

PPO Bečva – IG + GF

Podrobný inženýrsko-geologický a geofyzikální průzkum

Závěrečná zpráva

Brno, prosinec 2012

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
IČO: 46344942 DIČ: CZ 46344942

tel.: **548 125 111**
fax: **545 217 979**
e-mail: **geotechnika@geotest.cz**

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: **127570 PPO Bečva – ig+gf**
Objednatel: **Povodí Moravy, s.p.**
Evid. číslo Geofondu: **70/2013**

Závěrečná zpráva

Podrobný inženýrsko-geologický a geofyzikální průzkum lokalit určených k budoucí výstavbě protipovodňových opatření

Odpovědný řešitel: **Mgr. Pavel Vižďa**
Oborový manažer: **Ing. David Rupp**
Schválil: **RNDr. Lubomír Klímek, výrobní ředitel**

RNDr. Lubomír Procházka
ředitel společnosti

Brno, prosinec 2012

Výtisk č.

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č. 1 – 6: Povodí Moravy, s.p.
7: Geofond Praha
8: Archív a.s. GEOTest, a.s.

OBSAH

1. Úvod.....	4
2. lokalita Hranice	
2.1. Provedené práce.....	5
2.2. Stručný přehled přírodních poměrů.....	6
2.3. Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů.....	7
2.4. Geotechnické vlastnosti zemin.....	9
2.5. Hydrogeologie.....	14
2.6. Závěr	16

SEZNAM PŘÍLOH

2.1. Přehledná situace	měřítko	poměrové
2.2. Podrobná situace zájmového území	měřítko	1 : 2 000
2.3. Geologický popis vrtů	měřítko	1 : 50
2.4. Inženýrskogeologické řezy	měřítko	1 : 500 / 100
2.5. Laboratorní zkoušky mechaniky zemin		
2.6. Laboratorní zkoušky podzemní vody		
2.7. Geodetická zpráva		
2.8. Geofyzikální průzkum		
2.9. Fotodokumentace		

3. lokalita Lipník nad Bečvou

3.1. Provedené práce.....	17
3.2. Stručný přehled přírodních poměrů.....	18
3.3. Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů.....	19
3.4. Geotechnické vlastnosti zemin.....	20
3.5. Hydrogeologie.....	24
3.6. Závěr	25

SEZNAM PŘÍLOH

3.1. Přehledná situace	měřítko	poměrové
3.2. Podrobná situace zájmového území	měřítko	1 : 2 000
3.3. Geologický popis vrtů	měřítko	1 : 50
3.4. Inženýrskogeologické řezy	měřítko	1 : 500 / 100
3.5. Laboratorní zkoušky mechaniky zemin		
3.6. Laboratorní zkoušky podzemní vody		
3.7. Geodetická zpráva		
3.8. Geofyzikální průzkum		
3.9. Fotodokumentace		

4. lokalita Týn nad Bečvou

4.1. Provedené práce.....	27
4.2. Stručný přehled přírodních poměrů.....	28
4.3. Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů.....	29
4.4. Geotechnické vlastnosti zemin.....	29
4.5. Hydrogeologie.....	33
4.6. Závěr	34

SEZNAM PŘÍLOH

4.1. Přehledná situace	měřítko	poměrové
4.2. Podrobná situace zájmového území	měřítko	1 : 1 000
4.3. Geologický popis vrtů	měřítko	1 : 50
4.4. Inženýrskogeologické řezy	měřítko	1 : 500 / 100
4.5. Laboratorní zkoušky mechaniky zemin		
4.6. Laboratorní zkoušky podzemní vody		
4.7. Geodetická zpráva		
4.8. Geofyzikální průzkum		
4.9. Fotodokumentace		

5. lokalita Rybáře

5.1. Provedené práce.....	35
5.2. Stručný přehled přírodních poměrů.....	36
5.3. Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů.....	37
5.4. Geotechnické vlastnosti zemin.....	37
5.5. Hydrogeologie.....	40
5.6. Závěr	41

SEZNAM PŘÍLOH

5.1. Přehledná situace	měřítko	poměrové
5.2. Podrobná situace zájmového území	měřítko	1 : 2 000
5.3. Geologický popis vrtů	měřítko	1 : 50
5.4. Laboratorní zkoušky mechaniky zemin		
5.5. Laboratorní zkoušky podzemní vody		
5.6. Geodetická zpráva		
5.7. Geofyzikální průzkum		
5.8. Fotodokumentace		

1. Úvod

V souladu s § 12 odst. 3 zákona č. 137/2006 Sb. o veřejných zakázkách byla akciová společnost GEOtest vybrána státním podnikem Povodí Moravy se sídlem Dřevařská 932/11 Veveří, 602 00 Brno k provedení zakázky malého rozsahu „Geologický průzkum lokalit určených k budoucí výstavbě protipovodňových opatření“. Předmětné lokality se nacházejí na území ve správě závodu Horní Morava.

Předmětem veřejné zakázky je provedení geofyzikálního měření metodou odporové tomografie a provedení průzkumných jádrových vrtů v lokalitách určených k výstavbě protipovodňových opatření (PPO):

- ✓ Hranice
- ✓ Lipník nad Bečvou
- ✓ Týn nad Bečvou
- ✓ Rybáře u Hranic

Rozsah veřejné zakázky je podrobně specifikován v osnově smlouvy o dílo.

Tato závěrečná zpráva shrnuje průběh a výsledky průzkumu pro daný záměr a je rozdělena na jednotlivé kapitoly podle řešených lokalit.

2. lokalita Hranice

2.1 Provedené průzkumné práce

Průzkumné práce na lokalitě spočívaly v realizaci a dokumentaci sedmi jádrových vrtů (J 1 – J 7), jejich geodetickém zaměření, odběru vzorků zemin a podzemní vody a provedení geofyzikálního průzkumu.

Rozsah a specifikace průzkumných prací byly konzultovány se zástupcem objednatele Ing. J. Zedníčkem ze s.p. Povodí Moravy. Hloubka jádrových vrtů J 1 – J7 byly projektovány na 7 m, tak aby zastihly neogenní podloží a ověřily mocnost štěrkových vrstev.

Vrtné práce realizovala ve dnech 17. až 19. prosince 2012 firma GeoVank, s r.o. pod vedením vrtmistra p. Konicara, vrtnou soupravou typu URB 2A na podvozku Zil. Místa všech sond byla vytyčena dle podkladů předaných zástupcem objednatele, jejich poloha je znázorněna v situaci, která je součástí přílohy č. 2.2.

Konečné hloubky všech sond (jádrových vrtů) včetně nadmořské výšky ústí sond jsou přehledně zpracovány v tabulce 1.

Celková délka jádrových vrtů je 63,4 bm.

Tabulka č. 1

Označení průzkumného díla	Nadmořská výška ústí sondy [m.n.m.]	Hladina vody v Bečvě [m.n.m.]	Hloubka [m]	Hloubeno dne	Vrtná souprava
J 1	244,79	243,00	9,0	17.12.2012	URB 2A
J 2	245,13	243,00	9,0	17.12.2012	URB 2A
J 3	245,88	243,00	7,5	17.12.2012	URB 2A
J 4	246,11	243,00	11,5	18.12.2012	URB 2A
J 5	245,97	243,00	8,4	18.12.2012	URB 2A
J 6	246,26	243,00	8,0	18.12.2012	URB 2A
J 7	247,45	243,00	10,0	19.12.2012	URB 2A

Během hloubení jádrových vrtů bylo vytěžené jádro ukládáno do dřevěných vzorkovnic a po makroskopickém zhodnocení přítomným geologem a odebrání vzorků zemin bylo toto použito ke zpětnému záhozu vrtů. Po ukončení vrtných prací byla ve všech vrtech změřena hladina podzemní vody. Geologická dokumentace, která byla dále zpřesněna v souladu s výsledky laboratorních rozborů v laboratoři mechaniky zemin, je obsahem přílohy č. 2.5.

Příloha č. 2.4. obsahuje 2 inženýrskogeologické řezy s vyznačením rozhraní jednotlivých vrstev zemin. Řezy byly sestaveny na základě popisů vrtů J 1 – J 7, archivních vrtů a výsledků geofyzikálního průzkumu. Situace řezů je součástí přílohy č. 2.2.

Během hloubení byly z vrtného jádra odebírány neporušené a porušené vzorky zemin. Z většího počtu odebraných vzorků byly vybrány:

- 2 neporušených (tř. 2) pro klasifikační rozbor, zjištění objem. hmotnosti a pórovitosti
- 9 porušených (tř. 3) pro klasifikační rozbor
- 2 technologické (tř. 4) pro stanovení zhutnitelnosti metodou Proctor Standard

Vzorky zemin byly zpracovány a vyhodnoceny v akreditovaných laboratořích a.s. GEOTest. Výsledky zkoušek včetně jejich metodiky jsou obsaženy v příloze č. 2.5.

Z vrtů J 2, J 4, J 6 a J 7 byly odebrány vzorky podzemní vody na zjištění její agresivity vůči základovým betonovým konstrukcím. Laboratorní rozbor byl proveden v akreditovaných laboratořích naší společnosti a jeho výsledky jsou uvedeny v příloze č. 2.6.

Ústí průzkumných sond byla polohopisně a výškopisně zaměřena pracovníky střediska geodézie a.s. GEOTest. Měřická zpráva je obsahem přílohy č. 2.7.

Na lokalitě byl dále ve dnech 12. – 18. prosince 2012 proveden geofyzikální průzkum. Jeho výsledky jsou předmětem samostatné zprávy uvedené v příloze č. 2.8.

2.2 Přehled přírodních poměrů

2.2.1 Geomorfologické poměry

Zájmové území leží v tzv. Moravské bráně, která představuje samostatný geomorfologický celek, začleněný do soustavy Vněkarpatských sníženin, podsoustavy Západní, tvořený JZ-SV směrem protaženým pruhem plochého nížinového a pahorkatinného reliéfu na málo odolných neogenních horninách. Na JZ přechází Moravská brána u Přerova plynule do Hornomoravského úvalu, na SV rovněž plynule do Ostravské pánve. Severozápadní hranice je dána zlomovým svahem Nízkého Jeseníku, na JV hraničí s Kelečskou a Příborskou pahorkatinou. Za Teplickým kaňonem z devonských a kulmských hornin vtéká Bečva ve svém dolním toku do bečevské části Moravské brány, která přechází v soutokové oblasti s Moravou do Hornoslezského úvalu. Hydrograficky náleží území subrajónu k dílčím povodím 4-11-01 a 4-11-02 řeky Dunaje.

