


VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK

6			
5			
4			
3			
2			
1			
Revize	Popis	Datum	Schválil

Sweco Hydroprojekt a.s. divize Morava Minská 18, 616 00 Brno; brno@sweco.cz; www.sweco.cz					
VYPRACOVAL	RNDr. P.MORIC	HIP	ING.R.MENŠÍK	T. KONTROLA	ING.M.MACHOVEC
PROJEKTANT		ŘEDITEL DIVIZE	ING.V.ČERNÝ, Ph.D.	DATUM	09/2017
OBJEDNATEL	Povodí Moravy, s.p., Dřevařská 11, Brno 602 00			OKRES	UHERSKÉ HRADIŠTĚ
AKCE: OLŠAVA, Kunovice - protipovodňová ochrana města				ČÍSLO ZAKÁZKY	21 5013 01 03
				STUPEŇ	DPS
				FORMÁT	-
				MĚŘÍTKO	-
ČÁST STAVBY:	G. VÝSLEDKY PROVEDENÝCH PRŮZKUMŮ			ARCHIVNÍ ČÍSLO	005013/17/2
PŘÍLOHA: POSOUZENÍ ZEMNÍKU				ČÍSLO PŘÍLOHY	G.3 ver 0 rev 0

Tato dokumentace včetně všech příloh (s výjimkou dat poskytnutých objednatelem) je duševním vlastnictvím akciové společnosti Sweco Hydroprojekt a.s. Objednatel této dokumentace je oprávněn ji využít k účelům vyplývajícím z uzavřené smlouvy bez jakéhokoliv omezení. Jiné osoby (jak fyzické, tak právnické) nejsou bez předchozího výslovného souhlasu objednatele oprávněny tuto dokumentaci ani její části jakkoli využívat, kopírovat (ani jiným způsobem rozmnožovat) nebo zpřístupnit dalším osobám.

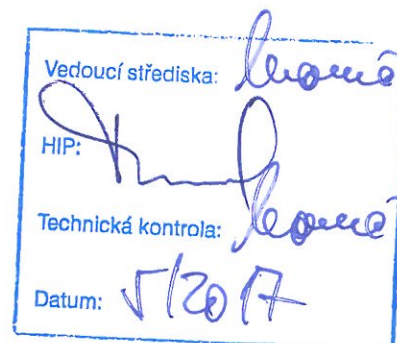
Poznámka: Podpisy zpracovatelů jsou připojeny pouze k výtisku číslo 01 nebo originálu přílohy (matrici).

Vyhledání zeminy vhodné pro použití do zemních hrází
vodních toků – zemníky do 25 km od Uherského Hradiště

Objednatel: Sweco Hydroprojekt a.s.

Obsah

1	ÚVOD.....	2
1.1	Terénní průzkumné práce	2
2	CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH LOKALIT	3
2.1	Cihelna Kunovice	3
2.2	Štěrkovna Boršice.....	5
3	LABORATORNÍ ROZBORY ZEMIN A GEOTECHNICKÉ VÝPOČTY	7
3.1	Zrnitost	7
3.2	Laboratorně zjištěné geotechnické vlastnosti	8
3.3	Směrné normové charakteristiky	8
3.4	Zhutnitelnost.....	9
4	TECHNICKÝ ZÁVĚR – OVĚŘENÍ VHODNOSTI ZEMIN PRO ZEMNÍ HRÁZE	
	12	
4.1	Cihelna Kunovice	12
4.2	Štěrkovna Boršice.....	13
4.3	Shrnutí	14



