i nawiercono je w otw. 2A, 3A, 1, 2, 3 i 11. Strop tych gruntów zalega na głębokości 0,3-2,2 m, a ich miąższość wynosi 0,6-1,9 m. W ujęciu litologicznym są to ily z piaskiem (gliny piaszczyste z przewarstwieniami lub domieszkami piasków gliniastych) ze żwirem, stanowiące podłoże słaboprzepuszczalne i wysadzinowe. Określona laboratoryjnie wilgotność naturalna wynosi  $w_n=16,0\%$ . Tworzą one podłoże wrażliwe na rozmakanie i przemarzanie.

### Neogen

**Utwory pliocenu** reprezentowane są w postaci *serii ilów pstrych poznańskich akumulacji płytkomorskiej (M)*. Osady te nawiercono w otw. 4, 8, 12, 13, 1B i 2B ze stropem na głębokości 0,1-5,0 m. Powierzchnia tych osadów często posiada charakter erozyjny z ogólną tendencją do obniżania w kierunku rz. Drwęcy. W ujęciu litologicznym są to ily z przewarstwieniami ilów z pyłem (glin pylastych) i ze żwirem. Rozpoznana miąższość tych osadów wynosi 0,4-2,9 m, przy czym ich spągu w żadnym z otworów nie osiągnięto. Utwory te stanowią podłoże ekspansywne, nieprzepuszczalne, wysadzinowe i wrażliwe na zmianę warunków wilgotnościowych (zjawisko zmiany objętości: skurcz/pęcznienie). Określona laboratoryjnie ich wilgotność naturalna wynosi  $w_n=28,7\%$ .

Rozpoznaną budowę geologiczną przedstawiono na przekrojach geotechnicznych – zał. nr 4 oraz na kartach otworów badawczych – zał. nr 5.

**Czwartorzędowe piętro wodonośne** o charakterze porowym występuje w utworach piaszczysto-żwirowych pochodzenia wodno-lodowcowego, rzeczno-lodowcowego i rzeczno. Teren badań obejmuje duży obszar o bardzo różnorodnej i zmiennej budowie geologicznej, co rzutuje na dużą zmienność warunków hydrogeologicznych. Swobodne zwierciadło wód gruntowych nawiercono w otw. 4, 7, 9, 12, 13, 1B i 2B na głębokości 0,97-1,90 m. Warstwa wodonośna zbudowana jest z piasków drobnych, piasków średnich i piasków ze żwirem (pospółki), a jej miąższość wynosi 0,3-3,6 m. Określony laboratoryjnie współczynnik filtracji dla gruntów wodonośnych wg wzorów USBSC wynosi  $k=6,3-48,3$  m/d.

Niniejsze badania wykonywano w okresie średniego stanu wód gruntowych. Zasilanie wód gruntowych odbywa się przez infiltrację wód opadowych i boczny dopływ z terenów wyżej położonych. W dolinie Drwęcy zasilanie to może okresowo odbywać się także poprzez przesiąkanie wód rzecznych podczas stanów wysokich w rzece. Poziom wody w Drwęcy regulowany jest na pobliskim stopniu wodnym, a tereny równiny zalewowej są stale podtopione i narażone na zalanie wodami powodziowymi. Na zboczu o ekspozycji NW (rejon otw. nr 9 i 10) zaobserwowano występowanie wysięków wód gruntowych na stropie ilów neogeńskich, bądź glin zwałowych. Ponadto możliwe jest okresowe pojawianie się wód zawieszonych w kopalnych zagłębieniach, wykształconych w słaboprzepuszczalnych osadach spoistych.

## **VI. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA GRUNTÓW**

Na terenie badań występują zmienne warunki gruntowo-wodne, o zróżnicowanych właściwościach fizyczno-mechanicznych podłoża. Grunty te należą zgodnie z normą PN-EN ISO

14688-1:2018 do gruntów rodzimych mineralnych (drobno- i gruboziarnistych), gruntów organicznych, a także nasypów niebudowlanych.

Podłoże gruntowe podzielono na warstwy geotechniczne na podstawie genezy, rodzaju i stanu (konsystencji) gruntów. Wartości parametrów geotechnicznych określono dla gruntów mineralnych rodzimych na podstawie badań polowych oraz doświadczenia porównywalnego. Za parametr wiodący dla gruntów piaszczystych przyjęto stopień zagęszczenia  $I_D$ . Dla gruntów spoistych określono stopień plastyczności  $I_L$  oraz wilgotność. Pozostałe parametry geotechniczne wyprowadzono na podstawie zależności korelacyjnych wg norm i literatury.

W **warstwie I** ujęto gruboziarniste grunty rzeczne, rzeczno-lodowcowe i wodnolodowcowe. Ze względu na zróżnicowaną litologię podzielono je na 2 warstwy.