2.2.2 Geologické poměry širšího zájmového území

Předkvarterní podklad

Z regionálně geologického hlediska je hodnocené území součástí neogenní karpatské předhlubně, vyplněné sedimenty spodního badenu. Na bazálních klastikách (hrubozrnné písky s polohami štěrků) je uloženo monotónní souvrství pelitických sedimentů zastoupených převážně šedými až zelenošedými vápnitými jíly až slíny, jemně písčitými až prachovitými, místy s vložkami jemnozrnného až prachovitého písku.

Kvartérní pokryv

Zájmové území je vymezeno v akumulární oblasti Bečevské nivy, vyplněné šterkopískovými sedimenty nejmladší fluvialní terasy. Jedná se o hnědošedý písčité až hlinitý šterk s oblými valouny převážně kulmských hornin o průměru 1 - 10 cm., místy jsou balvany o velikosti nad průměr vrtu. Ojedinele byly zastiženy polohy hlinitého a jílovitého písku o mocnostech do 1 m. Na většině území je terasa pokryta vrstvou povodňových hlín o mocnosti do 2 m.

Antropogenními sedimenty jsou v zájmovém prostoru především materiály násypových těles hrází a stávajících komunikací.

Podzemní voda v zájmovém území je vázaná na šterkové a písčité sedimenty a její úroveň koresponduje s úrovní hladiny vody v řece Bečvě.

2.3 Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů

Antropogenní vrstvy

Navážky byly na lokalitě zastiženy ve všech vrtech J 1 až J 7. Navážku lze charakterizovat ve svrchní části jako písčitou hlínu (F3 MS) většinou s příměsí šterku (F1 MG) nebo hlíny jílovitopísčité (F4 CS). Ve spodní části vrstev vystupuje jako písčité šterk (G2 GP) a hlinitopísčité šterk (G3 G-F). Mocnost navážek se na levém břehu Bečvy pohybuje od 0,4 m do 2,1 m. Na pravém břehu Bečvy vrt dosahují navážky větších mocností vrt J 5 1,7 m a vrt J7 2,6 m. Nejistá je geneze šterkové vrstvy o mocnosti 4,9 m ve vrtu J6, která by mohla být navezena při předchozí úpravě koryta řeky.

Kvartérní pokryv

Kvartérní sedimenty jsou na zkoumaném území reprezentovány zeminami jak soudržnými (hlíny, jíly), tak nesoudržnými (písky, šterky).

Souvrství náplavových hlín (písčité hlíny, jílovitopísčité hlíny, písčité jíly) světle hnědé až hnědé barvy a měkké až tuhé konzistence byly zastiženy ve většině vrtech kde tvoří svrchní část souvrství kvartérních sedimentů. Jejich mocnost se pohybuje od 0,4 m do 0,9 m ve vrtech J3 a J4 na levém břehu Bečvy. Na pravém břehu Bečvy ve vrtech J5 a J7 jsou náplavové písčité hlíny výrazně větší a dosahují mocností až 3,4 m (J7). Dle normy ČSN 73 6133 byly klasifikovány do třídy **F3 MS**, **F4 CS** a **F6 CI**. V okolí vrtů J 5 se tyto hlíny vyskytují i v nižších polohách a mocnostech (2,7 m) pod vrstvou šterků. Souvrství náplavových hlín nebylo zastiženo ve vrtu J1 kde je nahrazeno jílovitým pískem a v sousedním vrtu J2 je vyvinuto jen sporadicky o mocnosti 0,2 m.

Nesoudržné zeminy jsou na lokalitě reprezentovány **souvrstvím šterků a písků** s různým obsahem jemnozrnných příměsí.

Na levém břehu řeky Bečvy ve vrtech J1 a J2 byly zastiženy polohy jílovitého a hlinitého písku hnědé barvy. Písčité vrstvy jsou místy stmelené, středně uhlé až kypré, vlhké, při styku s podložími šterkovými vrstvy až zvodnělé. Dosahují mocností 1 m (J1) a 1,6 m (J2). Dle normy ČSN 73 6133 byl písek klasifikován jako **S5 SC** a **S4 SM**, podle množství a typu obsažené jemnozrnné frakce.

Hrubozrnné nesoudržné zeminy jsou na lokalitě reprezentovány **šterky s příměsí jemnozrnné zeminy**. Byly zastiženy ve všech vrtech jak na pravém tak levém břehu Bečvy. Šterky, jsou hnědošedé až hnědé barvy, uhlé místy stmelené, pod hladinou podzemní vody zvodnělé. Šterkové souvrství je uloženo na zvlněném neogenním podloží a dosahuje mocností na levém

břehu 6,5 m (J1) 4,9 m (J2), 3,9 (J3), 4,8 m (J4). Na západě pravého břehu řeky Bečvy se mocnosti štěrků pohybují kolem 1,5 m (J5) a v místě vrtu (J6) > 8 m. Dle výsledků geofyzikálního průzkumu jsou velké mocnosti štěrků vázány na výrazné deprese v povrchu jílového podloží, které mohou představovat i původní zanesená koryta řeky. V sondě J7 je štěrková vrstva ověřena o mocnosti 2,2 m do hloubky 10 m. Štěrkové vrstvy se ve vrchních polohách souvrství často zastupují a střídají s polohami náplavových hlín. Štěrky byly klasifikovány dle ČSN 73 6133 do tříd **G4 GM**, **G5 GC** nebo **G3 G-F**, dle charakteru a množství obsažené jemnozrnné frakce.

Předkvartérní podloží

Povrch **neogenního** podloží je dle GF průzkumu výrazně zvlněn a byl zastižen sondami J 1 – J 5. Nachází se v hloubce 6,3 – 8,3 m pod terénem, tj. v nadmořských výškách 239,58 - 236,79 m n.m.

Podloží je tvořeno **jíly** a **jílovitými písiky (J4)** šedé barvy, tuhé až pevné konzistence. Dle ČSN 73 6133 se jedná o třídy **F8 CH**, **F7 MV** a **S5 SC**.

2.4 Geotechnické vlastnosti zastižených zemin

V níže uvedených tabulkách jsou přehledně zpracovány geotechnické charakteristiky zemin zastižených na lokalitě. Hodnoty byly stanoveny na základě provedených laboratorních zkoušek a odborným posouzením geotechnikem s přihlédnutím k platným směrným normovým charakteristikám základových půd zastižených na lokalitě. Výsledky zkoušek laboratoře mechaniky zemin jsou součástí samostatné přílohy 6.

2.4.1 Navážka charakteru hlíny písčité a hlíny písčité se štěrkem

Tabulka č. 2

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F1 MG-Y	F3 MS-Y	
konzistence			pevná	měkká	tuhá
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19,5	18	18
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	20	4	6
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35	0,35	0,35
smyková pevnost					
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	70	30	60
- totální úhel vnitřního tření	ϕ_u	[°]	12	0	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	14	8	12
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	26	24	25
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		velmi vhodná	vhodná	
	Těsnící část		velmi vhodná	vhodná	
	Stabilizační část		nevhodná	nevhodná	

2.4.2 Jíl písčítý

Tabulka č. 3

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F4 CS	
konzistence			měkká	tuhá
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	20,4	20,4
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	3	4
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35	0,35
smyková pevnost				
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	30	50
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	9	10
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	22	24
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		velmi vhodná	
	Těsnící část		velmi vhodná	
	Stabilizační část		nevhodná	

Propustnost z křivky zrnitosti **F4 CS** k [m.s⁻¹] $< 3,0 \text{ E}^{-8}$

Pórovitost n [%] 37

2.4.3 Jíl, jíl slabě jemně písčítý (kvartér)

Tabulka č. 4

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F6 CL	
konzistence			měkká	pevná
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19,7	19,7
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	3	5
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35	0,35
smyková pevnost				
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	25	60
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	8	14
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	17	20
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		vhodná	
	Těsnící část		velmi vhodná	
	Stabilizační část		nevhodná	

2.4.4 Písek s proměnlivým obsahem jemnozrnné zeminy

Tabulka č. 5

Klasifikace dle ČSN 73 6133			S4 SM	S5 SC
ulehlost			střední	střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	18	18,5
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	12	12
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,30	0,35
smyková pevnost				
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	3	4
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	29	27
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		vhodná	velmi vhodná
	Těsnící část		vhodná	výborná
	Stabilizační část		málo vhodná	nevhodná

Propustnost z křivky zrnitosti S5 SC k [m.s⁻¹] $1,4 \cdot 10^{-7}$

2.4.5 Písečný štěrk

Tabulka č. 6

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G2 GP
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	20
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	100
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,28
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	0
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	35
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		nevhodná
	Těsnící část		nevhodná
	Stabilizační část		výborná

Propustnost z křivky zrnitosti G2 GP k [m.s⁻¹] $4,5 \cdot 10^{-4}$

2.4.6 Štěrk s proměnlivým obsahem jemnozrné zeminy

Tabulka č. 7

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G3 G-F
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	90
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,25
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	0
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	33
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemín pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		málo vhodná
	Těsnicí část		nevhodná
	Stabilizační část		velmi vhodná

Propustnost z křivky zrnitosti **G3 S-F** k [m.s⁻¹] $1,2 \cdot 10^{-4}$

2.4.7 Štěrk hlinitý, Štěrk jílovitý

Tabulka č. 8

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G4 GM	G5 GC
ulehlost			střední	střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19	19,5
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	70	50
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,30	0,30
smyková pevnost				
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	2	4
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	33	30
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1
Vhodnost zemín pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		výborná	výborná
	Těsnicí část		velmi vhodná	velmi vhodná
	Stabilizační část		málo vhodná	málo vhodná

Propustnost z křivky zrnitosti **G4 GM** k [m.s⁻¹] $1,3 \cdot 10^{-5} - 10^{-6}$

2.4.8 Jíl, jíl slabě jemně písčité (neogén)

Tabulka č. 9

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F7 MH	F8 CH	
konzistence			Tuhá - pevná	tuhá	pevná
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	21	20,5	20,5
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	6	4	5
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,40	0,40	0,40
smyková pevnost					
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	60	40	80
- totální úhel vnitřního tření	ϕ_u	[°]	0	0	3
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	9	12	20
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	16	17	17
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		málo vhodná	málo vhodná	
	Těsnící část		málo vhodná	málo vhodná	
	Stabilizační část		nevhodná	nevhodná	

2.4.9 Písek jílovitý(neogén)

Tabulka č. 10

Klasifikace dle ČSN 73 6133			S5 SC
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	18,5
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	12
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	4
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	27
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		velmi vhodná
	Těsnící část		velmi vhodná
	Stabilizační část		nevhodná

Propustnost z křivky zrnitosti S5 SC k [m.s⁻¹] 3,5 E⁻⁷

2.4.10 Výsledky zkoušek zhutnitelnosti dle ČSN 72 1015 (Proctor standard)

Technologické vzorky na provedení zkoušek dle ČSN 72 1015 (Proctor standard) byly odebrány jako charakteristické vzorky zemin z jílovitých písků a písčitých hlín štěrků uložených bezprostředně pod povrchem, případně pod navážkami.