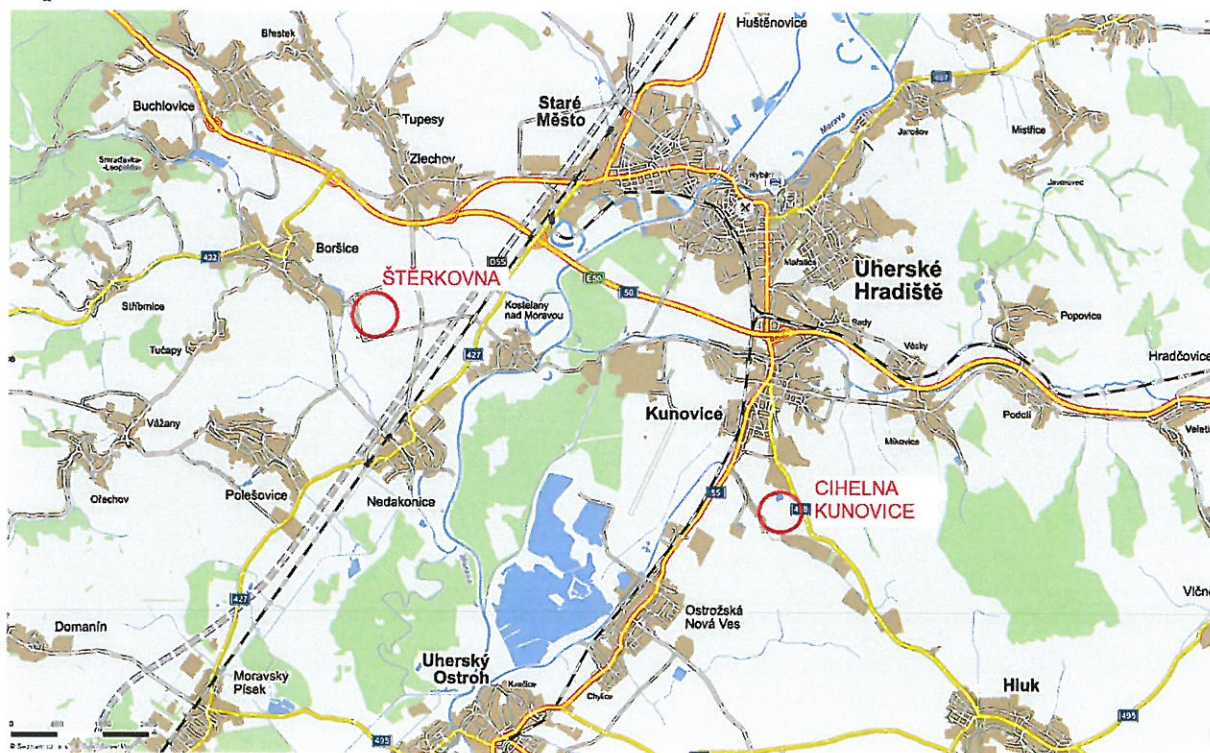
1 ÚVOD

Na základě objednávky společnosti SWECO Hydroprojekt a.s., divize Morava, provedlo středisko Průzkum společnosti Aquatis a.s. v dubnu a květnu 2017 posouzení vhodnosti zeminy pro zemí hráže vodních toků pro akce „Olšava, Kunovice – protipovodňová ochrana města“ a „Březnice, ústí – Bílovice, dosypání hrází“ - vyhledání zeminy vhodné pro použití do zemních hrází vodních toků – zemníky do 25 km od Uherského Hradiště“. Zakázka je vedena pod číslem 17112316.

1.1 Terénní průzkumné práce

Nejprve byly vytipovány lokality s potenciálně vhodným materiálem a následně byla provedena jejich rekognoskace v terénu. V únosné dojezdové vzdálenosti a s dostatečným množstvím materiálu byly vybrány dvě lokality (viz Obr. 1). První lokalitou je již uzavřená cihelna v Kunovicích vzdálená cca 12 km od Kněžpole (Březnice) a cca 3,8 km od Kunovic. Druhou lokalitu představuje aktivní štěrkovna v Boršicích u Buchlovic, která je cca 16,5 km od Kněžpole (Březnice) a cca 10,5 km od Kunovic.

V Kunovické cihelně byly odebrány dva poloporušené vzorky zeminy a dva vzorky technologické, na lokalitě štěrkovny u Boršic byly odebrány taktéž dva poloporušené vzorky zeminy a jeden směsný technologický vzorek. Všechny tyto vzorky zemin byly odebrány tak, aby byla zachována jejich přirozená vlhkost a v laboratoři půdní mechaniky pak byly provedeny zrnitostní rozbor, stanovení konzistenčních mezí a zkoušky zhuštnutelnosti. Vzorky byly odebrány z nitra deponií bezprostředně po odtěžení jejich částí bagrem či ruční kopanou sondou.



Obr. 1 Mapa vybraných lokalit

2 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH LOKALIT

2.1 Cihelna Kunovice

V dnes již bývalé Abrahámově cihelně v Kunovicích se těžila surovina zejména pro výrobu pálených tašek. Cihelna je nyní z části zatopena a uvažuje se o odtěžení zbylé části materiálu a o její kompletní revitalizaci. Těženou surovinou zde byly zejména sprašové hlíny, které jsou dnes již prakticky odstraněny. V jejich podloží se nachází fluviolakustrinní neogénní (miocén, panon) sedimenty charakteru jílu, prachovitých jílu, písčitých jílu až písků. Z pohledu regionální geologie se tyto řadí do Karpatské soustavy, konkrétně do Moravské části Vídeňské pánve.

