

GEOSTANDARD



**Przedsiębiorstwo Podstawowych Badań i Robót
Geotechnicznych Sp. z o.o.**

Siedziba: ul. Biała 22, 54-044 WROCŁAW

Biuro: ul. Gęsia 24, 51-419 WROCŁAW

NIP: 894-00-06-959 REGON: 008215088
PKO BP III O/WROCŁAW 37 1020 5242 0000 2402 0125 8565

tel/fax/kom:
0 71-354-32-12
0 71-356-90-06
0 603-999-865
0 601-89-26-46

CERTYFIKAT SYSTEMU JAKOŚCI - ISO 9001:2001 W ZAKRESIE GEOTECHNIKI I GEOLOGII NR PW-0110402

Zleceniodawca:

**DRO - INSTAL
PRACOWNIA PROJEKTOWANIA
I NADZORU
ul. Świdnicka 24
58-200 Dzierżoniów**

***Dokumentacja geotechniczna
warunków gruntowo-wodnych podłoża
pod projektowaną kanalizację sanitarną w gminie Borów – etap III***

Lokalizacja: Piotrków Borowski, Borów, Bartoszowa,
Boreczek, Kojęcín, Borek Strzełiński
gmina Borów
woj. dolnośląskie

Opracowanie:

mgr Anna Pletruniewicz

mgr inż. Mariusz Szczurek

*mgr inż. Janusz Szczurek
Upr. CUG 07 522*

Prezes:
mgr inż. Janusz Szczurek

Wrocław, wrzesień 2007

SPIS TREŚCI

1. Wstęp
2. Lokalizacja terenu badań
3. Cel wykonywanych badań
4. Zakres wykonywanych prac
 - 4.1. Prace terenowe
 - 4.2. Prace laboratoryjne
 - 4.3. Prace kameralne
5. Budowa geologiczna
6. Geologiczno-inżynierska charakterystyka gruntów
7. Warunki hydrogeologiczne
 - 7.1. Własności filtracyjne gruntów
8. Kategorie gruntów pod względem trudności ich odspajania
9. Wnioski

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- Załącznik nr 1.** Plany sytuacyjne
- Załącznik nr 2.** Profile analityczne otworów geotechnicznych w skali 1:100
- Załącznik nr 3.** Analizy sitowe
- Załącznik nr 4.** Analizy sitowo - pipetowe
- Załącznik nr 5.** Badania granic konsystencji
- Załącznik nr 6.** Badania zawartości części organicznych

1. Wstęp

Podstawą opracowania niniejszej dokumentacji jest :

Zlecenie z dnia 18 lipca 2007 roku od PRACOWNI PROJEKTOWANIA I NADZORU DRO-INSTAL z siedzibą w Dzierżoniowie przy ulicy Świdnickiej 24.

W opracowaniu wykorzystano:

- PN-81/B-03020. Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli.
- PN-86/B-02480. Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- PN-88/B-04481. Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- BN-72/8932-01. Grunty drogowe i kolejowe. Roboty ziemne.
- PN-B-02481:1998. Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar.
- PN-B-02479:1998. Geotechnika. Dokumentowanie geotechniczne.
- PN-B-06050:1999. Geotechnika. Roboty ziemne. Wymagania ogólne.

2. Lokalizacja terenu badań

Projektowana inwestycja położona jest w południowej części województwa dolnośląskiego, w gminie Borów i przebiegać będzie przez Piotrków Borowski, Borów, Bartoszewą, Boreczek, Kojęcín i Borek Strzełiński. Pod względem fizjograficznym teren badań położony jest na Nizinie Śląskiej, w mezoregionie – Równiny Wrocławskiej.

3. Cel wykonywanych badań

Celem prac badawczych było:

- rozpoznanie budowy geologicznej,
- określenie parametrów geotechnicznych dla wyznaczonych warstw geotechnicznych,
- określenie miąższości i rodzaju warstw wodonośnych.

4. Zakres wykonanych prac

Zakres prac obejmował wykonanie:

- prac terenowych,
- prac laboratoryjnych,
- prac kameralnych.

4.1. Prace terenowe

- **Wiercenia badawcze-geologiczne** wykonano sprzętem mechanicznym – wiertnicą UGB. Łącznie wykonano 32 odwierty, w tym:
 - 4 odwierty w Bartoszewej (otwory BA-I ÷ BA-IV) do głębokości 2.00 – 4.50 m p.p.t.,
 - 5 odwiertów w Borku Strzełińskim (otwory BS-I - BS-V) do głębokości 1.60 – 3.50 m p.p.t.,
 - 3 odwierty w Boreczku (otwory BO-I ÷ BO-IV) do głębokości 2.00 – 4.00 m p.p.t.,
 - 11 odwiertów w Borowie (otwory B-I ÷ B-XI) do głębokości 1.50 – 5.00 m p.p.t.,

- 3 odwierty w Kojęcinie (otwory K-I ÷ K-III) do głębokości 2.50 – 4.00 m p.p.t.,
- 6 odwiertów w Piotrkowie Borowskim (otwory PB-I ÷ PB-VI) do głębokości 1.60 – 4.00 m p.p.t.