Vzorek ze sondy **J 1**, hloubka 0,5 až 1,0 m, charakter: **jílovitý písek**, třída **S5 SC**.

Zkouškou byly zjištěny tyto hodnoty **charakterizující zhutnitelnost zeminy**:

$\rho_{dmax} = 1913 \text{ kgm}^{-3}$, $w_{opt} = 12,2 \%$, $w_{přirozená} = 13,4 \%$

Vzorek ze sondy **J 2**, hloubka 1,4 až 2,0 m, charakter: **jílovitý písek**, třída **S5 SC**.

Zkouškou byly zjištěny tyto hodnoty **charakterizující zhutnitelnost zeminy**:

$\rho_{dmax} = 1927 \text{ kgm}^{-3}$, $w_{opt} = 10,8 \%$, $w_{přirozená} = 17,3 \%$

2.5 Hydrogeologické poměry

Oblast průzkumu spadá z hlediska hydrogeologické rajonizace k hydrogeologickému rajónu 2211 Bečevské brána, která je součástí skupiny Neogenní sedimenty vněkarpatkých a vnitrokarpatkých pánví. Oblast patří k povodí řeky Moravy a je odvodňována řekou Odrou, která ústí do řeky Moravy. K dotaci podzemní vody dochází v místech, kde sedimenty s hydrogeologických kolektorů (písky, štěrkopísky) vycházejí na povrch a dochází zde tak k infiltraci atmosférických srážek. Podzemní voda ve zkoumané oblasti je vázaná na zvodeň tvořenou kvartérními fluvialními sedimenty řeky Odry, které vytvářejí terasy několika výškových úrovní. Sedimenty mají nejčastěji charakter štěrkových sedimentů.

Hladina podzemní vody byla zastižena ve všech vrtech.

Tabulka č. 11

sonda	úroveň ústí sondy [m n.m.]	hladina podzemní vody				povrch podloží (neogén) [m]	Úroveň neogén. podloží [m n.m.]
		naražená		ustálená			
		hloubka [m]	úroveň [m n.m.]	hloubka [m]	úroveň [m n.m.]		
J 1	244,79	1,5	243,29	1,75	243,04	8	236,79
J 2	245,13	2,3	242,83	2,4	242,73	7,2	237,93
J 3	245,88	2,5	243,38	3,1	242,78	6,3	239,58
J 4	246,11	3,5	242,61	3,1	243,01	8,3	237,81
J 5	245,97	3,3	242,67	3	242,97	7,5	238,47
J 6	246,26	3,3	242,96	3,2	243,06	-	-
J 7	247,45	4,9	242,55	5,7	241,75	-	-

2.5.1 Vyhodnocení chemické analýzy podzemní vody

V rámci posouzení agresivity podzemní vody na betonové konstrukce byly odebrány celkem dva vzorky, a to z vrtů J 1 a J 7. Odběry byly provedeny dne 17. a 19. prosince 2012 a analyzovány v Hydrochemických laboratořích GEOTest, a.s. (zkušební laboratoř č. 1270 akreditovaná ČIA). Rozborů vzorků byly provedeny v požadovaném rozsahu (rozbor vody k posouzení pro stavební účely).

Rozborů byly následně doplněny o výpočet a vyhodnocení parametrů majících vliv na agresivitu vody na betonové konstrukce. Výsledky rozborů a posouzení chemického působení vody na beton jsou uvedeny v Protokolech o zkoušce č. 3201-117/2013 v příloze č. 2.6. této zprávy a shrnuty v následující tabulce č. 12.

Tabulka č. 12

Sonda	Stupeň vlivu prostředí při chemickém působení <small>(podle tabulky 2 ČSN EN 206-1)</small>	Agresivita prostředí z hlediska chemického působení vody na beton
J 1	XA1	slabě agresivní chemické prostředí
J 7	XA1	slabě agresivní chemické prostředí

2.6 Závěr a doporučení

Předložená závěrečná zpráva podává výsledky inženýrskogeologického průzkumu, realizovaného v Hranicích v lokalitě určené k výstavbě protipovodňových opatření (PPO).

Průzkumnými pracemi byly zastiženy vrstvy navážek, kvartérních a neogenních sedimentů. Navážky se nacházejí téměř ve všech vrtech a jejich výskyt je vázán na sypané hráze a zpevněné břehy řeky Bečvy. Jsou převážně tvořeny písčitou hlínou s příměsí štěrku, případně štěrkového charakteru a jejich mocnost se pohybuje od 0,4 m

Ze soudržných zemin byly na lokalitě zastiženy náplavové hlíny (písčité hlíny, jílovitopísčité hlíny, písčité jíly, klasifikovány dle ČSN 73 6133 do tříd F3 MS, F4 CS a F6 CI. Tyto zeminy jsou skoro nepropustné (filtrační součinitel k [m.s⁻¹] je v řádech E^{-7} - E^{-8}). Z hlediska vhodnosti zemin pro různé zóny hutnění hrází dle normy ČSN 75 24 10 jsou pro homogenní hráze a těsnicí části : vhodné až velmi vhodné, pro stabilizační části: nevhodné.

Nesoudržné zeminy jsou na lokalitě reprezentovány souvrstvím štěrku a písků s různým obsahem jemnozrnných příměsí. (S5 SC, S4 SM), (G4 GM, G5 GC nebo G3 G-F). Mocnost štěrkových souvrství je vzhledem k přítomnosti výrazných depresí v povrchu neogenního podloží proměnlivá a pohybuje se v rozmezí 1,5 až >8m. Štěrky jsou v závislosti na obsahu jemnozrnné frakce propustné až málo propustné (filtrační součinitel k [m.s⁻¹] je v řádech E^{-4} - E^{-6}). Z hlediska vhodnosti zemin pro různé zóny hutnění hrází dle normy ČSN 75 24 10 jsou pro homogenní hráze a těsnicí části: nevhodné (GP, G-F), výborné (GM, GC) pro stabilizační části: výborné až velmi vhodné (GP, G-F), málo vhodné (GM, GC).

Souvrství kvartérních uloženin je charakteristické zejména ve svrchních částech, střídáním poloh výše jmenovaných soudržných a nesoudržných zemin.

Povrch neogenního podloží byl zastižen ve vrtech J1 až J5, pohybuje se v rozmezí nadmořských výšek 239,58 - 236,79 m n. m. Neogenní sedimenty jsou zastoupeny jíly (F8 CH) a jílovitými písky (S5 SC).

Hladina podzemní vody je v zájmovém území vázána především na souvrství písků a štěrku. Úroveň naražené hladiny podzemní vody byla zjištěna ve vrtech J1 až J7 v hloubce 1,5 m až 4,9 m pod povrchem terénu, v úrovních 243,29 - 242,55 m n.m. Ustálená hladina podzemní vody byla ve vrtech změřena v hloubce 1,75 m až 5,7 m, tj. v úrovních 243,04 - 241,75 m n.m. Vzhledem k těsné blízkosti řeky Bečvy se očekává její kolísání v závislosti na kolísání hladiny vody v řece.

Vzhledem ke skutečnostem zjištěných současným průzkumem lze základové poměry v zájmovém území označit za náročné. Nově realizovanými vrty (J1 až J7) byly zastiženy polohy zvodnělých písků a štěrku. Hladina podzemní vody se místy nachází blízko pod povrchem a nepříznivě se tak uplatňuje při návrhu zakládání.

Při návrhu protipovodňových opatření je třeba postupovat při navrhování základů podle zásad 2. geotechnické kategorie normy Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí ČSN EN 1997-1:2004 tj. výpočtem podle mezních stavů s použitím směrných hodnot geotechnických vlastností uvedených v tabulkách č.2 až 10 této zprávy.

Z hlediska chemického působení vody na beton se v prostoru zájmového území jedná o slabě agresivní chemické prostředí (XA1) podle tabulky 2 ČSN EN 206-1 – postačí primární ochrana (použití odolných druhů cementu).

V Brně, dne 21.12. 2012

3. lokalita Lipník nad Bečvou

3.1 Provedené průzkumné práce

Průzkumné práce na lokalitě spočívaly v realizaci a dokumentaci pěti jádrových vrtů (J 8 – J 11, J15), jejich geodetickém zaměření, odběru vzorků zemin a podzemní vody a provedení geofyzikálního průzkumu.

Rozsah a specifikace průzkumných prací byly konzultovány se zástupcem objednatele Ing. J. Zedníčkem z s.p. Povodí Moravy. Hloubka jádrových vrtů J 8 – J11 a J15 byly projektovány na 7 m, tak aby zastihly neogenní podloží a ověřily mocnost štěrkových vrstev.

Vrtné práce realizovala ve dnech 14. až 15. prosince 2012 firma GeoVank, s r.o. pod vedením vrtmistra p. Konicara, vrtnou soupravou typu URB 2A na podvozku Zil. Místa všech sond byla vytyčena dle podkladů předaných zástupcem objednatele, jejich poloha je znázorněna v situaci, která je součástí přílohy č. 3.2.

Konečné hloubky všech sond (jádrových vrtů) včetně nadmořské výšky ústí sond jsou přehledně zpracovány v tabulce 1.

Celková délka jádrových vrtů je 24,8 bm.