#### **Warstwa Ia**

Ujęto tu piaski z pyłem (piaski pylaste), piaski drobne i piaski średnie z przewarstwieniami iłów z pyłem (glin pylastych) i pyłów z piaskiem (pyłów piaszczystych) z iłem z piaskiem (domieszki piasków gliniastych) i żwirem w stanie średniozagęszczonym. Grunty te stanowią podłoże nośne, o wyprowadzonej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 0,50$ .

#### **Warstwa Ib**

Ujęto tu piaski grube i piaski ze żwirem (pospółka) przewarstwione piaskiem średnim w stanie średniozagęszczonym. Grunty te stanowią podłoże nośne, o wyprowadzonej wartości stopnia zagęszczenia  $I_D = 0,50$ .

W **warstwie II** ujęto drobnoziarniste, słaboprzepuszczalne, wysadzinowe grunty rzeczne, które zgodnie z PN-81/B-03020 zalicza się do grupy konsolidacyjnej „C”. Są to ły z dużą ilością piasku (piaski gliniaste) i ze żwirem (pospółka gliniasta) oraz pyły z piaskiem i humusem przewarstwione piaskiem średnim o konsystencji plastycznej i twardoplastycznej. Grunty te stanowią podłoże podatne na odkształcanie, o wyprowadzonej wartości stopnia plastyczności  $I_L = 0,35$ .

W **warstwie IIIa** ujęto drobnoziarniste, słaboprzepuszczalne, wysadzinowe grunty zastoiskowe, które zgodnie z PN-81/B-03020 zalicza się do grupy konsolidacyjnej „C”. Są to pyły z piaskiem (pyły piaszczyste) o konsystencji twardoplastycznej. Grunty te stanowią podłoże nośne, o wyprowadzonej wartości stopnia plastyczności  $I_L = 0,15$ .

W **warstwie IIIb** ujęto drobnoziarniste, słaboprzepuszczalne, wysadzinowe grunty morenowe, które zgodnie z PN-81/B-03020 zalicza się do grupy konsolidacyjnej „B”. Są to ły z piaskiem (gliny piaszczyste z przewarstwieniami lub domieszkami piasków gliniastych) ze żwirem, o konsystencji twardoplastycznej. Grunty te stanowią podłoże nośne, o wyprowadzonej wartości stopnia plastyczności  $I_L = 0,20$ .

W **warstwie IIIc** ujęto drobnoziarniste, słaboprzepuszczalne, wysadzinowe grunty morenowe, które zgodnie z PN-81/B-03020 zalicza się do grupy konsolidacyjnej „B”. Są to ły z piaskiem (gliny piaszczyste z domieszkami piasków gliniastych), o konsystencji plastycznej. Grunty te stanowią podłoże podatne na odkształcanie, o wyprowadzonej wartości stopnia plastyczności  $I_L = 0,35$ .

W **warstwie IV** ujęto drobnoziarniste, nieprzepuszczalne, wysadzinowe grunty akumulacji płytkomorskiej (serię iłów pstrych poznańskich), które zgodnie z PN-81/B-03020 zalicza się do grupy konsolidacyjnej „D”. Są to ekspansywne, wysoko pęczniejące ily z przewarstwieniami iłów z pyłem (glin pylastych) i ze żwirem, o konsystencji twardoplastycznej. Grunty te stanowią podłoże nośne, o wyprowadzonej wartości stopnia plastyczności  $I_L = 0,05$ .

