

DOKUMENTACJA BADAŃ PODŁOŻA GRUNTOWEGO I OPINIA GEOTECHNICZNA

*dla projektowanej rozbudowy drogi powiatowej nr 2911C
Brześć Kujawski – Humlin od km 1+696 do 6+896*

Zamawiający:

Biuro Projektowe
Renata Krajczewska-Jędrusiak
ul. Żwirki i Wigury 9/1
87-840 Lubień Kujawski

Opracowali:

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

.....
mgr *Dominika Finc*

Kierownik:

.....
mgr inż. *Tatiana Szczuczko*

Toruń, wrzesień 2024 r.

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI.....	2
I. WSTĘP	3
II. ZAKRES PRAC	3
1. <i>Prace geodezyjne.....</i>	3
2. <i>Prace polowe.....</i>	3
3. <i>Badania laboratoryjne</i>	4
4. <i>Prace kameralne</i>	4
III. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI WODNE	4
IV. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA GRUNTÓW.....	5
V. USTALENIA i OPINIA GEOTECHNICZNA.....	7

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 i dynamiczno-obrotową SLVT
7. Wyprowadzone wartości danych geotechnicznych
8. Oznaczenia składu granulometrycznego
9. Oznaczenia wilgotności naturalnej i zawartości części organicznych

I. WSTĘP

Niniejszą dokumentację z opinią opracowano na podstawie:

- zlecenia Zamawiającego,
- Zarządzenia nr 31 GDDKiA z dnia 16 czerwca 2014 r. w sprawie *Katalogu typowych konstrukcji nawierzchni podatnych i półsztywnych*,
- Rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, poz. 463),
- Instrukcji badań podłoża gruntowego budowli drogowych i mostowych, wyd. IBDiM, cz. I i II, Warszawa 1998,
- 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 rozbudowy drogi powiatowej nr 2911C relacji Brześć Kujawski – Humlin w km od 1+696 do 6+896, pow. włocławski, woj. kujawsko-pomorskie.

Projektowane drogi zaliczają się do I kategorii geotechnicznej.

W ramach inwestycji planuje się rozbudowę drogi powiatowej o długości 5,2 km na odcinku od granic miasta Brześć Kujawski na północy do skrzyżowania dróg powiatowych nr 2911C i 2913C na południu w msc. Humlin, gm. Włocławek. Droga ta posiada nawierzchnię asfaltową z licznymi ubytkami i przebiega przez tereny rolnicze z polami uprawnymi i rozproszoną zabudową gospodarską. Powierzchnia terenu jest urozmaicona, a rzędne nawierzchni drogi zawierają się w przedziale 86,6-92,9 m n.p.m. Wody opadowe i roztopowe przeważnie spływają po powierzchni zgodnie z nachyleniem terenu a częściowo infiltrują w podłoże zasilając wody gruntowe.

II. ZAKRES PRAC

1. Prace geodezyjne

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

2. Prace polowe

W ramach prac polowych, w dniu 20 września 2024 r. wykonano 10 otworów badawczych o głębokości 2,0-3,0 m, łącznie 23,0 mb. wierceń. W lokalizacji każdego otworu wykonano przewiert w celu określenia warstw konstrukcyjnych nawierzchni drogi. Ponadto wykonano 2 badania sondą dynamiczną lekką DPL oraz 1 badanie sondą dynamiczno-obrotową SLVT. Wiercenia i sondowania wykonano zgodnie z wytycznymi PN-B-04452:2002 oraz PN-EN 1997-2: Eurokod 7.

W czasie wierceń prowadzono obserwacje i pomiary głębokości wody gruntowej. Badaniom makroskopowym poddano urobek z każdej warstwy geologicznej, nie rzadziej niż co 1 mb. wiercenia. W toku badań określono rodzaj gruntu, domieszki lub przewarstwienia, barwę, wilgotność i stan/konsystencję. Po zakończeniu wierceń otwory zasypiano urobkiem.

3. Badania laboratoryjne

Do badań laboratoryjnych pobrano 2 próby NU gruntów gruboziarnistych i organicznych klasy B/4 oraz 5 prób NW klasy B/3 gruntów drobnoziarnistych i organicznych.

- na próbkach gruntów gruboziarnistych oraz jednej próbce gruntów drobnoziarnistych wykonano przesiewy metodą sitową w celu oznaczenia składu granulometrycznego, współczynników filtracji k oraz wskaźników różnoziarnistości $U (C_u)$,
- na 4 próbkach gruntów organicznych oznaczono zawartość części organicznych metodą strat przy prażeniu I_z ,
- na 5 próbkach NW oznaczono wilgotność naturalną w_n .