Tabulka č. 1

Označení průzkumného díla	Nadmořská výška ústí sondy [m.n.m.]	Hladina vody v Bečvě [m.n.m.]	Hloubka [m]	Hloubeno dne	Vrtná souprava
J 8	225,76	neměřeno	4,7	14.12.2012	URB 2A
J 9	225,68	neměřeno	3,5	14.12.2012	URB 2A
J 10	226,61	223,79	5,0	14.12.2012	URB 2A
J 11	226,90	224,11	5,0	15.12.2012	URB 2A
J 15	227,5	223,16	6,6	15.12.2012	URB 2A

Během hloubení jádrových vrtů bylo vytěžené jádro ukládáno do dřevěných vzorkovnic a po makroskopickém zhodnocení přítomným geologem a odebrání vzorků zemin bylo toto použito ke zpětnému záhozu vrtů. Po ukončení vrtných prací byla ve všech vrtech změřena hladina podzemní vody. Geologická dokumentace, která byla dále zpřesněna v souladu s výsledky laboratorních rozborů v laboratoři mechaniky zemin, je obsahem přílohy č. 3.5.

Příloha č. 3.4. obsahuje 4 inženýrskogeologické řezy s vyznačením rozhraní jednotlivých vrstev zemin. Řezy byly sestaveny na základě popisů vrtů J 8 – J 11, archivních vrtů a výsledků geofyzikálního průzkumu. Situace řezů je součástí přílohy č. 3.2.

Během hloubení byly z vrtného jádra odebírány neporušené a porušené vzorky zemin. Z většího počtu odebraných vzorků byly vybrány:

- 1 neporušený (tř. 2) pro klasifikační rozbor, zjištění objem. hmotnosti a pórovitosti
- 5 porušených (tř. 3) pro klasifikační rozbor
- 2 technologické (tř. 4) pro stanovení zhutnitelnosti metodou Proctor Standard

Vzorky zemin byly zpracovány a vyhodnoceny v akreditovaných laboratořích a.s. GEOtest. Výsledky zkoušek včetně jejich metodiky jsou obsaženy v příloze č. 3.5.

Z vrtů J 2, J 4, J 6 a J 7 byly odebrány vzorky podzemní vody na zjištění její agresivity vůči základovým betonovým konstrukcím. Laboratorní rozbor byl proveden v akreditovaných laboratořích naší společnosti a jeho výsledky jsou uvedeny v příloze č. 3.6.

Ústí průzkumných sond byla polohopisně a výškopisně zaměřena pracovníky střediska geodézie a.s. GEOtest. Měřická zpráva je obsahem přílohy č. 3.7.

Na lokalitě byl dále ve dnech 12. – 18. prosince 2012 proveden geofyzikální průzkum. Jeho výsledky jsou předmětem samostatné zprávy uvedené v příloze č. 3.8.

3.2 Přehled přírodních poměrů

3.2.1 Geomorfologické poměry

Obec s rozšířenou působností Lipník nad Bečvou leží ve střední části Moravy v úvalu Moravské brány. Ze západu zasahuje do spádového území výběžek Nízkého Jeseníku (Tršická pahorkatina a Oderské vrchy), z východu výběžky Západních Karpat (Podbeskydská pahorkatina). Oblast Hercynská a Karpatská je oddělena Moravskou branou (respektive řekou Odrou).

3.2.2 Geologické poměry širšího zájmového území

Předkvarterní podklad

Z regionálně geologického hlediska je hodnocené území součástí neogenní karpatské předhlubně, vyplněné sedimenty spodního badenu. Na bazálních klastikách (hrubozrnné písky s polohami štěrků) je uloženo monotónní souvrství pelitických sedimentů zastoupených převážně šedými až zelenošedými vápnitými jíly až slíny, jemně písčitémi až prachovitými, místy s vložkami jemnozrnného až prachovitého písku. Svrchní polohy jsou zvětralé, razavě skvrnitě vyloučeninami hydroxidů a oxidů železa a obsahují místy vápnité konkrce. Sedimenty spodního badenu dosahují v oblasti Lipníka n.Bečvou mocnosti přes 300 m. V zájmovém území byl jejich povrch zastižen v hloubce cca 4 m.

Kvartérní pokryv

Zájmové území je vymezeno v akumulární oblasti Bečevské nivy, vyplněné štěrkopískovými sedimenty nejmladší fluvialní terasy. Jedná se o hnědošedý písčité až hlinitý štěrk s oblými valouny převážně kulmských hornin o průměru 1 - 10 cm., místy jsou balvany o velikosti nad průměr vrtu. Na většině území je terasa pokryta vrstvou povodňových hlín o mocnosti do 2 m.

3.3 Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů

Antropogenní vrstvy

Navážky byly na lokalitě zastiženy pouze ve vrtu J 15 a to o mocnosti 2,4 m. Navážku lze charakterizovat ve svrchní části jako jílovitopísčitou hlínu s úlomky cihel atd. (F1 MG). Ve spodní části vrstev vystupuje jako zahliněná stavební suť (G3 G-F) a na bázi vrstvy jako jílu s úlomky (F2 CG).

Kvartérní pokryv

Kvartérní sedimenty jsou na zkoumaném území reprezentovány zeminami jak soudržnými (hlíny, jíly), tak nesoudržnými (písky, štěrky).

Souvrství náplavových hlín (písčité hlíny, jílovitopísčité hlíny, písčité jíly) světle hnědé až hnědošedé, převážně měkké konzistence, byly zastiženy ve většině vrtech kde tvoří svrchní část souvrství kvartérních sedimentů. Jejich mocnost se pohybuje od 0,4 m do 0,7 m. Dle normy ČSN 73 6133 byly klasifikovány do třídy **F1 MG**, **F4 CS**, **S4 SM** a **F6 CI**. Souvrství náplavových hlín nebylo zastiženo ve vrtu J15 kde je nahrazeno antropogenními navážkami. Ve vrtu J10 je souvrství náplavových hlín proloženo vrstvami jílovitého písku.

Nesoudržné zeminy jsou na lokalitě reprezentovány **souvrstvím štěrku a písků** s různým obsahem jemnozrnných příměsí.

Hrubozrnné štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy byly zastiženy ve všech vrtech. Štěrky jsou hnědošedé až hnědé barvy, ulehle místy stmelené, pod hladinou podzemní vody zvodnělé. Štěrkové souvrství je uloženo ve vrtech J9, J10 a J11 na neogenním podloží a dosahují mocností 2,2 m (J9) 2,4 m (J10), 2,3m (J11). Ve vrtech J8 a J15 nasedají štěrkové vrstvy na souvrství hlinitých a jílovitých písků. Celková mocnost štěrkopískového souvrství dosahuje 3,3 m (J8) a 3,2 m (J15). Štěrky byly klasifikovány dle ČSN 73 6133 do tříd **G2 GP**, **G5 GC** nebo **G3 G-F**, dle charakteru a množství obsažené jemnozrnné frakce. Písčité vrstvy jsou místy stmelené, ulehle, zvodnělé. Dosahují mocností 1,7 m (J8) a 0,9 m (J15). Dle normy ČSN 73 6133 byl písek klasifikován jako **S5 SC** a **S4 SM**, podle množství a typu obsažené jemnozrnné frakce

Předkvartérní podloží

Povrch **neogenního** podloží byl zastižen sondami J 8 – J 10, J11 a J15. Nachází se v hloubce 2,6 – 5,6 m pod terénem, tj. v nadmořských výškách 223,60 - 221,76 m n.m.

Podloží je tvořeno **prachovitými jíly** šedé barvy, tuhé až pevné konzistence. Dle ČSN 73 6133 se jedná o třídy **F8 CH**, **F7 MH**.

3.4 Geotechnické vlastnosti zastižených zemin

V níže uvedených tabulkách jsou přehledně zpracovány geotechnické charakteristiky zemin zastižených na lokalitě. Hodnoty byly stanoveny na základě provedených laboratorních zkoušek. Hodnoty byly stanoveny na základě provedených laboratorních zkoušek a odborným posouzením geotechnikem s přihlédnutím k platným směrným normovým charakteristikám základových půd zastižených na lokalitě. Výsledky zkoušek laboratoře mechaniky zemin jsou součástí samostatné přílohy 3.6.

3.4.1 Navážka charakteru hlíny písčité se štěrkem

Tabulka č. 2

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F2 CG-Y	F1 MG-Y	
konzistence			tuhá	měkká	tuhá
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19,5	19	19
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	7	6	10
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35	0,35	0,35
smyková pevnost					
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	60	40	70
- totální úhel vnitřního tření	ϕ_u	[°]	0	0	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	10	5	9
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	24	26	29
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		velmi vhodná	velmi vhodná	
	Těsnicí část		výborná	velmi vhodná	
	Stabilizační část		nevhodná	nevhodná	

3.4.2 Jíl písčítý

Tabulka č. 3

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F4 CS
konzistence			tuhá
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	20,4
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	4
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35
smyková pevnost			
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	50
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	10
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	24
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		velmi vhodná
	Těsnicí část		velmi vhodná
	Stabilizační část		nevhodná

Propustnost z křivky zrnitosti **F4 CS** k [m.s⁻¹] $5.7 \cdot 10^{-8}$

3.4.3 Hlína jílovitá

Tabulka č. 4

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F6 CL
konzistence			měkká
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19,7
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	3
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35
smyková pevnost			
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	25
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	8
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	17
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		vhodná
	Těsnicí část		velmi vhodná
	Stabilizační část		nevhodná

3.4.4 Písek jílovitý, písek hlinitý

Tabulka č. 5

Klasifikace dle ČSN 73 6133			S4 SM	S5 SC
ulehlost			ulehlý	ulehlý
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	18	18,5
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	12	12
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,30	0,35
smyková pevnost				
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	3	4
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	29	27
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		výborná	výborná
	Těsnící část		velmi vhodná	velmi vhodná
	Stabilizační část		málo vhodná	málo vhodná

Propustnost z křivky zrnitosti **S5 SC** k [m.s⁻¹] 2,1 E⁻⁷

Pórovitost n [%] 44

Propustnost z křivky zrnitosti **S4 SM** k [m.s⁻¹] 3.6 E⁻⁵

3.4.5 Písečný štěrk

Tabulka č. 6

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G2 GP
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	20
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	100
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,28
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	0
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	35
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		výborná
	Těsnící část		velmi vhodná
	Stabilizační část		málo vhodná

3.4.6 Štěr k s příměsí jemnozrnné zeminy

Tabulka č. 7

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G3 G-F
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	90
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,25
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	0
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	33
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemín pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		málo vhodná
	Těsnicí část		nevhodná
	Stabilizační část		velmi vhodná

Propustnost z křivky zrnitosti **G3 G-F** k [m.s⁻¹] 1,1 E⁻³ - E⁻⁵

3.4.7 Jíl, jíl slabě jemně písčité (neogén)

Tabulka č. 8

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F7 MH	F8 CH	
konzistence			tuhá	tuhá	pevná
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	21	20,5	20,5
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	4	4	5
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,40	0,40	0,40
smyková pevnost					
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	50	40	80
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0	0	3
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	6	12	20
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	14	17	17
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1	1
Vhodnost zemín pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		málo vhodná	málo vhodná	
	Těsnicí část		málo vhodná	málo vhodná	
	Stabilizační část		nevhodná	nevhodná	

Propustnost z křivky zrnitosti **F8 CH** k [m.s⁻¹] <3,0 E⁻⁸

Pórovitost n [%] 42

3.4.8 Výsledky zkoušek zhutnitelnosti dle ČSN 72 1015 (Proctor standard)

Technologické vzorky na provedení zkoušek dle ČSN 72 1015 (Proctor standard) byly odebrány jako charakteristické vzorky zemin z jílovitých písků a písčitých hlín štěrků uložených bezprostředně pod povrchem, případně pod navážkami.