Łączny metraż wykonanych wierceń wynosi 96.40 mb.

Głębokość poszczególnych otworów zestawiono w Tabeli nr 1, natomiast lokalizację otworów geologicznych przedstawiono na planach sytuacyjnych (Załącznik nr 1);

Numer otworu	Rzędna terenu [m n.p.m.]	Głębokość otworu [m p.p.t.]
BARTOSZOWA		
BA - I	141.10	4.00
BA - II	141.70	2.50
BA - III	143.50	2.00
BA - IV	141.30	4.50
BOREK STRZELIŃSKI		
BS - I	154.60	1.60
BS - II	152.40	1.60
BS - III	152.04	3.20
BS - IV	149.50	3.50
BS - V	151.50	2.00
BORECZEK		
BO - I	151.90	4.00
BO - II	156.70	3.00
BO - III	152.18	3.00
BO - IV	154.90	2.00
BO - V	153.30	2.50
BORÓW		
B - I	143.40	5.00
B - II	143.40	3.70
B - III	139.90	2.50
B - IV	141.30	4.70
B - V	139.40	1.60
B - VI	140.04	3.50
B - VII	142.60	2.00
B - VIII	143.20	2.40
B - IX	139.40	3.80
B - X	146.90	1.50
B - XI	151.10	1.60
KOJĘCIN		
K - I	150.00	2.50
K - II	150.90	2.50
K - III	150.30	4.00
PIOTRKÓW BOROWSKI		
PB - I	145.10	4.00
PB - II	148.80	2.00
PB - III	147.10	2.50
PB - IV	144.20	1.60
PB - V	140.00	1.60
PB - VI	140.20	4.00
Łącznie		96.40 mb

- **Sondowania dynamiczne** wykonano sondą lekką typu SD-10 o końcówce stożkowej przy wybranych otworach geotechnicznych, do głębokości 1.10 – 4.20 m p.p.t. Wykresy sondowań dynamicznych zamieszczono przy poszczególnych profilach analitycznych otworów (Załącznik nr 2).

Łączny metraż sondowań wynosi 66.40 mb.

4.2. Prace laboratoryjne

Próby gruntów zgodnie z normą PN-86/B-02480, poddano badaniom laboratoryjnym. Na próbach gruntu typu NW dokonano oznaczeń niezbędnych dla określenia warunków geotechnicznych panujących w podłożu:

- analizę makroskopową gruntu ze wszystkich prób,
- analizy sitowe (Załącznik nr 3),
- analizy sitowo – pipetowe (Załącznik nr 4),
- badania granic konsystencji (Załącznik nr 5),
- badania zawartości części organicznych (Załącznik nr 6).

4.3. Prace kameralne

Na podstawie wykonanych wierceń badawczych, sondowań, badań laboratoryjnych oraz obserwacji terenowych i geodezyjnych wykonano i opracowano:

- karty dokumentacyjne otworów badawczych (Załącznik nr 2),
- wyniki badań laboratoryjnych (Załącznik nr 3, 4, 5, 6),
- tekst dokumentacji wraz z wnioskami.

5. Budowa geologiczna

Teren badań znajduje się w obrębie jednostki strukturalnej - monokliny przedsudeckiej, która zbudowana jest ze osadów permsko – mezozoicznych oraz kompleksu utworów kenozoicznych.

Na omawianym terenie, wykonanymi wierceniami w podłożu stwierdzono utwory trzeciorzędowe i czwartorzędowe.

Budowę geologiczną omawianego terenu przedstawiono na profilach analitycznych otworów (Załącznik nr 2).

BARTOSZOWA

W rejonie Bartoszowej podłoże rozpoznano do głębokości 4.50 m p.p.t. Stwierdzono tu utwory trzeciorzędowe nawiercone otworami BA-I, BA-II i BA-IV na głębokości 1.50 – 3.50 m p.p.t. i reprezentowane są przez iły. Utwory czwartorzędowe wykształcone są jako piaski gliniaste, piaski średnie zaglinione, piaski średnie próchnicze (zawartość części organicznych $l_{om} = 2.54\%$) z domieszkami żwirów oraz pospółki stwierdzone w otworach BA-I, BA -II i BA-III na głębokości 1.00 m p.p.t. Miąższość utworów piaszczystych i żwirowych wynosi 0.50 – 2.00 m. W otworze BA-IV utwory czwartorzędowe reprezentowane przez gliny próchnicze (zawartość części organicznych $2.29 < l_{om} < 2.31\%$), nawiercone na głębokości 2.00 m p.p.t., w stropie których stwierdzono pyły piaszczyste. W otworach BA-I i BA-IV na głębokości 0.50 m p.p.t. nawiercono 0.50 m warstwę glin. W strefie przypowierzchniowej, do głębokości 0.50 – 1.00 m p.p.t., w otworach BA-II, BA-III i BA-IV występują nasypy – w stropie zbudowane z gleby i piasków próchniczych oraz z glin i glin piaszczystych. W nasypach stwierdzono liczne domieszki żwiru, cegły oraz kłifca. W stropie otworu BA-I występuje 0.50 m warstwa gleby.