Uvažovaným materiálem pro zemní hráze vodních toků jsou neogénní sedimenty v podobě písčitých hlín geotechnické třídy F3-MS (vzorek Kunovice S1) a hlinitých písků tř. S4 SM v jejich podloží (Kunovice S2). Využitelné jsou i reliktové sprašových hlín tř. F6.



Foto 1, 2 Cihelna Kunovice, sonda S 1



Foto 3 Cihelna Kunovice, sonda S 2



Foto 4 Cihelna Kunovice, rozhraní nadložních písčitých hlín a písků

2.2 Štěrkovna Boršice

V činné štěrkovně jihovýchodně od Boršic jsou těženou surovinou sedimenty 30 m mocného náplavového kužele, který je výsledkem erozně denudačních procesů, probíhajících převážně v Chříbech. Z pohledu regionální geologie se jedná o kvartér západních Karpat. Vyskytují se zde zejména hlinitopísčité štěrky geotechnické třídy G4 GM a hlinité písky S4 SM. S oběma těmito typy sedimentárních zemin je možné uvažovat jako s vhodným materiálem pro zemní hráze vodních toků.



Foto 5, 6 Štěrkovna u Boršic, místo odběru vzorků



Foto 7 Přesná lokalizace sond z nichž byl odebrán směsný technologický vzorek

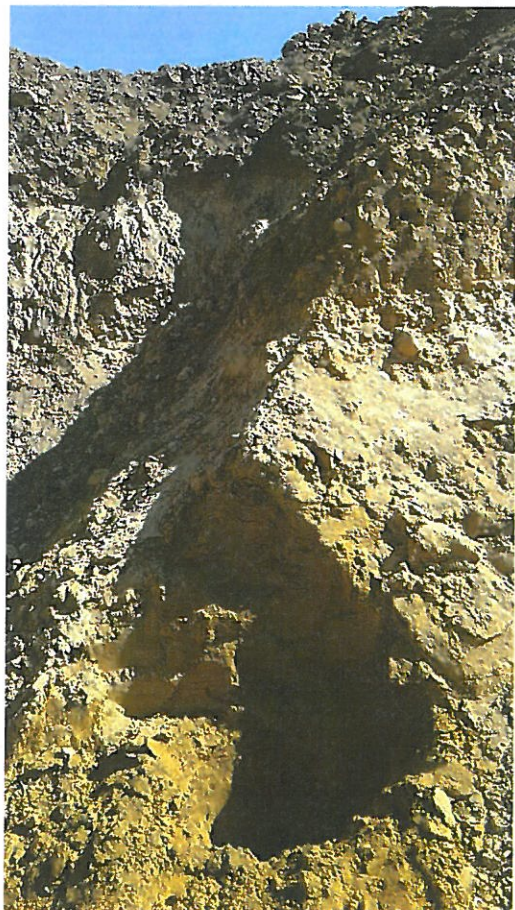
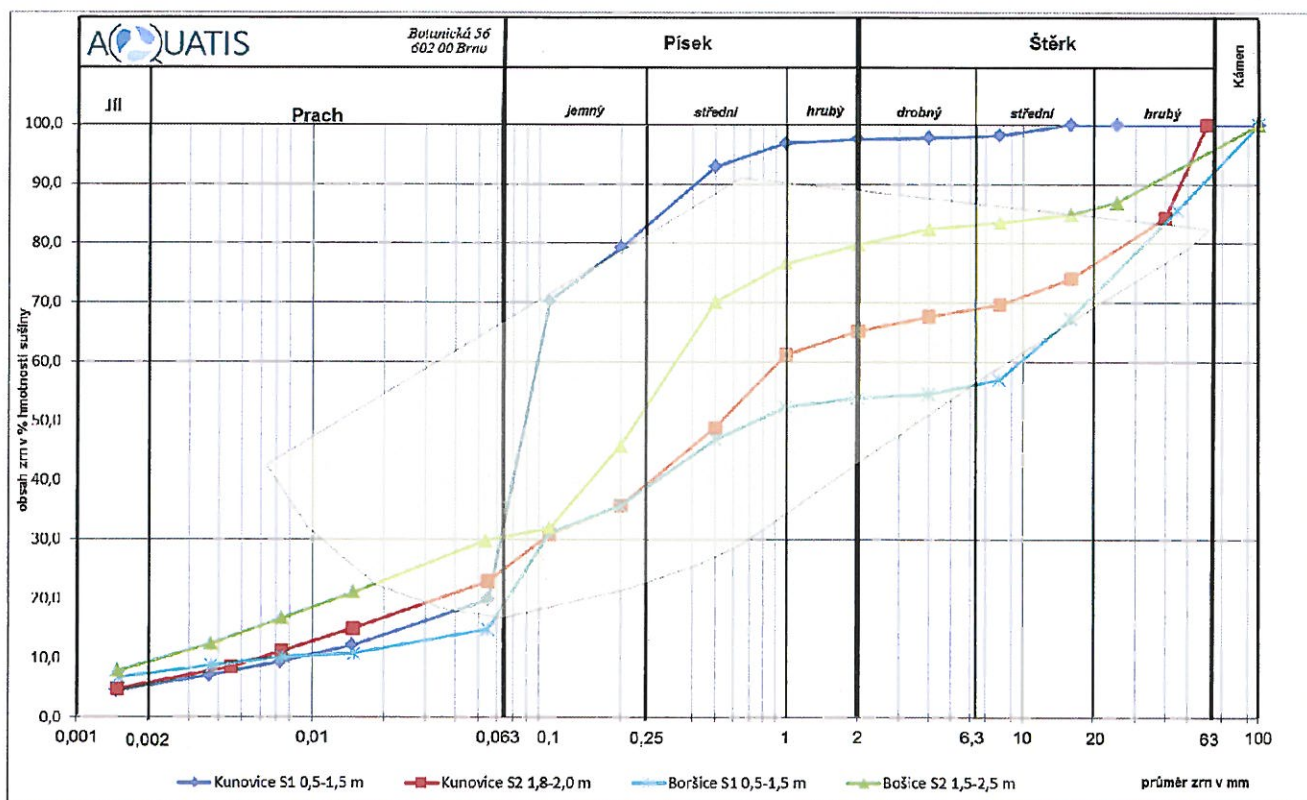