Vzorek ze sondy **J 8**, hloubka 0,2 až 0,7 m, charakter: **Hlína písčitá, třída F4 CS**.

Zkouškou byly zjištěny tyto hodnoty **charakterizující zhutnitelnost zeminy**:

$\rho_{dmax} = 1830 \text{ kgm}^{-3}$, $w_{opt} = 13,8 \%$, $w_{přirozená} = 18,3 \%$

Vzorek ze sondy **J 10**, hloubka 0,9 až 1,4 m, charakter: **jílovitý písek, třída S5 SC**.

Zkouškou byly zjištěny tyto hodnoty **charakterizující zhutnitelnost zeminy**:

$\rho_{dmax} = 1990 \text{ kgm}^{-3}$, $w_{opt} = 10,3 \%$, $w_{přirozená} = 9,5 \%$

3.5 Hydrogeologické poměry

Oblast průzkumu spadá z hlediska hydrogeologické rajonizace k hydrogeologickému rajónu 2211 Bečevské brána, která je součástí skupiny Neogenní sedimenty vněkarpatských a vnitrokarpatkých pánví. Oblast patří k povodí řeky Moravy a je odvodňována řekou Odrou, která ústí do řeky Moravy. K dotaci podzemní vody dochází v místech, kde sedimenty s hydrogeologických kolektorů (písky, štěrkopísky) vycházejí na povrch a dochází zde tak k infiltraci atmosférických srážek.

Podzemní voda ve zkoumané oblasti je vázaná na zvođen tvořenou kvartérními fluvialními sedimenty řeky Odry, které vytvářejí terasy několika výškových úrovní. Sedimenty mají nejčastěji charakter štěrkových sedimentů.

Hladina podzemní vody byla zastižena ve všech vrtech.

Tabulka č. 9

sonda	úroveň ústí sondy [m n.m.]	hladina podzemní vody				povrch podloží (neogén) [m]	Úroveň neogén. podloží [m n.m.]
		naražená		ustálená			
		hloubka [m]	úroveň [m n.m.]	hloubka [m]	úroveň [m n.m.]		
J 8	225,76	2,3	223,46	3,6	222,16	4	221,76
J 9	225,68	1,6	224,08	1,3	224,38	2,6	223,08
J 10	226,61	3,2	223,41	3,3	223,31	4,2	222,41
J 11	226,90	4,8	222,10	-	-	3,3	223,60
J 15	227,50	3,3	224,20	3,3	224,2	5,6	221,90

3.5.1 Vyhodnocení chemické analýzy podzemní vody

V rámci posouzení agresivity podzemní vody na betonové konstrukce byly odebrány celkem dva vzorky, a to z vrtů J 8 a J 10. Odběry byly provedeny dne 14. prosince 2012 a analyzovány v Hydrochemických laboratořích GEOtest, a.s. (zkušební laboratoř č. 1270 akreditovaná ČIA). Rozbory vzorků byly provedeny v požadovaném rozsahu (rozbory vody k posouzení pro stavební účely).

Rozbory byly následně doplněny o výpočet a vyhodnocení parametrů majících vliv na agresivitu vody na betonové konstrukce. Výsledky rozborů a posouzení chemického působení vody na beton jsou uvedeny v Protokolech o zkoušce č. 3201-63/2013 v příloze č. 3.6. této zprávy a shrnuty v následující tabulce č. 10.

Tabulka č. 10

Sonda	Stupeň vlivu prostředí při chemickém působení (podle tabulky 2 ČSN EN 206-1)	Agresivita prostředí z hlediska chemického působení vody na beton
J 8	XA1	slabě agresivní chemické prostředí
J 10	XA1	slabě agresivní chemické prostředí

3.6 Závěr a doporučení

Předložená závěrečná zpráva podává výsledky inženýrskogeologického průzkumu, realizovaného v Lipníku nad Bečvou v lokalitě určené k výstavbě protipovodňových opatření (PPO).

Průzkumnými pracemi byly zastiženy vrstvy navážek, kvartérních a neogenních sedimentů. **Navážky** byly na lokalitě zastiženy pouze ve vrtu J 15 a to o mocnosti 2,4 m. Jejich výskyt je vázán na historickou skládku odpadu. Svrchní část území je tvořena soudržnými a nesoudržnými kvartérními sedimenty. Ze soudržných zemin byly na lokalitě zastiženy náplavové hlíny (písčité hlíny, jílovitopísčité hlíny, písčité jíly, klasifikovány dle ČSN 73 6133 do tříd **F1 MG**, **F4 CS** a **F6 CI**). Tyto zeminy jsou skoro nepropustné (filtrační součinitel k [m.s^{-1}] je v řádech E^{-7} - E^{-8}). Z hlediska vhodnosti zemin pro různé zóny hutnění hrází dle normy ČSN 75 24 10 jsou pro homogenní hráze a těsnící části : vhodné až velmi vhodné, pro stabilizační části: nevhodné.

Nesoudržné zeminy jsou na lokalitě reprezentovány souvrstvím štěrků a písků s různým obsahem jemnozrnných příměsí. (**G2 GP**, **G5 GC** nebo **G3 G-F**), (**S5 SC** a **S4 SM**). Mocnost štěrkových souvrsteví je proměnlivá a pohybuje se kolem 3 m. Štěrků jsou v závislosti na

obsahu jemnozrnné frakce propustné až málo propustné (filtrační součinitel k [m.s⁻¹] je v řádech E⁻³ - E⁻⁶). Jílovité a hlinité písky jsou málo propustné až skoro nepropustné (filtrační součinitel k [m.s⁻¹] je v řádech E⁻⁵ - E⁻⁷). Z hlediska vhodnosti zemin pro různé zóny hutnění hrází dle normy ČSN 75 24 10 jsou pro homogenní hráze a těsnicí části: nevhodné (GP, G-F), výborné (GC) vhodné (SC, SM), pro stabilizační části: výborné až velmi vhodné (GP, G-F), málo vhodné (GC, SC, SM).

Povrch **neogenního** podloží byl zastižen sondami J 8 – J 10, J11 a J15. Nachází se v hloubce 2,6 – 5,6 m pod terénem, tj. v nadmořských výškách 223,60 - 221,76 m n.m.

Podloží je tvořeno **prachovitými jíly** třídy **F8 CH, F7 MH**.

Hladina podzemní vody je v zájmovém území vázána především na souvrství písků a štěrků. Úroveň naražené hladiny podzemní vody byla zjištěna ve vrtech J 8 – J 10, J11 a J15 v hloubce 1,6 m až 4,8 m pod povrchem terénu, v úrovních 222,10 - 224,20 m n.m. Ustálená hladina podzemní vody byla ve vrtech změřena v hloubce 1,3 m až 3,6 m, tj. v úrovních 224,38 - 222,16 m n.m. Vzhledem k těsné blízkosti řeky Bečvy se očekává její kolísání v závislosti na kolísání hladiny vody v řece.

Vzhledem ke skutečnostem zjištěných současným průzkumem lze základové poměry v zájmovém území označit za náročné. Nově realizovanými vrty (J 8 – J 10, J11 a J15) byly zastiženy polohy zvodnělých písků a štěrků. Hladina podzemní vody se místy nachází blízko pod povrchem a nepříznivě se tak uplatňuje při návrhu zakládání.

Při návrhu protipovodňových opatřeních je třeba postupovat při navrhování základů podle zásad 2. geotechnické kategorie normy Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí ČSN EN 1997-1:2004 tj.výpočtem podle mezních stavů s použitím směrných hodnot geotechnických vlastností uvedených v tabulkách č.2 až 8 této zprávy.

Z hlediska chemického působení vody na beton se v prostoru zájmového území jedná o slabě agresivní chemické prostředí (XA1) podle tabulky 2 ČSN EN 206-1 – postačí primární ochrana (použití odolných druhů cementu).

V Brně, dne 21.12. 2012

4. lokalita Týn nad Bečvou

4.1 Provedené průzkumné práce

Průzkumné práce na lokalitě spočívaly v realizaci a dokumentaci dvou jádrových vrtů (J 12 a J13), jejich geodetickém zaměření, odběru vzorků zemin a podzemní vody a provedení geofyzikálního průzkumu.

Rozsah a specifikace průzkumných prací byly konzultovány se zástupcem objednatele Ing. J. Zedníčkem z s.p. Povodí Moravy. Hloubka jádrových vrtů J 12 a J 13 byly projektovány na 7 m, tak aby zastihly neogenní podloží a ověřily mocnost štěrkových vrstev. Vrt J 13 byl situován do místa, které vykazovalo geofyzikální anomálii.

Vrtné práce realizovala ve dnech 13. až 14. prosince 2012 firma GeoVank, s r.o. pod vedením vrtmistra p. Konicara, vrtnou soupravou typu URB 2A na podvozku Zil. Místa všech sond byla vytyčena dle podkladů předaných zástupcem objednatele, jejich poloha je znázorněna v situaci, která je součástí přílohy č. 4.2.

Konečné hloubky všech sond (jádrových vrtů) včetně nadmořské výšky ústí sond jsou přehledně zpracovány v tabulce 1.

Celková délka jádrových vrtů je 24,8 bm.