BOREK STRZELIŃSKI

W Borku Strzeleńskim podłoże rozpoznano 5 otworami badawczymi do głębokości 3.50 m p.p.t. Strefę przypowierzchniową buduje warstwa gleby o miąższości od 0.50 do 0.90 m. Wyjątek stanowi otwór BS-III, gdzie stwierdzono nasypy z płytami betonowymi w stropie. Nasypy o miąższości 2.00 m zbudowane są z piasków średnich oraz glin pylastych i glin piaszczystych z licznymi domieszkami betonu, żużlu, cegły, klinkera i żwiru. Pod warstwą gleby w otworach BS-I, BS-II, BS-IV i BS-V nawiercono utwory gliniaste wykształcone jako gliny, gliny pylaste i gliny piaszczyste, miejscami z domieszką żwirów, przewiercone na głębokości 3.50 m p.p.t. Jedynie w otworze BS-V omawiane utwory gliniaste podścielone są warstwą piasków gliniastych. W otworze BS-III pod warstwą nasypów nawiercono na głębokości 2.20 m p.p.t. piaski średnie.

BORECZEK

Wykonanymi wierceniami do głębokości 4.00 m p.p.t. w podłożu stwierdzono utwory piaszczyste i żwirowe – piaski średnie, piaski grube oraz pospółki, nawiercone otworami BO-I, BO-IV i BO-V na głębokości 1.00 m p.p.t. i 2.50 m p.p.t. W stropie utworów piaszczystych w otworach BO-I i BO-IV występują pyły piaszczyste i pospółki gliniaste oraz w otworze BO-I – gliny pylaste. W otworze BO-III nawiercono ponad 3.00 m warstwę glin piaszczystych, miejscami z domieszką żwirów, w której od głębokości 2.00 m p.p.t. wzrasta udział otoczków. Na omawianym terenie warstwę przypowierzchniową tworzą nasypy o miąższości od 0.20 do ponad 3.00 m w otworze BO-II. Nasypy zbudowane są z gleby, gliny, gliny piaszczystej i pyłów oraz piasków średnich i piasków drobnych z domieszkami cegły, żwiru i żużlu. Jedynie w otworze BO-III stwierdzono 0.50 m warstwę gleby ze żwirem.

BORÓW

Na terenie miasta Borów nawiercono kompleks czwartorzędowych utworów gliniastych zbudowany z różnorodnych litologicznie i genetycznie glin i przewarstwiony warstwami:

- piasków średnich zaglinionych i piasków grubych zaglinionych nawierconych w otworach B-IV, B-VIII, B-IX i B-XI na głębokości 1.00 – 1.80 m p.p.t. i przewierconymi jedynie w otworze B-IV i B-IX, gdzie ich miąższość waha się od 0.50 do 1.70 m;
- piasków pylastych, które stwierdzono tylko w otworze B-VII na głębokości 1.00 – 2.00 m p.p.t.;
- pyłów piaszczystych występujących w stropie piasków pylastych w otworze B-VII oraz na głębokości 2.00 m p.p.t. w otworze B-III;
- pospółek gliniastych stwierdzonych jedynie w otworze B-IV w przedziale głębokości od 2.00 do 3.50 m p.p.t.

Na głębokości 2.00 – 3.50 m p.p.t. otworami B-I i B-VI nawiercono stropów trzeciorzędowych, których nie przewiercono do głębokości 5.00 m p.p.t. Na omawianym terenie w rejonie otworów B-IV, B-V, B-VI, B-VII i B-VIII występują nasypy o miąższości od 0.30 do 2.00 m w otworze B-VI zbudowane głównie z glin, glin piaszczystych oraz glin próchnicznych i gleby z domieszkami cegły, piasków średnich i żwirów z fragmentami szkła. Na pozostałym terenie, w strefie przypowierzchniowej stwierdzono gleby o miąższości 0.10 – 1.00 m.

KOJĘCIN

Na terenie Kojęcina, bezpośrednio od powierzchni, w otworach K-II i K-III nawiercono 0.60 – 1.50 m nasypy zbudowane głównie z glin, glin pylastych i glin piaszczystych, natomiast w stropie z gleby. W otworze K-I warstwę przypowierzchniową tworzy gleba o miąższości 0.90 m. Na omawianym terenie dominują głównie utwory gliniaste, stwierdzone we wszystkich otworach i wykształcone jako gliny i gliny piaszczyste zwięzłe. W ich stropie, w otworze K-III stwierdzono kompleks piasków gliniastych i pospółek gliniastych o miąższości 1.90 m.