Badania laboratoryjne wykonywano zgodnie z procedurami PN-88/B-04481, a wyniki przedstawiono na zał. nr 8 i 9.

4. Prace kameralne

Objęły one analizę wyników badań polowych, laboratoryjnych oraz graficzne i tekstowe opracowanie dokumentacji.

III. BUDOWA GEOLOGICZNA I WARUNKI WODNE

Teren badań położony jest w północnej części mezoregionu Pojezierza Kujawskie, wchodzącego w skład makroregionu Pojezierze Wielkopolskie. Pod względem geomorfologicznym analizowana droga przebiega przez wysoczyznę morenową płaską, której powierzchnia urozmaicona jest przez zagłębienia wytopiskowe oraz dolinki uchodzące do rynny polodowcowej rz. Zgłowiączki.

Do głębokości rozpoznanej wierceniami występują grunty czwartorzędowe: holocenijskie i plejstocenijskie.

Grunty holocenijskie wykształcone są w postaci gruntów antropogenicznych (nasypów budowlanych i niekontrolowanych) i gruntów organicznych.

Grunty antropogeniczne A zalegają pod nawierzchnią drogi na głębokości 5-36 cm, w rejonie otw. nr 2-3, 5-10. W rejonie otw. nr 2-4, 8-10 są to gruboziarniste grunty nasypowe, złożone z mieszaniny piasku, żwiru i humusu (piaski drobne, piaski średnie, pospółki i lokalnie pospółki próchniczne), które stanowią podłoże przepuszczalne i przeważnie niewysadzinowe. W rejonie otw. nr 5-6 występują drobnoziarniste grunty nasypowe, które złożone są z mieszaniny iłu, piasku i humusu (piaski gliniaste, gliny piaszczyste z domieszkami humusu), stanowiących podłoże słaboprzepuszczalne i wysadzinowe. Miąższość nasypów waha się od 0,1 do 1,4 m. Z uwagi na obecność przepustów i podziemną infrastrukturę techniczną lokalnie miąższość nasypów może się różnić od rozpoznanej.

Grunty organiczne rozprzestrzeniają się pod nasypami i deluwiami w rejonie otw. 5-6 i 9-10, na głębokości 0,5-1,7 m. W ujęciu litologicznym jest to humus z iłem i piaskiem (piaski gliniaste próchniczne, gliny piaszczyste próchniczne i namuły gliniaste), których miąższość waha się od 0,2 do 0,8 m. Grunty organiczne stanowią podłoże słaboprzepuszczalne i wysadzinowe, o określonej laboratoryjnie dla namulów wilgotności naturalnej $w_n = 45,2\%$ i stratach przy prażeniu $I_z = 12,1\%$.

Grunty holocenijsko-plejstocenijskie wykształcone są w postaci gruntów deluwialnych, które zostały nawiercone w rejonie otw. nr 4, 5 i 7 na głębokości 0,3-0,5 m. W ujęciu litologicznym są to przepuszczalne i niewysadzinowe piaski drobne z domieszkami piasków średnich i humusu oraz

słaboprzepuszczalne i wysadzinowe ropy z dużą ilością piasku (piaski gliniaste) z humusem. Miąższość gruntów deluwialnych waha się od 0,3 do 1,2 m.

Grunty plejstocénskie reprezentowane są przez gruboziarniste *grunty wodnolodowcowe* oraz drobnoziarniste *grunty morenowe*.

Grunty wodnolodowcowe GF rozprzestrzeniają się pod nawierzchnią drogi, utworami nasypowymi i gruntami morenowymi w rejonie otw. nr 1-3 i 6 na głębokości 0,4-2,6 m. Są to piaski drobne i średnie, których miąższość waha się od 0,3 do co najmniej 1,0 m. Grunty wodnolodowcowe stanowią podłoże przepuszczalne, niewysadzinowe, równomiernie uziarnione.

Grunty morenowe GM stanowią dominujące podłoże na omawianym terenie, którego strop zalega na głębokości 0,4-2,5 m. W ujęciu litologicznym są to ropy z piaskiem, pyłem i węglanem wapnia (gliny piaszczyste i gliny zwięzłe z domieszkami piasków średnich i węglanu wapnia). Miąższość glin morenowych waha się od 0,3 m w rejonie otw. nr 6 do ponad 1,6 m w rejonie otw. nr 8. Stanowią one podłoże słaboprzepuszczalne i wysadzinowe, o określonej laboratoryjnie wilgotności naturalnej $w_n = 13,1-14,5\%$.