Foto 8 Profil stěny těžební jámy

3 LABORATORNÍ ROZBORY ZEMIN A GEOTECHNICKÉ VÝPOČTY

3.1 Zrnitost

V následujícím grafu jsou vykresleny zrnitostní křivky vzorků z jednotlivých lokalit s vyznačením upraveného intervalu požadovaného zrnitostního složení dle publikace: Vaníček, I. - Požadavky na vlastnosti zemin z hlediska jejich využití pro stavby zemních hrází retenčních nádrží (Česká geotechnická společnost ČSSI, seminář "Problematika návrhu a výstavby sypaných hrází protipovodňové ochrany").



Obr. 2 Graf zrnitostního složení

3.2 Laboratorně zjištěné geotechnické vlastnosti

V následující tabulce jsou uvedeny výsledky laboratoře mechaniky zemin, kde byly stanoveny přirozené vlhkosti jednotlivých vzorků a stanovení jejich konzistenčních mezí, následně bylo provedeno jejich zařazení do geotechnických tříd.

Geotechnické hodnoty

půdněmechanická laboratoř AQUATIS a.s., Botanická 56, 602 00 Brno

číslo vzorku sonda hloubka		1 Kunovice S1 0,5-1,5 m	2 Kunovice S2 1,8-2,0 m	3 Bořšice S1 0,5-1,5 m	4 Bořšice S2 1,5-2,5 m
	(m)				
přiroz. vlhkost	(%)	15,1	16,2	10,0	15,6
mez tekutosti	(%)	32,8	54,6		37,2
mez plasticity	(%)	20,2	24,5		17,8
index plasticity	(%)	12,6	30,1		19,4
index konzistence		1,4	1,3		1,1
zatřídění dle ČSN 73 1001		F3-MS	S4 SM	G4 GM	S4 SM
ČSN EN ISO 14688-2					

Makroskopický popis vzorků	číslo vzorku	
	1	Rezavěhnědá hlína prachovitá, silně písčitá s obsahem úlomků a valounů kamene, frakce drobné až hrubé, konzistence pevná
	2	Šedohnědý písek jemný až hrubý, hlinitý s vyšším podílem úlomků a valounů kamene, drobné až hrubé zmitostní frakce, slabě ulehý
	3	Šedohnědý štěrk střední až kamenitý, silně písčitý, středně až silně zahliněný, slabě až středně ulehý
	4	Hnědý písek jemný až hrubý, silně zahliněný s obsahem úlomků a valounů kamene, drobné až kamenité zmitostní frakce, slabě až středně ulehý