PIOTRKÓW BOROWSKI

Na terenie Piotrkowa Borowskiego pod 0.30 – 1.00 m warstwą nasypów oraz w otworach PB-II i PB-V, pod 0.30 – 0.50 m warstwą gleby nawiercono utwory gliniaste – gliny, gliny pylaste, gliny pylaste zwięzłe i gliny piaszczyste zwięzłe o miąższości od 0.70 m do ponad 1.70 m. Omawiany kompleks podścielają, w otworach PB-III i PB-VI, warstwy piaszczyste i żwirowe silnie zaglinione (pospółki gliniaste i piaski gliniaste), natomiast w otworze PB-I, ility trzeciorzędowe. Utwory te stwierdzono również w otworze PB-VI pod warstwą pospółek gliniastych i piasków gliniastych. Strop ility trzeciorzędowych na omawianym terenie występują na głębokości 1.00 – 3.00 m p.p.t.

6. Geologiczno-inżynierska charakterystyka gruntów

Podziału gruntów podłoża na odpowiednie warstwy geotechniczne dokonano na podstawie wierceń, sondowań dynamicznych, prac laboratoryjnych, stosując normy PN-86/B-02480, PN-81/B-03020, przedstawia się on następująco:

- grunty niespoiste:

- gruboziarniste – pospółki:

- **warstwa geotechniczna I** – grunty w stanie bardzo zagęszczonym przy stopniu zagęszczenia $ID > 0.85$,

- **warstwa geotechniczna Ia** – grunty w stanie zagęszczonym przy stopniu zagęszczenia $ID = 0.70$,

- średnioziarniste - piaski grube i piaski średnie:

- **warstwa geotechniczna II** - grunty w stanie bardzo zagęszczonym przy stopniu zagęszczenia $ID > 0.85$,

- **warstwa geotechniczna IIa** – grunty w stanie zagęszczonym przy stopniu zagęszczenia $ID \sim 0.70$,

- **warstwa geotechniczna IIb** – grunty w stanie średnio zagęszczonym przy stopniu zagęszczenia $ID \sim 0.60$,

- drobnoziarniste – piaski pylaste:

- **warstwa geotechniczna IIIa** - grunty w stanie zagęszczonym przy stopniu zagęszczenia $ID = 0.70$,

- **warstwa geotechniczna IIIb** – grunty w stanie średnio zagęszczonym przy stopniu zagęszczenia $ID = 0.65$

- grunty spoiste:

- stopień konsolidacji B:

- **warstwa geotechniczna B2** – pospółki gliniaste, gliny piaszczyste zwięzłe, gliny zwięzłe, gliny pylaste zwięzłe w stanie twardoplastycznym przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.20$, $IL \sim 0.15$,
- **warstwa geotechniczna B2/B3** – gliny pylaste zwięzłe w stanie twardoplastycznym na granicy plastycznego przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.25$,
- **warstwa geotechniczna B3** – pyły piaszczyste w stanie plastycznym przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.30$,

- stopień konsolidacji C:

- **warstwa geotechniczna C1** – pospółki gliniaste, piaski gliniaste, pyły piaszczyste, gliny piaszczyste, gliny, gliny pylaste, gliny piaszczyste zwięzłe w stanie zwartym i półzwartym przy stopniu plastyczności $IL \leq 0.00$,
- **warstwa geotechniczna C2** – pospółki gliniaste, piaski gliniaste, gliny pylaste w stanie twardoplastycznym przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.10$,
- **warstwa geotechniczna C2/C3** – piaski gliniaste i gliny pylaste zwięzłe w stanie twardoplastycznym na granicy plastycznego przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.25$,
- **warstwa geotechniczna C3** – piaski gliniaste, gliny piaszczyste i gliny pylaste w stanie plastycznym przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.30$,

- stopień konsolidacji D:

- **warstwa geotechniczna D1** – łyły w stanie zwartym i półzwartym przy stopniu plastyczności $IL \leq 0.00$,
- **warstwa geotechniczna D2** – łyły w stanie twardoplastycznym przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.10$,

- grunty nasypowe: zbudowane zarówno z gruntów spoistych, jak i niespoistych, jednak ze względu na ich niejednorodność oraz liczne domieszki nie wyznaczono dla tych utworów parametrów geotechnicznych.

Zestawienie parametrów geotechnicznych dla wydzielonych warstw geotechnicznych przedstawia Tabela nr 2.