Tabulka č. 1

Označení průzkumného díla	Nadmořská výška ústí sondy [m.n.m.]	Hladina vody v Bečvě [m.n.m.]	Hloubka [m]	Hloubeno dne	Vrtná souprava
J 12	229,46	226,76	6,2	13.12.2012	URB 2A
J 13	230,45	226,91	5,7	14.12.2012	URB 2A

Během hloubení jádrových vrtů bylo vytěžené jádro ukládáno do dřevěných vzorkovnic a po makroskopickém zhodnocení přítomným geologem a odebrání vzorků zemin bylo toto použito ke zpětnému záhozu vrtů. Po ukončení vrtných prací byla ve všech vrtech změřena hladina podzemní vody. Geologická dokumentace, která byla dále zpřesněna v souladu s výsledky laboratorních rozborů v laboratoři mechaniky zemin, je obsahem přílohy č. 4.5.

Příloha č. 4.4. obsahuje 2 inženýrskogeologické řezy s vyznačením rozhraní jednotlivých vrstev zemin. Řezy byly sestaveny na základě popisů vrtů J 12 – J 13, archivních vrtů a výsledků geofyzikálního průzkumu. Situace řezů je součástí přílohy č. 4.2.

Během hloubení byly z vrtného jádra odebírány neporušené a porušené vzorky zemin. Z většího počtu odebraných vzorků byly vybrány:

- 2 neporušených (tř. 2) pro klasifikační rozbor, zjištění objem. hmotnosti a pórovitosti
- 2 porušených (tř. 3) pro klasifikační rozbor

- 1 technologický (tř. 4) pro stanovení zhutnitelnosti metodou Proctor Standard

Vzorky zemin byly zpracovány a vyhodnoceny v akreditovaných laboratořích a.s. GEOtest. Výsledky zkoušek včetně jejich metodiky jsou obsaženy v příloze č. 4.5.

Z vrtu J13 byl odebrán vzorek podzemní vody na zjištění její agresivity vůči základovým betonovým konstrukcím. Laboratorní rozbor byl proveden v akreditovaných laboratořích naší společnosti a jeho výsledky jsou uvedeny v příloze č. 4.6.

Ústí průzkumných sond byla polohopisně a výškopisně zaměřena pracovníky střediska geodézie a.s. GEOtest. Měřická zpráva je obsahem přílohy č. 4.7.

Na lokalitě byl dále ve dnech 12. – 18. prosince 2012 proveden geofyzikální průzkum. Jeho výsledky jsou předmětem samostatné zprávy uvedené v příloze č. 4.8.

4.2 Přehled přírodních poměrů

4.2.1 Geomorfologické poměry

Týn nad Bečvou leží ve střední části Moravy v úvalu Moravské brány. Ze západu zasahuje do spádového území výběžek Nízkého Jeseníku (Tršická pahorkatina a Oderské vrchy), z východu výběžky Západních Karpat (Podbeskydská pahorkatina). Oblast Hercynská a Karpatská je oddělena Moravskou branou (respektive řekou Odrou).

4.2.2 Geologické poměry širšího zájmového území

Předkvarterní podklad

Z regionálně geologického hlediska je hodnocené území součástí neogenní karpatské předhlubně, vyplněné sedimenty spodního badenu. Na souvrství kulmských sedimentů zastoupených hlavně droby a drobovými břidlicemi (karbonského stáří) je uloženo monotónní souvrství pelitických sedimentů zastoupených převážně šedými až zelenošedými vápnitými jíly až slíny, jemně písčitými až prachovitými, místy s vložkami jemnozrnného až prachovitého písku. Svrchní polohy jsou zvětralé, razavě skvrnitě vyloučeninami hydroxidů a oxidů železa a obsahují místy vápnité konkrece. Sedimenty spodního badenu dosahují v oblasti Týnu nad Bečvou mocnosti přes 300 m. V zájmovém území byl jejich povrch zastižen v hloubce (5 m)

Kvartérní pokryv

Zájmové území je vymezeno v akumulární oblasti Bečevské nivy, vyplněné šterkopískovými sedimenty nejmladší fluviální terasy. Jedná se o hnědošedý písčitý až hlinitý šterk s oblými valouny převážně kulmských hornin o průměru 1 - 10 cm., místy jsou balvany o velikosti nad průměr vrtu. Na většině území je terasa pokryta vrstvou povodňových hlín o mocnosti do 2 m.

4.3 Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů

Antropogenní vrstvy

Navážky byly na lokalitě zastiženy v obou vrtech J 12 a J13. Navážku lze charakterizovat jako hlínu jílovitopísčitou (F4 CS) místy s úlomky kamení (F1 MG). Mocnost navážek je nevýrazná a pohybuje se od 0,3 m do 0,5 m.

Kvartérní pokryv

Souvrství náplavových hlín (písčité hlíny) světle hnědé až hnědé barvy a měkké konzistence, byly zastiženy ve vrtu J12 kde tvoří svrchní část souvrství kvartérních sedimentů. Jejich mocnost dosahuje 1,2 m. Dle normy ČSN 73 6133 byly klasifikovány do třídy **F4 CS**.

Souvrstvím štěrků je na lokalitě reprezentovány **štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy a štěrky písčitémi**. Byly zastiženy v obou vrtech (J12, J13). Štěrky, jsou hnědošedé až hnědé barvy, ulehle místy stmelené, pod hladinou podzemní vody zvodnělé. Štěrkové souvrství je uloženo na předkvartérním podloží a dosahuje mocností 3,3 m (J12) a 4,8 m (J13). Štěrky byly klasifikovány dle ČSN 73 6133 do tříd **G3 G-F a G2 GP**.

Předkvartérní podloží

Povrch **neogenního** podloží byl zastižen sondou J 12 v hloubce 5,0 m pod terénem, tj. v nadmořských výšce **224,46 m n.m.**

Podloží je tvořeno při styku s kvartérními sedimenty **jílovitým štěrkem G5 GC** o mocnosti 0,3 m, níže již nastupuje neogenní **jíl** šedé barvy, pevné konzistence. Dle ČSN 73 6133 se jedná o třídy **F7 MH**.

Ve vrtu J13 bylo předkvartérní podloží zastoupeno sp. karbonským kulmem ve formě šedých. zdravých, **kulmských drob** o pevnosti třídy R5 - R4.

4.4 Geotechnické vlastnosti zastižených zemin

V níže uvedených tabulkách jsou přehledně zpracovány geotechnické charakteristiky zemin zastižených na lokalitě. Hodnoty byly stanoveny na základě provedených laboratorních zkoušek. Hodnoty byly stanoveny na základě provedených laboratorních zkoušek a odborným posouzením geotechnikem s přihlédnutím k platným směrným normovým charakteristikám základových půd zastižených na lokalitě.. Výsledky zkoušek laboratoře mechaniky zemin jsou součástí samostatné přílohy 4.5.

4.4.1 Navážka charakteru hlíny písčité se šterkem

Tabulka č. 2

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F1 MG-Y
konzistence			tuhá
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	10
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35
smyková pevnost			
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	70
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	9
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	29
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		velmi vhodná
	Těsnící část		velmi vhodná
	Stabilizační část		nevhodná

4.4.2 Jíl písčitý

Tabulka č. 3

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F4 CS	
konzistence			měkká	tuhá
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	18,1	18,1
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	3	4
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35	0,35
smyková pevnost				
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	30	50
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	10	12
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	22	24
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		velmi vhodná	
	Těsnící část		velmi vhodná	
	Stabilizační část		nevhodná	

Propustnost z křivky zrnitosti F4 CS k [m.s⁻¹] $8,0 \cdot 10^{-7} - 10^{-8}$

Pórovitost n [%] 45

4.4.3 Štěrka s příměsí jemnozrnné zeminy

Tabulka č. 4

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G3 G-F
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	90
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,25
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	0
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	33
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		málo vhodná
	Těsnicí část		nevhodná
	Stabilizační část		velmi vhodná

Propustnost z křivky zrnitosti G3 G-F k [m.s⁻¹] $2,1 \cdot 10^{-4}$

4.4.4 Štěrka jílovitý (neogén)

Tabulka č. 5

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G5 GC
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19,5
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	50
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,30
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	6
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	30
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		výborná
	Těsnicí část		velmi vhodná
	Stabilizační část		málo vhodná

4.4.5 Jíl, jíl slabě jemně písčité (neogén)

Tabulka č. 6

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F7 MH
konzistence			pevná
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	21
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	6
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,40
smyková pevnost			
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	80
- totální úhel vnitřního tření	ϕ_u	[°]	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	14
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	19
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		málo vhodná
	Těsnicí část		málo vhodná
	Stabilizační část		nevhodná

Propustnost z křivky zrnitosti **F7 MH** k [m.s⁻¹] < 3,0 E⁻⁸

Pórovitost n [%] 44

4.4.6 Výsledky zkoušek zhutnitelnosti dle ČSN 72 1015 (Proctor standard)

Technologické vzorky na provedení zkoušek dle ČSN 72 1015 (Proctor standard) byly odebrány jako charakteristické vzorky zemin z písčitých hlín uložených bezprostředně pod povrchem, případně pod navážkami.

Vzorek ze sondy **J 12**, hloubka 0,7 až 1,1 m, charakter: **Hlína písčitá**, třída **F4 CS**.

Zkouškou byly zjištěny tyto hodnoty **charakterizující zhutnitelnost zeminy**:

$\rho_{dmax} = 1809 \text{ kgm}^{-3}$, $w_{opt} = 14,5 \%$, $w_{přirozená} = 20,6 \%$

4.5 Hydrogeologické poměry

Oblast průzkumu spadá z hlediska hydrogeologické rajonizace k hydrogeologickému rajónu 2211 Bečevské brána, která je součástí skupiny Neogenní sedimenty vněkarpatských a vnitrokarpatských pánví. Oblast patří k povodí řeky Moravy a je odvodňována řekou Odrou, která ústí do řeky Moravy. K dotaci podzemní vody dochází v místech, kde sedimenty s hydrogeologických kolektorů (písky, štěrkopísky) vycházejí na povrch a dochází zde tak k infiltraci atmosférických srážek.

Podzemní voda ve zkoumané oblasti je vázaná na zvědeň tvořenou kvartérními fluvialními sedimenty řeky Odry, které vytvářejí terasy několika výškových úrovní. Sedimenty mají nejčastěji charakter štěrkových sedimentů.