## VII. USTALENIA I WNIOSKI

1. Na podstawie analizy wykonanych badań stwierdza się, że na trasie projektowanego wodociągu występują zróżnicowane warunki gruntowo-wodne. Obraz budowy geologicznej wraz z poziomem wód gruntowych przedstawiono na przekrojach geotechnicznych.
2. Zgodnie z kryteriami Rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. na terenie badań występują proste i złożone warunki gruntowe. Proste warunki gruntowe występują na terenach, gdzie posadowienie wodociągu projektuje się na terenach płaskich, na gruntach nośnych, powyżej zwierciadła wody gruntowej. Złożone warunki gruntowe występują na terenach, gdzie posadowienie sieci projektuje się poniżej zwierciadła wody gruntowej, terenach nachylonych oraz z możliwymi gruntami słabonośnymi w poziomie posadowienia oraz w dolinie Drwęcy.
3. Podłoże nośne stanowią:
  - *wodno-lodowcowe, rzeczno-lodowcowe i rzeczne* piaski z pyłem (piaski pylaste), piaski drobne i piaski średnie z przewarstwieniami iłów z pyłem (glin pylastych) i pyłów z piaskiem (pyłów piaszczystych) z ıłem z piaskiem (domieszki piasków gliniastych) i ıwirem w stanie ıredniozagęszczonym **warstwy Ia**, a także piaski grube i piaski ze ıwirem (pospółka) w stanie ıredniozagęszczonym **warstwy Ib**,
  - *zastoiskowe* pyły z piaskiem (pyły piaszczyste) o konsystencji twardoplastycznej **warstwy IIIa**,
  - *morenowe* ıły z piaskiem (gliny piaszczyste z przewarstwieniami lub domieszkami piasków gliniastych) ze ıwirem, o konsystencji twardoplastycznej **warstwy IIIb**,
  - *płytkomorskie* ıły z przewarstwieniami ıłów z pyłem (glin pylastych) i ze ıwirem, o konsystencji twardoplastycznej **warstwy IV**.
4. Podłoże podatne na odkształcanie stanowią:
  - *rzeczne* ıły z dużą ilością piasku (piaski gliniaste) i ze ıwirem (pospółka gliniasta) przewarstwione piaskiem ırednim o konsystencji plastycznej i twardoplastycznej **warstwy II**,
  - *morenowe* ıły z piaskiem (gliny piaszczyste z domieszkami piasków gliniastych), o konsystencji plastycznej **warstwy IIIc**.
5. Podłoże słabonośne stanowią: gleba (grunty organiczne), grunty deluwialne i współczesne piaski rzeczne w stanie ıredniozagęszczonym i luźnym.
6. Podłoże niejednorodne stanowią grunty antropogeniczne (nasypy niekontrolowane).
7. Na badanym terenie rozpoznano warunki występowania czwartorzędowego piętra wodonośnego. W dolinie Drwęcy poziom wód gruntowych jest ściśle związany z poziomem wody w rzece. Szczegółowy opis warunków hydrogeologicznych przedstawiono w rozdz. V.

8. Wyinterpretowany układ warstw geotechnicznych przedstawiono na przekrojach – zał. nr 4. Obraz ten należy traktować jako poglądowy i mieć na uwadze, że rzeczywisty układ jest bardziej zróżnicowany.
9. Ustalone właściwości fizyczno-mechaniczne oraz wyprowadzone wartości danych geologiczno-inżynierskich zestawiono w tabeli na zał. nr 8.
10. Z analizy warunków gruntowych i projektowanej głębokości posadowienia wodociągu wynika, że na przeważającej części terenu grunty słabonośne występują powyżej poziomu posadowienia sieci. Niemniej jednak lokalnie grunty słabonośne mogą wystąpić w poziomie posadowienia. W takim przypadku nasypy niekontrolowane, grunty organiczne, rozmoczone (miękkoplastyczne) grunty spoiste należy wymienić na nasyp budowlany lub wykonać ich wzmocnienie, np. dodatkową warstwą podsypki piaskowo-żwirowej, geosyntetykami itp. W przypadku stwierdzenia piasków lub pospółek w stanie luźnym grunty te należy mechanicznie dogłęścić (nr rejon otw. 7) do głębokości min. 0,5 m poniżej dna wykopu.
11. Podczas budowy sieci wodociągowej na niektórych odcinkach może wystąpić potrzeba okresowego obniżenia zwierciadła wody gruntowej. Metodę sposobu odwodnienia należy dostosować do lokalnych warunków geologicznych.
12. Szczególną uwagę przy projektowaniu i wykonywaniu sieci wodociągowej należy zwrócić w rejonie zboczy doliny Drwęcy. Niezależnie od głębokości posadowienia należy tu projektować wykopy rozparte. Szczególnie w części lewobrzeżnej (rejon Krobi) występują tereny o predyspozycjach do powstania osuwisk. Zbocze w rejonie otw. nr 9-10 zbudowane jest z iłów plioceńskich oraz gruntów morenowych i występują na nim wysięki wód gruntowych, stanowiące jedną z przyczyn rozwoju procesów osuwiskowych. Należy tu zwrócić szczególną uwagę na dobre zabezpieczenie wykopów przed oddziaływaniem wód opadowych i gruntowych, a zasypkę wykopów wykonać z uwzględnieniem potrzeby zachowania stateczności tych terenów oraz odprowadzenia wód gruntowych z wykopów.
13. Podczas realizacji robót ziemnych zaleca się wykonywać kontrolne badania geotechniczne w celu potwierdzenia zgodności rzeczywistych warunków gruntowo-wodnych z założeniami dokumentacji projektowej oraz sprawdzenia poprawności wykonania zasypek wykopów.
14. Głębokość przemarzania gruntu w rejonie badań wynosi  $h_z=1,0$  m p.p.t.

Opracował:

.....  
mgr inż. T. Szczuczko