Tabela nr 2										
Parametry geotechniczne wyznaczone metodą B - wg PN-81 / B-03020										
L.p.	Nr w-wy geo- technicznej	Rodzaj gruntu wg PN-86/B 02480	Symbol	I_D / I_L	w_n %	ρ_o T/m ³	$C_u^{(n)}$ kPa	$\Phi_u^{(n)}$	$E_o^{(n)}$ MPa	$M_o^{(n)}$ MPa
Grunty niespoiste										
1	I	Pospółka	Po	>0.85	3* 10** 14***	1.85* 2.00** 2.10***	-	>41	>208	>230
2	Ia	Pospółka	Po	0.70	3* 10** 14***	1.85* 2.00** 2.10***	-	40	176	196
3	II	Piasek średni Piasek gruby	Ps Pr	>0.85	4* 12** 18***	1.80 1.90* 2.05**	-	>35.3	>135	>161
4	Ila	Piasek średni Piasek gruby	Ps Pr	0.70	4* 12** 18***	1.80 1.90* 2.05**	-	34.1	117	140
5	Ilb	Piasek średni Piasek gruby	Ps Pr	0.60	5* 14** 22***	1.70* 1.85** 2.00***	-	33.75	95	112
6	IIla	Piasek pylasty	Pd	0.70	5* 14** 22***	1.70* 1.85** 2.00***	-	31.5	64.5	88
7	IIlb	Piasek pylasty	Pd	0.65	6* 16** 24***	1.65* 1.75** 1.90***	-	31	60	80
Grunty mało spoiste i spoiste										
8	B2	Pospółki gliniaste Gliny piaszczyste zwięzłe Gliny zwięzłe Gлина pylaste zwięzłe	Pog Gpz Gz Gπz	0.15 0.20	9 14 18 22	2.20 2.15 2.10 2.00	34 32	19.10 18.10	32 28	42 37
9	B2/B3	Gлина pylasta zwięzła	Gπz	0.25	28	1.90	30	17.20	25	32.5
10	B3	Pył piaszczysty	Πp	0.30	20	2.05	28	16.50	22	29
12	C1	Pospółka gliniasta Piasek gliniasty Pył piaszczysty Gлина piaszczysta Gлина Gлина pylasta Gлина piaszczysta zwięzła	Pog Pg Πp G Gπ Gp	≤0.00	6 10 14 9 13 17 11	2.25 2.20 2.15 2.25 2.20 2.15 2.25	≥30	≥18	≥34	≥48
13	C2	Pospółka gliniasta Piasek gliniasty Gлина pylasta	Pog Pg Gπ	0.10	9 13 20	2.20 2.15 2.10	21	16.45	26	37.5
14	C2/C3	Piasek gliniasty Gлина pylasta zwięzła	Pg Gπz	0.25	16 28	2.10 1.90	15	14	18.5	25.5
15	C3	Piasek gliniasty Gлина piaszczysta Gлина pylasta	Pg Gp Gπ	0.30	16 17 25	2.10 2.10 2.20	13	13	16.5	23
16	D1	Ił	I	≤0.00	19	2.15	60	13	22	40
17	D2	Ił	I	0.10	27	2.00	55	11.8	17.5	32
*- grunty mało wilgotne, **- grunty wilgotne, ***- grunty mokre										

7. Warunki hydrogeologiczne

Na omawianym terenie stwierdzono występowanie czwartorzędowego piętra wodonośnego w Bartoszowej, Borku Strzelińskim, Borowie, Kojęcinie i Piotrkowie Borowskim.

Położenie nawierconego i ustabilizowanego zwierciadła wód podziemnych oraz sączeń w poszczególnych otworach zestawiono w Tabeli nr 3.

Tabela nr 3		
Numer otworu	Zwierciadło wody nawiercone i ustabilizowane [m p.p.t.]	Sączenie [m p.p.t.]
BARTOSZOWA		
BA - I	1.50	-
BA - II	1.40	-
BA - III	1.50	-
BA - IV	2.20	-
BOREK STRZELIŃSKI		
BS - III	2.40	-
BS - IV	1.25	-
BS - V	1.00	-
BORÓW		
B - II	-	2.20
B - III	-	2.00
B - IV	1.60	-
B - V	-	1.10
B - VII	1.50	-
B - VIII	1.80	-
B - IX	2.00	-
KOJĘCIN		
K - III	0.60	-
PIOTRKÓW BOROWSKI		
PB - VI	-	2.00

Na terenie Bartoszowej wody podziemne o swobodnym zwierciadle nawiercono na głębokości 1.40 – 1.50 m p.p.t. w otworach BS-I, BS-II, BS-III, gdzie warstwę wodonośną budują piaski średnie zaglinione, piaski średnie próchnicze, piaski gliniaste i pospółki. Zawodnienie wykazywały również gliny próchnicze nawiercone w otworze BS-I, w których zwierciadło wód podziemnych stwierdzono na głębokości 2.20 m p.p.t.