Tabulka č. 7

sonda	úroveň ústí sondy [m n.m.]	hladina podzemní vody				povrch podloží (neogén) [m]	Úroveň neogén. podloží [m n.m.]
		naražená		ustálená			
		hloubka [m]	úroveň [m n.m.]	hloubka [m]	úroveň [m n.m.]		
J 12	229,46	3	226,46	3	226,46	5,0	224,46
J 13	230,45	3,7	226,75	3,6	226,85	5,1	225,35

4.5.1 Vyhodnocení chemické analýzy podzemní vody

V rámci posouzení agresivity podzemní vody na betonové konstrukce byly odebrán jeden vzorek z vrtu J13. Odběry byly provedeny dne 16. prosince 2012 a analyzovány v Hydrochemických laboratořích GEOTest, a.s. (zkušební laboratoř č. 1270 akreditovaná ČIA). Rozbory vzorků byly provedeny v požadovaném rozsahu (rozbory vody k posouzení pro stavební účely).

Rozbor byl následně doplněn o výpočet a vyhodnocení parametrů majících vliv na agresivitu vody na betonové konstrukce. Výsledek rozborů a posouzení chemického působení vody na beton jsou uvedeny v Protokolech o zkoušce č. 3201-63/2013 v příloze č. 7 této zprávy a shrnuty v následující tabulce č. 9.

Tabulka č. 8

Sonda	Stupeň vlivu prostředí při chemickém působení (podle tabulky 2 ČSN EN 206-1)	Agresivita prostředí z hlediska chemického působení vody na beton
J 13	XA1	slabě agresivní chemické prostředí

4.6 Závěr a doporučení

Předložená závěrečná zpráva podává výsledky inženýrskogeologického průzkumu, realizovaného v Týnu nad Bečvou v lokalitě určené k výstavbě protipovodňových opatření (PPO).

Průzkumnými pracemi byly zastiženy vrstvy navážek, kvartérních a neogenních sedimentů a karbonský kulm. Navážky se nacházejí v obou vrtech a jejich výskyt je vázán na zpevněné břehy řeky Bečvy. Jsou tvořeny jílovitopísčitou a písčitou hlínou s příměsí úlomků o mocnosti 0,3 - 0,5 m. Na lokalitě byly zastiženy náplavové hlíny (písčité hlíny), klasifikovány dle ČSN 73 6133 do třídy F4 CS. Tyto zeminy jsou skoro nepropustné (filtrační součinitel k [m.s⁻¹] je v řádech E⁻⁷ - E⁻⁸). Z hlediska vhodnosti zemín pro různé zóny hutnění hrází dle normy ČSN 75 24 10 jsou pro homogenní hráže a těsnící části : velmi vhodné, pro stabilizační části: nevhodné.

Souvrstvím štěrků je na lokalitě reprezentovány štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy a štěrky písčitémi. Štěrkové souvrství je uloženo na předkvartérním podloží a dosahuje mocností 3,3 m (J12) a 4,8 m (J13). Štěrky byly klasifikovány dle ČSN 73 6133 do tříd G3 G-F a G2 GP. Štěrky jsou v závislosti na obsahu jemnozrnné frakce propustné až málo propustné (filtrační součinitel k [m.s⁻¹] je v řádech E⁻⁴ - E⁻⁶). Z hlediska vhodnosti zemín pro různé zóny hutnění hrází dle normy ČSN 75 24 10 jsou pro homogenní hráže a těsnící části: nevhodné (GP, G-F), pro stabilizační části: výborné až velmi vhodné(GP, G-F).

Povrch neogenního podloží byl zastižen sondou J 12 v hloubce 5,0 m pod terénem, tj. v nadmořských výšce 224,46 m n.m. Podloží je tvořeno při styku s kvartérními sedimenty jílovitým štěrkem G5 GC níže již jílem třídy F7 MH.

Ve vrtu J13 bylo předkvartérní podloží zastoupeno sp. karbonským kulmem ve formě šedých. zdravých, kulmských drob o pevnosti třídy R5 - R4.

Hladina podzemní vody je v zájmovém území vázána především na souvrství písků a štěrků. Úroveň naražené hladiny podzemní vody byla zjištěna ve rtech J12 a J13 v hloubce 3,0 m až 3,7m pod povrchem terénu, v úrovních 226,46 - 226,75 m n.m. Ustálená hladina podzemní vody byla ve vrtech změřena v hloubce 3,0 m až 3,6 m, tj. v úrovních 226,46 - 226,85m n.m. Vzhledem k těsné blízkosti řeky Bečvy se očekává její kolísání v závislosti na kolísání hladiny vody v řece.

Vzhledem ke skutečnostem zjištěných současným průzkumem lze základové poměry v zájmovém území označit za náročné. Nově realizovanými vrty (J 12 – J 13) byly zastiženy polohy zvodnělých písků a štěrků. Hladina podzemní vody se místy nachází blízko pod povrchem a nepříznivě se tak uplatňuje při návrhu zakládání.

Při návrhu protipovodňových opatření je třeba postupovat při navrhování základů podle zásad 2. geotechnické kategorie normy Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí ČSN EN 1997-1:2004 tj. výpočtem podle mezních stavů s použitím směrných hodnot geotechnických vlastností uvedených v tabulkách č.2 až 6 této zprávy.

Z hlediska chemického působení vody na beton se v prostoru zájmového území jedná o slabě agresivní chemické prostředí (XA1) podle tabulky 2 ČSN EN 206-1 – postačí primární ochrana (použití odolných druhů cementu).

V Brně, dne 21.12. 2012

5. lokalita Rybáře u Hranic

5.1 Provedené průzkumné práce

Průzkumné práce na lokalitě spočívaly v realizaci a dokumentaci jednoho jádrového vrtu (J 14), jeho geodetického zaměření, odběru vzorků zemin a podzemní vody a provedení geofyzikálního průzkumu.

Rozsah a specifikace průzkumných prací byly konzultovány se zástupcem objednatele Ing. J. Zedníčkem z s.p. Povodí Moravy. Hloubka jádrového vrtu J 14 byly projektovány na 7 m, tak aby zastihl neogenní podloží a ověřily mocnost štěrkových vrstev.

Vrtné práce realizovala dne 14. prosince 2012 firma GeoVank, s r.o. pod vedením vrtmistra p. Konicara, vrtnou soupravou typu URB 2A na podvozku. Místa všech sond byla vytyčena dle podkladů předaných zástupcem objednatele, jejich poloha je znázorněna v situaci, která je součástí přílohy č. 5.2.

Konečné hloubky sondy (jádrového vrtu) včetně nadmořské výšky ústí sond jsou přehledně zpracovány v tabulce 1.

Tabulka č. 1

Označení průzkumného díla	Nadmořská výška ústí sondy [m.n.m.]	Hladina vody v Bečvě [m.n.m.]	Hloubka [m]	Hloubeno dne	Vrtná souprava
J 14	238,74	234,29	8,0	14.12.2012	URB 2A

Během hloubení jádrových vrtů bylo vytěžené jádro ukládáno do dřevěných vzorkovnic a po makroskopickém zhodnocení přítomným geologem a odebrání vzorků zemin bylo toto použito ke zpětnému záhozu vrtů. Po ukončení vrtných prací byla ve všech vrtech změřena hladina podzemní vody. Geologická dokumentace, která byla dále zpřesněna v souladu s výsledky laboratorních rozborů v laboratoři mechaniky zemin, je obsahem přílohy č. 5.4.

Během hloubení byly z vrtného jádra odebírány neporušené a porušené vzorky zemin. Z většího počtu odebraných vzorků byly vybrány:

- 1 neporušený (tř. 2) pro klasifikační rozbor, zjištění objem. hmotnosti a pórovitosti
- 1 porušený (tř. 3) pro klasifikační rozbor

Vzorky zemin byly zpracovány a vyhodnoceny v akreditovaných laboratořích a.s. GEOTest. Výsledky zkoušek včetně jejich metodiky jsou obsaženy v příloze č. 5.4.

Z vrtů J14 byl odebrán vzorek podzemní vody na zjištění její agresivity vůči základovým betonovým konstrukcím. Laboratorní rozbor byl proveden v akreditovaných laboratořích naší společnosti a jeho výsledky jsou uvedeny v příloze č. 5.5.

Ústí průzkumné sondy byl polohopisně a výškopisně zaměřen pracovníky střediska geodézie a.s. GEOtest . Měřická zpráva je obsahem přílohy č. 5.6.

Na lokalitě byl dále ve dnech 12. – 18. prosince 2012 proveden geofyzikální průzkum. Jeho výsledky jsou předmětem samostatné zprávy uvedené v příloze č. 5.7.

5.2 Přehled přírodních poměrů

5.2.1 Geomorfologické poměry

Zájmové území leží v tzv. Moravské bráně, která představuje samostatný geomorfologický celek, začleněný do soustavy Vněkarpatských sníženin , podsoustavy Západní, tvořený JZ-SV směrem protaženým pruhem plochého nížinového a pahorkatinného reliéfu na málo odolných neogenních horninách. Na JZ přechází Moravská brána u Přerova plynule do Hornomoravského úvalu , na SV rovněž plynule do Ostravské pánve . Severozápadní hranice je dána zlomovým svahem Nízkého Jeseníku, na JV hraničí s Kelečskou a Příborskou pahorkatinou . Za Teplickým kaňonem z devonských a kulmských hornin vtéká Bečva ve svém dolním toku do bečevské části Moravské brány, která přechází v soutokové oblasti s Moravou do Hornoslezského úvalu. Hydrograficky náleží území subrajónu k dílčím povodím 4-11-01 a 4-11-02 řeky Dunaje.

5.2.2 Geologické poměry širšího zájmového území

Předkvarterní podklad

Z regionálně geologického hlediska je hodnocené území součástí neogenní karpatské předhlubně, vyplněné sedimenty spodního badenu, Na bazálních klastikách (hrubozrnné písky s polohami štěrků) je uloženo monotónní souvrství pelitických sedimentů zastoupených převážně šedými až zelenošedými vápnitými jíly až slíny, jemně písčitémi až prachovitými, místy s vložkami jemnozrnného až prachovitého písku.

Kvartérní pokryv

Zájmové území je vymezeno v akumulární oblasti Bečevské nivy, vyplněné štěrkopískovými sedimenty nejmladší fluvialní terasy. Jedná se o hnědošedý písčité až hlinitý štěrk s oblými valouny převážně kulmských hornin o průměru 1 - 10 cm., místy jsou balvany o velikosti nad průměr vrtu. Ojedinele byly zastíženy polohy hlinitého a jílovitého písku o mocnostech do 1 m.

5.3 Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů

Antropogenní vrstvy

Navážky byly na lokalitě zastiženy ve vrtu J14. Navážku lze charakterizovat jako hlínu písčitou se štěrkem (F3 MS) s polohami betonu. Mocnost navážek dosahuje v místě vrtu 1,0 m.