Woda gruntowa występuje w gruntach wodnolodowcowych, w postaci I czwartorzędowej warstwy wodonośnej, nawierconej w otw. 6. Prowadzi ona wody o zwierciadle napiętym, które w okresie badań stabilizowało się na głębokości 1,66 m, tj. na rzędnej ok. 84,94 m n.p.m. Ponadto woda gruntowa obecna jest w postaci sączeń w obrębie gruntów morenowych i organicznych. Na sączenia te natrafiono w otw. 2, 5, 9 i 10, na głębokościach 1,3-2,3 m. Po długotrwałych opadach deszczu oraz po roztopach wiosennych sączenia te mogą występować na większym obszarze i charakteryzować się większą intensywnością.

Niniejsze badania prowadzono latem, w okresie obniżonego stanu wód gruntowych. Zasilanie wód gruntowych odbywa się przez infiltrację wód opadowych. Regionalny przepływ wód gruntowych odbywa się w kierunku zachodnim do doliny rz. Zgłowiączka.

IV. CHARAKTERYSTYKA GEOTECHNICZNA GRUNTÓW

Grunty stwierdzone w dokumentowanym podłożu należą, zgodnie z normą PN-EN ISO 14688-1:2018 do gruntów naturalnych mineralnych (drobnoziarnistych i gruboziarnistych), gruntów organicznych oraz gruntów antropogenicznych (nasypy kontrolowane i niekontrolowane).

Wartości parametrów geotechnicznych określono na podstawie badań polowych, laboratoryjnych oraz doświadczenia porównywalnego. Dla gruntów gruboziarnistych na podstawie badań sondą dynamiczną DPL obliczono stopień zagęszczenia I_D wg wzorów PN-B-04452:2002 (wartość niemianowana na zał. nr 6 i 7) oraz PN-EN 1997-2 (wartość procentowa na zał. nr 5 i 7). Dla gruntów drobnoziarnistych określono stopień plastyczności I_L na podstawie badań laboratoryjnych, makroskopowych i zależności korelacyjnych z wilgotnością naturalną. Ponadto dla gruntów drobnoziarnistych, przy użyciu sondy SLVT, określono maksymalną wytrzymałość na ścinanie τ_{max} (c_{fv}). Na podstawie wartości pomierzonych, po zastosowaniu współczynnika poprawkowego $\mu = 0,8$, określono wartość wytrzymałości na ścinanie bez odpływu c_u . Pozostałe parametry geotechniczne wyprowadzono na podstawie zależności korelacyjnych wg norm i literatury.

W **warstwie NP** ujęto przepuszczalne, przeważnie niewysadzinowe, nasypowe i deluwialne grunty gruboziarniste w postaci piasków ze żwirem i humusem (piaski drobne, piaski średnie, pospółki i pospółki próchniczne z domieszkami humusu) w stanie zagęszczonym. Występują one w rejonie otw. 2-4 i 8-10 na głębokości 5-34 cm, a ich miąższość wynosi ok. 0,1-1,4 m. Grunty warstwy NP stanowią podłoże nośne, o charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,70$ (wg PN-EN $I_D = 55\%$), które zalicza się do **grupy nośności podłoża G1**.

W **warstwie NS** ujęto słaboprzepuszczalne, wysadzinowe, nasypowe i deluwialne grunty drobnoziarniste w postaci ilów z piaskiem i humusem (gliny piaszczyste i piaski gliniaste z domieszkami piasków drobnych i humusu) w stanie twardoplastycznym. Występują one w rejonie otw. 5-7 na głębokości 0,3-0,4 m, a ich miąższość wynosi ok. 0,4-1,4 m. Grunty warstwy NS stanowią podłoże nośne, ale podatne na odkształcanie i rozmakanie, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L = 0,20$ (wg PN-EN wskaźnik konsystencji $I_c = 0,80\%$). Wymagają one **indywidualnego projektowania**.