W Borku Strzelińskim zwierciadło wód podziemnych o charakterze swobodnym nawiercono w otworach BS-III, BS-IV, BS-V na głębokości 1.00 – 2.40 m p.p.t. Zawodnienie wykazywały piaski średnie i piaski gliniaste oraz w otworze BS-IV gliny piaszczyste.

Warstwę wodonośną, na terenie Borowa, którą nawiercono w otworach B-IV, B-VII, B-VIII, B-IX budują piaski średnie zaglinione, piaski grube zaglinione, piaski pylaste i pospółki gliniaste. Zwierciadło wód podziemnych o charakterze swobodnym nawiercono w przedziale głębokości od 1.50 do 2.00 m p.p.t. W otworach B-II, B-III, B-V, na głębokościach 2.20, 2.00 i 1.10 m p.p.t. stwierdzono sączenia, które występują w przewarstwieńiach piaszczystych i pylastych w obrębie utworów gliniastych.

Wody podziemne o zwierciadle swobodnym, na terenie Kojęcina, nawiercono tylko otworem K-III, na głębokości 0.60 m p.p.t. Zawodnienie wykazywały tu warstwy piasków gliniastych i pospółek gliniastych. Natomiast w Piotrkowie Borowskim stwierdzono sączenie, jedynie w otworze PB-VI, na głębokości 2.00 m p.p.t., w obrębie piasków gliniastych.

7.1. Własności filtracyjne gruntów

Na podstawie analiz sitowych wykonanych na próbach gruntów wyznaczono współczynnik filtracji k wg wzoru USBSC "amerykańskiego",

$$k = 0,0036 d_{20}^{2,3} \text{ [m/s]}$$

gdzie: d - średnica ziaren, która wraz z mniejszymi stanowią wagowo 20 % składu gruntu

a wyniki przedstawiono w Tabeli nr 4.

Tabela nr 4		
Rodzaj gruntu	Współczynnik filtracji [m/s]	Charakter przepuszczalności
Pospółki	$1.5 \times 10^{-4} \div 2.4 \times 10^{-4}$	DOBRA
Piaski grube Piaski grube zaglinione	4.6×10^{-4} 8.9×10^{-5}	DOBRA ŚREDNIA
Piaski średnie Piaski średnie zaglinione	$9.9 \times 10^{-5} \div 1.5 \times 10^{-4}$ $3.9 \times 10^{-5} \div 8.9 \times 10^{-5}$	ŚREDNIA
Piaski pyłaste	2.2×10^{-6}	SŁABA
Pospółki gliniaste	$3.8 \times 10^{-6} \div 2.2 \times 10^{-4}$	ŚREDNIA SŁABA
Piaski gliniaste	$4.0 \times 10^{-6} \div 2.2 \times 10^{-5}$	SŁABA

Na podstawie współczynnika filtracji k określono własności filtracyjne (przepuszczalność) gruntów wodonośnych na badanym terenie.

Według Z. Pazdro, B. Kozerskiego "Hydrogeologia ogólna" grunty cechują się przepuszczalnością dobrą – pospółki, piaski grube, średnią – piaski grube zaglinione, piaski średnie, piaski średnie zaglinione, pospółki gliniaste oraz słabą – piaski pyłaste, pospółki gliniaste i piaski gliniaste.

8. Kategorie gruntów pod względem trudności ich odspajania

Grunty podłoża podzielono na kategorie pod względem trudności ich odspajania wg PN-72/8932-01 oraz wg PN-B-06050. Ich zestawienie przedstawiono w Tabeli nr 5.

Na omawianym terenie wg PN-B-06050:1999 występują grunty łatwo urabialne (grunty niespoiste) – kategoria 3, średnio urabialne (grunty mało spoiste i spoiste) – kategoria 4 oraz grunty trudno urabialne (grunty bardzo spoiste) – kategoria 5. Wg BN-72/8932-01 grunty zakwalifikowano do kategorii 1, 2, 3, 4 i 5.