Kvartérní pokryv

Souvrství náplavových hlín (písčité hlíny se štěrkem) šedé až světle hnědé barvy a měkké, měkké až tuhé konzistence byly zastiženy ve vrtu J14 kde tvoří svrchní část souvrství kvartérních sedimentů. Souvrství náplavových hlín je výrazně vrstevnaté s polohami s tenkými polohami štěrku při bázi souvrství hlíny obsahují černou organickou hmotu. Jejich mocnost dosahuje až 4,1 m. Dle normy ČSN 73 6133 byly klasifikovány do třídy **F4 CS**.

Souvrstvím štěrku je na lokalitě reprezentovány **štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy a hlinitými štěrky**. Štěrky, jsou hnědošedé barvy, ulehle místy stmelené, zvodnělé. Štěrkové souvrství je uloženo na neogenním podloží a dosahuje mocnosti 1,7 m. Ve vrchní části je střídáno s polohami náplavových hlín. (F4 CS). Štěrky byly klasifikovány dle ČSN 73 6133 do tříd **G3 G-F a G4 GM**.

Předkvartérní podloží

Povrch **neogenního** podloží byl zastižen sondou J 14 v hloubce 7,2 m pod terénem, tj. v nadmořské výšce **231,54 m n.m.**

Neogenní podloží je zastoupeno **prachovitým jílem**, šedé barvy, tuhé až pevné konzistence. Dle ČSN 73 6133 se jedná o třídu **F8 CH**.

5.4 Geotechnické vlastnosti zastižených zemin

V níže uvedených tabulkách jsou přehledně zpracovány geotechnické charakteristiky zemin zastižených na lokalitě. Hodnoty byly stanoveny na základě provedených laboratorních zkoušek. Hodnoty byly stanoveny na základě provedených laboratorních zkoušek a odborným posouzením geotechnikem s přihlédnutím k platným směrným normovým charakteristikám základových půd zastižených na lokalitě. Výsledky zkoušek laboratoře mechaniky zemin jsou součástí samostatné přílohy 5.4.

5.4.1 Navážka charakteru hlíny písčité se šterkem

Tabulka č. 2

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F3 MS-Y
konzistence			měkká
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	18
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	4
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35
smyková pevnost			
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	30
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	8
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	24
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		vhodná
	Těsnící část		vhodná
	Stabilizační část		nevhodná

5.4.2 Jíl písčitý

Tabulka č. 3

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F4 CS	
konzistence			měkká	tuhá
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19,9	19,9
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	3	4
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,35	0,35
smyková pevnost				
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	30	50
- totální úhel vnitřního tření	φ_u	[°]	0	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	10	12
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	22	24
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1	1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		velmi vhodná	
	Těsnící část		velmi vhodná	
	Stabilizační část		nevhodná	

Propustnost z křivky zrnitosti **F4 CS** k [m.s⁻¹] 3,3 E⁻⁸

Pórovitost n [%] 41

5.4.3 Štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy

Tabulka č. 4

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G3 G-F
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	90
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,25
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	0
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	33
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		málo vhodná
	Těsnící část		nevhodná
	Stabilizační část		velmi vhodná

Propustnost z křivky zrnitosti G3 G-F k [m.s⁻¹] 7,1 E⁻⁴

5.4.4 Štěrk hlinitý

Tabulka č. 5

Klasifikace dle ČSN 73 6133			G4 GM
ulehlost			střední
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	19
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	70
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,30
smyková pevnost			
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	5
- efektivní úhel vnitřního tření	φ_{ef}	[°]	33
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		výborná
	Těsnící část		velmi vhodná
	Stabilizační část		málo vhodná

5.4.5 Jíl, jíl slabě jemně písčité (neogén)

Tabulka č. 6

Klasifikace dle ČSN 73 6133			F8 CH
konzistence			Tuhá - pevná
objemová tíha zeminy	γ	[kN.m ⁻³]	20,5
modul přetvárnosti	E_{def}	[MPa]	5
Poissonovo číslo	ν	[1]	0,42
smyková pevnost			
- totální soudržnost	c_u	[kPa]	80
- totální úhel vnitřního tření	ϕ_u	[°]	0
- efektivní soudržnost	c_{ef}	[kPa]	12
- efektivní úhel vnitřního tření	ϕ_{ef}	[°]	15
Třída těžitelnosti dle ČSN 73 6133			1
Vhodnost zemin pro různé zóny hutnění hrází ČSN 75 24 10	Homogenní hráz		málo vhodná
	Těsnicí část		málo vhodná
	Stabilizační část		nevhodná

5.5 Hydrogeologické poměry

Oblast průzkumu spadá z hlediska hydrogeologické rajonizace k hydrogeologickému rajónu 2211 Bečevské brána, která je součástí skupiny Neogenní sedimenty vněkarpatských a vnitrokarpatských pánví. Oblast patří k povodí řeky Moravy a je odvodňována řekou Odrou, která ústí do řeky Moravy. K dotaci podzemní vody dochází v místech, kde sedimenty s hydrogeologických kolektorů (písky, štěrkopísky) vycházejí na povrch a dochází zde tak k infiltraci atmosférických srážek.

Podzemní voda ve zkoumané oblasti je vázaná na zvođen tvořenou kvartérními fluvialními sedimenty řeky Odry, které vytvářejí terasy několika výškových úrovní. Sedimenty mají nejčastěji charakter štěrkových sedimentů.

Tabulka č. 7

sonda	úroveň ústí sondy [m n.m.]	hladina podzemní vody				povrch podloží (neogén) [m]	Úroveň neogén. podloží [m n.m.]
		naražená		ustálená			
		hloubka [m]	úroveň [m n.m.]	hloubka [m]	úroveň [m n.m.]		
J 14	238,74	5,5	233,24	4,5	234,24	7,2	231,54

5.5.1 Vyhodnocení chemické analýzy podzemní vody

V rámci posouzení agresivity podzemní vody na betonové konstrukce byly odebrán jeden vzorek z vrtu J14. Odběry byly provedeny dne 16. prosince 2012 a analyzovány v Hydrochemických laboratořích GEOTest, a.s. (zkušební laboratoř č. 1270 akreditovaná ČIA). Rozbory vzorků byly provedeny v požadovaném rozsahu (rozbory vody k posouzení pro stavební účely).

Rozbor byl následně doplněn o výpočet a vyhodnocení parametrů majících vliv na agresivitu vody na betonové konstrukce. Výsledek rozborů a posouzení chemického působení vody na beton jsou uvedeny v Protokolech o zkoušce č. 3201-118/2013 v příloze č. 5.5 této zprávy a shrnuty v následující tabulce č. 8.

Tabulka č. 8

Sonda	Stupeň vlivu prostředí při chemickém působení <small>(podle tabulky 2 ČSN EN 206-1)</small>	Agresivita prostředí z hlediska chemického působení vody na beton
J 14	XA1	slabě agresivní chemické prostředí

5.6 Závěr a doporučení

Předložená závěrečná zpráva podává výsledky inženýrskogeologického průzkumu, realizovaného v obci Rybáře u Hranic v lokalitě určené k výstavbě protipovodňových opatření (PPO).

Průzkumnými pracemi byly zastiženy vrstvy navážek, kvartérních a neogenních sedimentů. **Navážky** byly na lokalitě zastiženy pouze ve vrtem J 14 a to o mocnosti 1,0 m. Jejich výskyt je vázán na sypané hráze a zpevněné břehy řeky Bečvy. Svrchní část území je tvořena mocnou vrstvou náplavových hlín (**písečné hlíny místy se štěrky**) **F4 CS**. Jejich mocnost dosahuje až 4,1 m. Tyto zeminy jsou skoro nepropustné (filtrační součinitel k [m.s⁻¹] je v řádech E⁻⁸). Z hlediska vhodnosti zemin pro různé zóny hutnění hrází dle normy ČSN 75 24 10 jsou pro homogenní hráze a těsnicí části: velmi vhodné, pro stabilizační části: nevhodné.

Souvrstvím štěrku je na lokalitě reprezentovány **štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy a hlinitými štěrky (G3 G-F a G4 GM)**. Štěrkové souvrství dosahuje mocnosti 1,7 m. Štěrky jsou v závislosti na obsahu jemnozrnné frakce propustné až málo propustné (filtrační součinitel k [m.s⁻¹] je v řádech E⁻⁴ - E⁻⁶). Z hlediska vhodnosti zemin pro různé zóny hutnění hrází dle normy ČSN 75 24 10 jsou pro homogenní hráze a těsnicí části: nevhodné (G-F), velmi vhodné (GM) pro stabilizační části: velmi vhodné (G-F) a málo vhodné (GM).

Povrch **neogenního** podloží byl zastižen sondou J 14 v hloubce 7,2 m pod terénem, tj. v nadmořských výšce **231,54** m n.m.

Neogenní podloží je zastoupeno **prachovitým jílem třídy F8 CH**.

Hladina podzemní vody je v zájmovém území vázána především na souvrství písků a štěrku. Úroveň naražené hladiny podzemní vody byla zjištěna ve rtu J 14 v hloubce 5,5 m pod povrchem terénu, v úrovni **233,24** m n.m. Ustálená hladina podzemní vody byla změřena

v hloubce 4,5 m, tj. v úrovni **234,24** m n.m. Vzhledem k těsné blízkosti řeky Bečvy se očekává její kolísání v závislosti na kolísání hladiny vody v řece.

Vzhledem ke skutečnostem zjištěných současným průzkumem lze základové poměry v zájmovém území označit za náročné. vrtem (14) byly zastiženy polohy zvodnělých štěrků a hlín měkké konzistence. Hladina podzemní vody se místy nachází blízko pod povrchem a nepříznivě se tak uplatňuje při návrhu zakládání.

Při návrhu protipovodňových opatřeních je třeba postupovat při navrhování základů podle zásad 2. geotechnické kategorie normy Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí ČSN EN 1997-1:2004 tj.výpočtem podle mezních stavů s použitím směrných hodnot geotechnických vlastností uvedených v tabulkách č.2 až 6 této zprávy.

Z hlediska chemického působení vody na beton se v prostoru zájmového území jedná o slabě agresivní chemické prostředí (XA1) podle tabulky 2 ČSN EN 206-1 – postačí primární ochrana (použití odolných druhů cementu).

V Brně, dne 21.12. 2012