W **warstwie O** ujęto naturalne grunty organiczne złożone z humusu z ilem i piaskiem (namuły gliniaste, gliny piaszczyste próchniczne i gliny piaszczyste próchniczne) w stanie twardoplastycznym i plastycznym. Występują one w rejonie otw. 5-6 i 9-10 na głębokości 0,5-1,7 m, a ich miąższość waha się od 0,2 do 0,8 m. Grunty te stanowią podłoże częściowo skonsolidowane, słabonośne, o nietrwałej strukturze, podatne na osiadanie.

W **warstwie I** zestawiono naturalne (rodzime), przepuszczalne, niewysadzinowe gruboziarniste grunty wodnolodowcowe – piaski drobne i średnie w stanie średniozagęszczonym. Występują one w rejonie otw. 1-3 i 6, na głębokości 0,4-2,6 m, a ich miąższość wynosi 0,3-1,0 m. Grunty warstwy I stanowią podłoże nośne, o charakterystycznej wartości stopnia zagęszczenia $I_D = 0,50$ (wg PN-EN $I_D = 41\%$), które zalicza się do **grupy nośności podłoża G1**.

W **warstwie II** zestawiono słaboprzepuszczalne i wysadzinowe grunty morenowe, które z uwagi na zmienną konsystencję podzielono na 2 warstwy. W strefie przypowierzchniowej stan tych gruntów ulega zmianom sezonowym, w okresie roztopów wiosennych lub po długotrwałych opadach deszczu ulegają one uplastycznianiu, natomiast w okresie suszy – usztywnianiu.

Warstwa IIa

Zestawiono tu iły z piaskiem, pyłem i węglanem wapnia (gliny zwięzłe i gliny piaszczyste z domieszką węglanu wapnia) w stanie twardoplastycznym. Występują one na głębokości 0,4-2,3 m, a ich miąższość waha się od 0,3 do ponad 1,6 m. Grunty warstwy IIa stanowią podłoże nośne, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L = 0,20$, wskaźnik konsystencji $I_c = 0,80$ i bardzo wysokiej wytrzymałości na ścinanie $c_u = 170-218$ kPa. Zalicza się je do **grupy nośności podłoża G4**.

Warstwa IIb

Zestawiono tu iły z piaskiem (gliny piaszczyste z domieszką piasków średnich) w stanie plastycznym. Występują one lokalnie, w rejonie otw. nr 6 na głębokości 2,3 m, a ich miąższość wynosi ponad 0,3 m. Grunty warstwy IIb stanowią podłoże nośne, lecz podatne na odkształcanie, o charakterystycznej wartości stopnia plastyczności $I_L = 0,35$ (wg PN-EN wskaźnik konsystencji $I_c = 0,65$). Wymagają one **indywidualnego projektowania**.

W tabeli w zał. nr 7 zestawiono wyprowadzone wartości danych geotechnicznych. Parametry te mogą stanowić wartości charakterystyczne.

W lokalizacji wszystkich otworów stwierdzono następujący układ warstw konstrukcyjnych i podłoża gruntowego:

Numer otworu	Nawierzchnia		Podbudowa		Podłoże gruntowe do 1,0 m		
					Rodzaj		Warstwa geotechniczna – grupa nośności
	Rodzaj	Grubość [cm]	Rodzaj	Grubość [cm]	PN-EN ISO 14688-1-2:2018	PN-B-02480:1986	
1	Asfalt	5	Tłuczeń	31	FSa; saCl	Pd; Gp	I-G1; IIa-G4
2	Asfalt	5	NB (PoH), Tłuczeń	21	Mg (FSa)	NB(Pd)	NP-G1
3	Asfalt	4	Tłuczeń	16	Mg(msaFSa), saCl	NB(Pd+Ps), Gp	NP-G1; IIa-G4
4	Asfalt	5	Tłuczeń, żużel	29	humsaFSa; saCl	Pd+Ps+H; Gp	NP-G1; IIa-G4
5	Asfalt	5	Tłuczeń, żużel	25	Mg(saCl); hufsaCl	NB(Gp); Pg+Pd+H	NS-ind.proj.
6	Asfalt	6	Tłuczeń, PsH	30	Mg(husaCl); Mg(saCl); Mg(husaCl)	NN(Pg+H); NB(Gp); NB(Gp+H)	NS-ind.proj.
7	Asfalt	4	Tłuczeń	24	hufsaCl; saCl	Pg+Pd+H; Gp	NS-ind.proj.; IIa-G4
8	Asfalt	4	Tłuczeń	26	Mg(MSa); saCl	NB(Ps); Gp	NP-G1; IIa-G4
9	Asfalt	5	Tłuczeń	23	Mg(MSa)	NB(Ps)	NP-G1
10	Asfalt	4	Tłuczeń	10	Mg(grSa); Mg(FSa); saclHu; saCl	NB(Po); NB(Pd); PgH; Gp	NP-G1; NS-ind.proj.; IIa-G4

Ostateczną decyzję o zaliczeniu podłoża gruntowego do grupy nośności podejmie Projektant, po analizie wyników niniejszych badań.