Tabela nr 5				
Numer otworu	Głębokość [m p.p.m.]	Rodzaj gruntu	Kategoria gruntu według BN-72/8932-01	Kategoria gruntu według PN-B-06050:1999
1	2	3	4	5
BA – I	0.00 – 0.50	GI	1	1
	0.50 – 1.00	G+Ż	4	4
	1.00 – 3.00	Ps, Po	2	3
	3.00 – 4.00	I	3	5
BA – II	0.00 – 1.00	N	4	4
	1.00 – 1.50	PsH	2	3
	1.50 – 2.50	I	4	5
BA – III	0.00 – 1.00	N	4	4
	1.00 – 2.00	Pg	2	4
BA – IV	0.00 – 1.00	N, G	4	4
	1.00 – 2.00	IIp	2	4
	2.00 – 4.50	GH, I	3	4, 5
BS – I	0.00 – 0.90	GI	1	1
	0.90 – 1.60	Gπ	4	4
BS – II	0.00 – 0.90	GI	1	1
	0.90 – 1.60	G+Ż	4	4
BS – III	0.00 – 2.20	N	4	4
	2.20 – 3.20	Ps	2	3
BS – IV	0.00 – 0.50	GI	1	1
	0.50 – 3.50	G, Gp	3	4
BS – V	0.00 – 0.50	GI	1	1
	0.50 – 1.00	G	3	4
	1.00 – 2.00	Pg	2	4
BO – I	0.00 – 1.00	N, Gπ	4	4
	1.00 – 2.50	Pog	3	4
	2.50 – 4.00	Ps, Po	2	3
BO – II	0.00 – 3.00	N	4	4
BO – III	0.00 – 0.50	GI	1	1
	0.50 – 3.00	Gp	4	4
BO – IV	0.00 – 0.20	N	4	4
	0.20 – 1.00	IIp	3	4
	1.00 – 2.00	Ps, Pr	2	3
BO – V	0.00 – 1.00	N	4	4
	1.00 – 2.50	Ps, Po	2	3
B – I	0.00 – 0.70	GI	1	1
	0.70 – 3.50	Gπ, Gπz, Gpz, Gz	3	4
	3.50 – 5.00	I	4	5
B – II	0.00 – 0.70	GI	1	1
	0.70 – 2.00	G	4	4
	2.00 – 3.70	Gπ, Gπz	3	4
B – III	0.00 – 1.00	GI	1	1
	1.00 – 2.00	Gπz	3	4
	2.00 – 3.70	IIp	2	4
B – IV	0.00 – 1.50	N	4	4
	1.50 – 3.50	Ps, Pog	2	3, 4
	3.50 – 4.70	Gπz	3	4
B – V	0.00 – 1.00	N	4	4
	1.00 – 1.60	Gπ	3	4
B – VI	0.00 – 2.50	N, I	4	4, 5
	2.50 – 3.50	I	3	5

1	2	3	4	5
B – VII	0.00 – 0.30	N	4	4
	0.30 – 1.00	Πp	3	4
	1.00 – 2.00	Pπ	2	3
B – VIII	0.00 – 1.70	N, Gπ, Gpz	4	4
	1.70 – 2.40	Ps	2	3
B – IX	0.00 – 0.70	Gl	1	1
	0.70 – 1.80	Gπ	3	4
	1.80 – 3.50	Pr	2	3
	3.50 – 3.80	Gπz	3	4
B – X	0.00 – 0.10	Gl	1	1
	0.10 – 1.00	G, Gπ	4	4
	1.00 – 1.50	Gπ	3	4
B – XI	0.00 – 0.50	Gl	1	1
	0.50 – 1.00	G	4	4
	1.00 – 1.60	Ps	2	3
K – I	0.00 – 0.90	Gl	1	1
	0.90 – 1.50	G	4	4
	1.50 – 2.50	G	3	4
K – II	0.00 – 1.50	N	4	4
	1.50 – 2.50	G	3	4
K – III	0.00 – 0.60	N	4	4
	0.60 – 2.50	Pg	2	4
	2.50 – 4.00	Gpz	3	4
PB – I	0.00 – 0.30	N	4	4
	0.30 – 1.00	Gπz	3	4
	1.00 – 4.00	I	4	5
PB – II	0.00 – 0.30	Gl	1	4
	0.30 – 2.00	Gπ, G	4	4
PB – III	0.00 – 0.50	N	5	4
	0.50 – 1.00	N	4	4
	1.00 – 1.50	G	3	4
	1.50 – 2.00	Gpz	4	4
	2.00 – 2.50	Pog/Žg	3	3
PB – IV	0.00 – 1.00	N	4	4
	1.00 – 1.60	G	3	4
PB – V	0.00 – 0.50	Gl	1	1
	0.50 – 1.60	Gπ	4	4
PB – VI	0.00 – 1.00	N, Gπ	4	4
	1.00 – 1.50	Pg	3	4
	1.50 – 3.00	Pg, Pog	2	4
	3.00 – 3.50	I	3	5
	3.50 – 4.00	I	4	5

9. Wnioski

9.1. Na podstawie otrzymanego zlecenia i obowiązujących przepisów, P.P.B. i R.G. Geostandard Sp. z o.o. wykonało prace geologiczne na terenie gminy Borów w Piotrkowie Borowskim, Borowie, Bartoszowej, Boreczku, Kojęcinie i Borku Strzelińskim.

9.2. Celem prowadzonych prac było rozpoznanie warunków gruntowo – wodnych podłoża pod projektowaną kanalizację sanitarną.

W związku z tym, wykonano:

- 32 otwory geotechniczne o łącznym metrażu 96.40 mb,
- 27 sondowania sondą dynamiczną SD-10 o łącznym metrażu 66.40 mb.

9.3. Teren badań położony jest na monoklinie przedsudeckiej, zbudowanej z osadów permsko-mezozoicznych oraz kompleksu kenozoicznego.