Lokalita :	Kunovice - zemníky
Zpracoval :	Vítězslav Musel

Tab. 1 Laboratoř mechaniky zemin

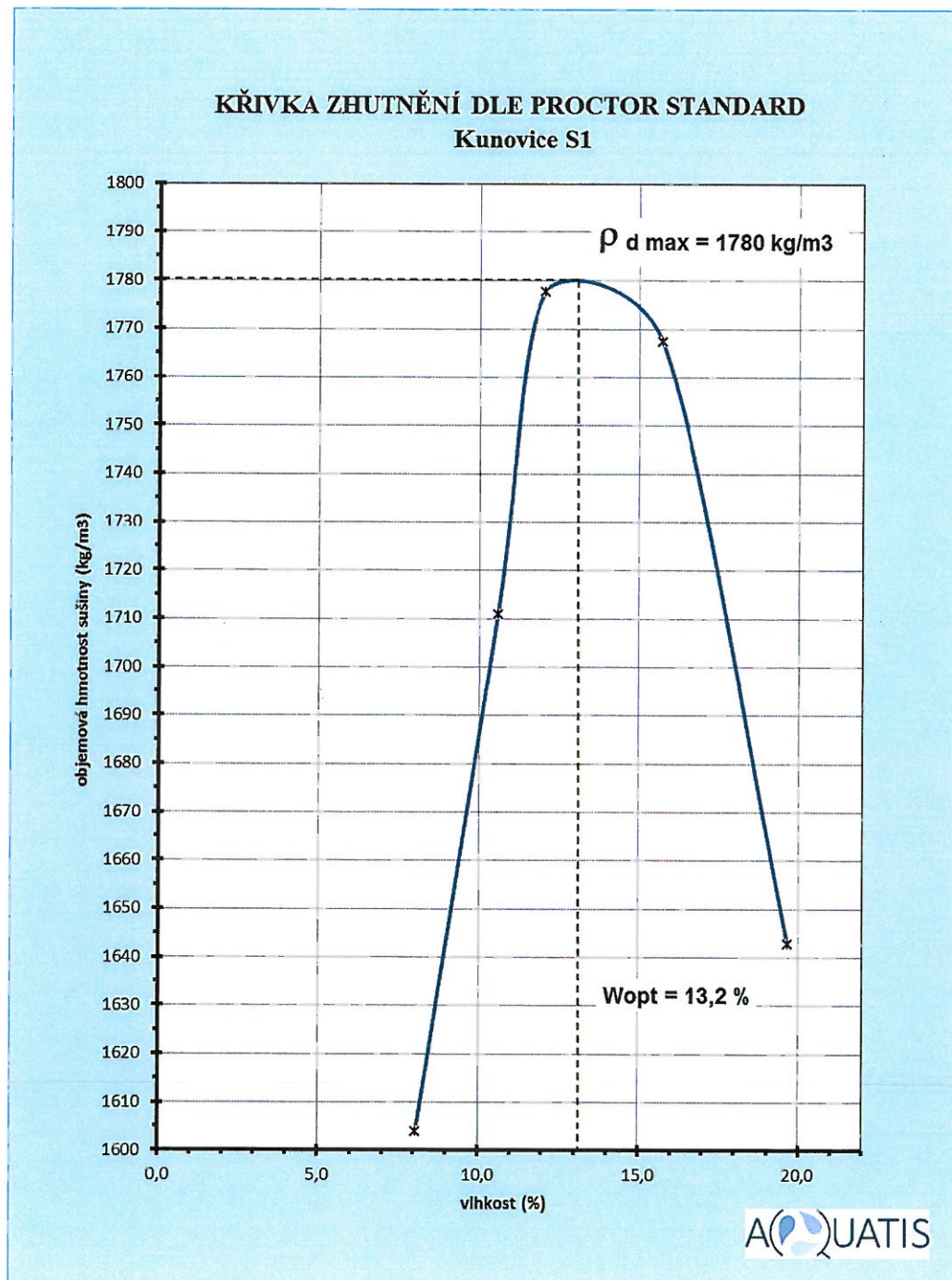
3.3 Směrné normové charakteristiky

	hlína písčitá	písek hlinitý	štěrk hlinitý
třída	F3-MS	S4 SM	G4 GM
těžitelnost	3.	3.	3., oj. 3.-4.
$\varphi_{u, ef} / ^\circ$	10	28	30-35
$c_{u, ef} / \text{MPa}$	0,06	0,01	0,008
E_{def} / MPa	10	10-15	80
R_{dt} / MPa	0,22	0,25	0,35
v	0,35	0,3	0,3
γ / kNm^{-3}	18	18	19