V. USTALENIA I OPINIA GEOTECHNICZNA

- Na podstawie analizy wyników badań stwierdza się, że wzdłuż drogi występują zmienne warunki gruntowo-wodne, oceniane jako przeważnie średnio korzystne dla potrzeb realizacji przedmiotowego zadania.
- Zgodnie z kryteriami *Rozporządzenia MTBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r.* na terenie badań przeważnie występują proste warunki gruntowe, a jedynie lokalnie w rejonie otw. 5, 6 i 9 warunki te określa się jako złożone, z uwagi na obecność słabonośnych gruntów organicznych pod nasypem korpusu drogowego.
- Droga powiatowa nr 2911C ma nawierzchnię z asfaltu o grubości 4-6 cm, wylanego na podbudowie z tłucznia, żużlu, piasku i żwiru z humusem o grubości 10-31 cm. Obecnie nawierzchnia drogi jest w przeciętnym stanie technicznym, posiada liczne ubytki i uszkodzenia.

4. W rejonie otw. nr 1-4 i 8-10 pod nawierzchnią drogi występują przepuszczalne, niewysadzinowe, nasypowe i naturalne (rodzime) grunty piaszczysto-żwirowe w stanie zagęszczonym **warstw NP** i średniozagęszczonym **warstwy I**, o miąższości ok. 0,1-1,4 m. Stanowią one podłoże nośne, zaliczone do grupy nośności **G1**.
5. W rejonie otw. nr 5-7 pod nawierzchnią drogi występują słaboprzepuszczalne i wysadzinowe, nasypowe i naturalne (rodzime) grunty ilasto-piaszczyste w stanie plastycznym i twardoplastycznym **warstwy NS** oraz grunty organiczne **warstwy O**, które **wymagają indywidualnego projektowania**.
6. Na przeważającym obszarze, pod warstwą gruntów nasypowych, organicznych i deluwialnych zalegają słaboprzepuszczalne i wysadzinowe grunty morenowe w stanie twardoplastycznym **warstwy IIa**, które zalicza się do grupy nośności podłoża **G4**. Lokalnie, w rejonie otw. nr 9 są to grunty morenowe w stanie plastycznym **warstwy IIb**.
7. W rejonie otw. nr 1 i 2 pod nawierzchnią jezdni i nasypami zalegają przepuszczalne, niewysadzinowe piaski wodnolodowcowe w stanie średniozagęszczonym **warstwy I**, które zalicza się do grupy nośności podłoża **G1**.
8. **Warstwę wodonośną** o zwierciadle napiętym nawiercono w otw. 6, gdzie występuje w piaskach wodnolodowcowych na głębokości 2,6 m. Stabilizacja ZWG nastąpiła na głębokości 1,66 m, tj. na rzędnej ok. 84,94 m n.p.m. W pozostałych otworach do głębokości wierceń nie stwierdzono wód gruntowych w postaci warstwy wodonośnej, a jedynie w rejonie otw. nr 2, 5, 9 i 10 stwierdzono sączenia śródglinne na głębokościach 1,3-2,3 m.
9. Na przeważającej części drogi w strefie przypowierzchniowej dominują grunty słaboprzepuszczalne, które wymagają zabezpieczenia przed oddziaływaniem wód i przemarzaniem. Przy projektowaniu odwodnienia drogi należy brać pod uwagę obecność lokalnych dużych spadków terenu oraz zagłębień bezodpływowych, w których będzie się okresowo gromadzić woda opadowa lub z roztopów.
10. Podczas robót ziemnych grunty drobnoziarniste należy chronić przed uplastycznianiem i rozmakaniem. Lokalnie mogą występować niezinwentaryzowane grunty słabe, wymagające wymiany lub wzmocnienia.
11. Na zał. nr 7 zestawiono wyprowadzone wartości danych geotechnicznych, które mogą stanowić wartości charakterystyczne.
12. Głębokość przemarzania gruntu w rejonie badań wynosi $h_z = 1,0$ m p.p.t.

Opracował:

.....
mgr inż. T. Szczuczko