Wykonanymi wierceniami do głębokości 1.50 – 4.70 m p.p.t. stwierdzono występowanie utworów trzeciorzędowych i czwartorzędowych.

Strop ilów trzeciorzędowych nawiercono w rejonie Bartoszowej, Borowa i Piotrkowa Borowskiego na głębokości 1.00 – 3.50 m p.p.t.

Utwory czwartorzędowe wykształcone są głównie jako gliny zróżnicowane litologicznie i genetycznie, przewarstwione warstwami pylastymi oraz piaszczystymi i żwirowymi, miejscami silnie zaglinionymi. W rejonie Bartoszowej, w utworach gliniastych i piaszczystych stwierdzono znaczne zawartości części organicznych – powyżej 2 %, kwalifikujące je do grupy gruntów organicznych – piaski próchnicze i gliny próchnicze.

9.4. W strefie przypowierzchniowej stwierdzono występowanie nasypów oraz warstwy gleby. Miąższość nasypów waha się w przedziale od 0.20 do 2.00 m, natomiast miąższość gleby od 0.10 do 1.00 m.

9.5. Pod względem geotechnicznym w badanym podłożu wyróżniono:

- **grunty niespoiste** (gruboziarniste, średnioziarniste i drobnoziarniste) występujące w stanie:

- bardzo zagęszczonym (warstwa geotechniczna I, II)
przy stopniu zagęszczenia $ID > 0.85$,
- zagęszczonym (warstwa geotechniczna Ia, IIa, IIIa)
przy stopniu zagęszczenia $ID = 0.70$,
- średnio zagęszczonym (warstwa geotechniczna IIb, IIIb)
przy stopniu zagęszczenia $0.60 < ID < 0.65$,

- **grunty spoiste o stopniu konsolidacji B, C i D** występujące w stanie:

- zwartym i półzwartym (warstwy geotechniczne C1, D1)
przy stopniu plastyczności $IL \leq 0.00$
- twardoplastycznym (warstwa geotechniczna B2, C2, D2)
przy stopniu plastyczności $0.10 < IL < 0.20$,
- twardoplastycznym na granicy plastycznego (warstwa geotechniczna B2/B3, C2/C3)
przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.25$,
- plastycznym (warstwa geotechniczna B3, C3)
przy stopniu plastyczności $IL \sim 0.30$.

9.6. Wody gruntowe o zwierciadle swobodnym nawiercono w Bartoszowej, Borku Strzełińskim, Borowie i Kojęcinie na głębokości 0.60 – 2.20 m p.p.t. Warstwę wodonośną tworzyły utwory piaszczyste i żwirowe, miejscami silnie zaglinione oraz gliny piaszczyste i gliny próchnicze.

W przewarstwieniach piaszczystych i pylastych w obrębie kompleksu glin, w Borku i Piotrkowie Borowskim stwierdzono na głębokości 1.10 – 2.20 m p.p.t., sączenia.

9.7. Grunty spoiste i mało spoiste cechują się przepuszczalnością:

- dobrą – pospółki, piaski grube,
- średnią – piaski grube zaglinione, piaski średnie, piaski średnie zaglinione, pospółki gliniaste,
- słabą – piaski pylaste, pospółki gliniaste i piaski gliniaste.

9.8. Wg PN-B-06050:1999 na omawianym terenie występują grunty:

- łatwo urabialne (grunty niespoiste) – kategoria 3,
- średnio urabialne (grunty mało spoiste i spoiste) – kategoria 4,
- grunty trudno urabialne (grunty bardzo spoiste) – kategoria 5.

Wg BN-72/8932-01 grunty zakwalifikowano do kategorii 1, 2, 3, 4 i 5.

9.9. Zasyпки przewodów podziemnych należy wykonać zgodnie z warunkami podanymi w PN-B-10736:1999 - *Wykopy otwarte dla przewodów wodociągowych kanalizacyjnych. Warunki techniczne wykonania* oraz PN-S-02205 - *Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania*.

9.10. Przydatność gruntów do ponownego wbudowania jako zasyпки wykopów możliwa jest, o ile projekt nie zakłada inaczej, pod warunkiem spełnienia niżej wymienionych kryteriów:

- **grunty spoiste** w stanach zwartych i twardoplastycznych można wbudować pod warunkiem stabilizacji chemicznej tych gruntów: wapnem lub cementem, przy zastosowaniu odpowiednich maszyn, odpowiednio mieszających grunt ze spoiwami,
- **grunty niespoiste** można wbudować pod warunkiem, gdy wilgotność naturalna tych gruntów jest 2 % mniejsza od wilgotności optymalnej. W przypadku wilgotności innej od podanej powyżej, grunty należy doprowadzić do właściwej wilgotności poprzez przesuszenie gruntów, stabilizacji wapnem lub zroszenie podczas wbudowania.