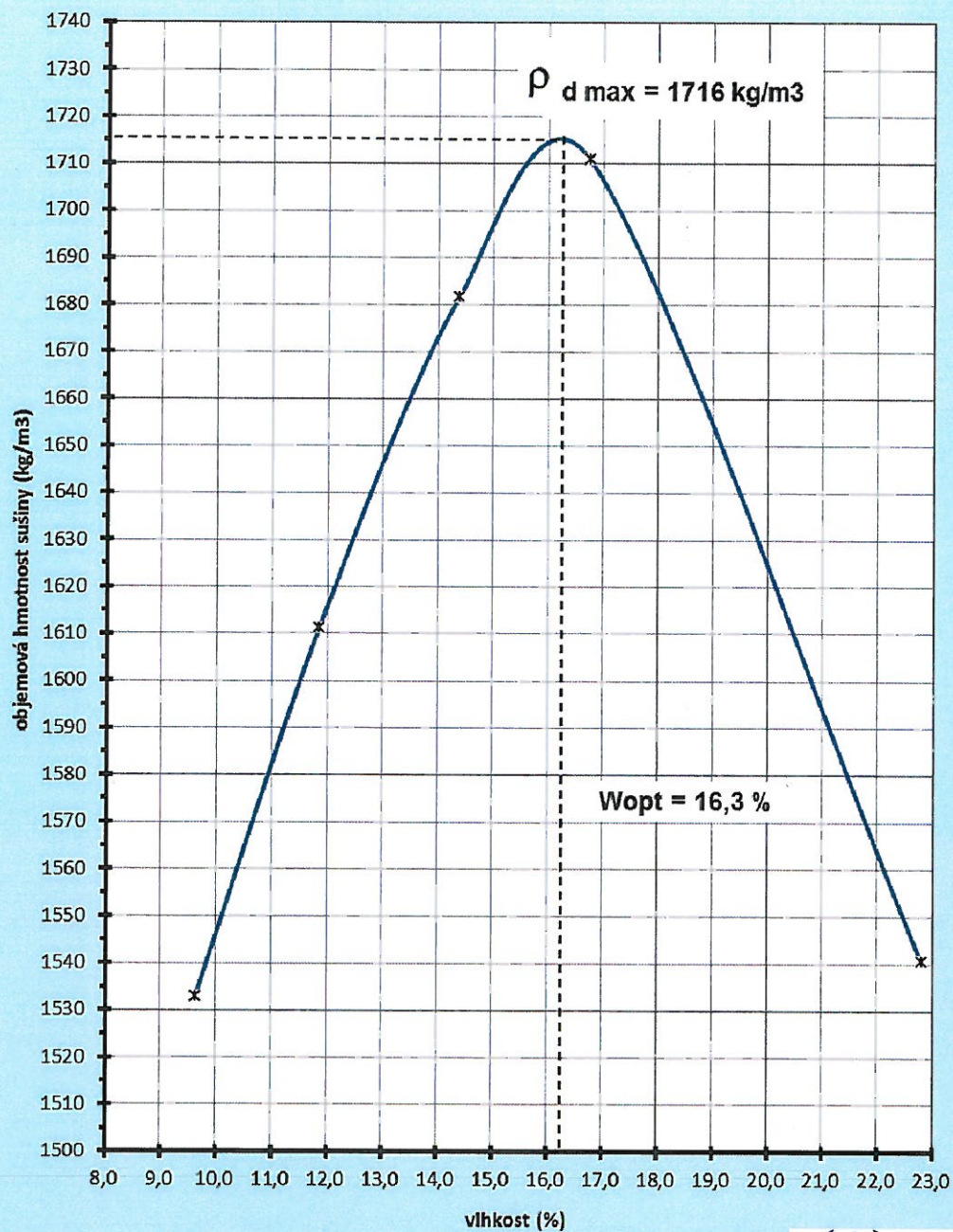
Tab. 2 Směrné normové charakteristiky (ČSN 73 1001, 73 3050)

3.4 Zhutnitelnost

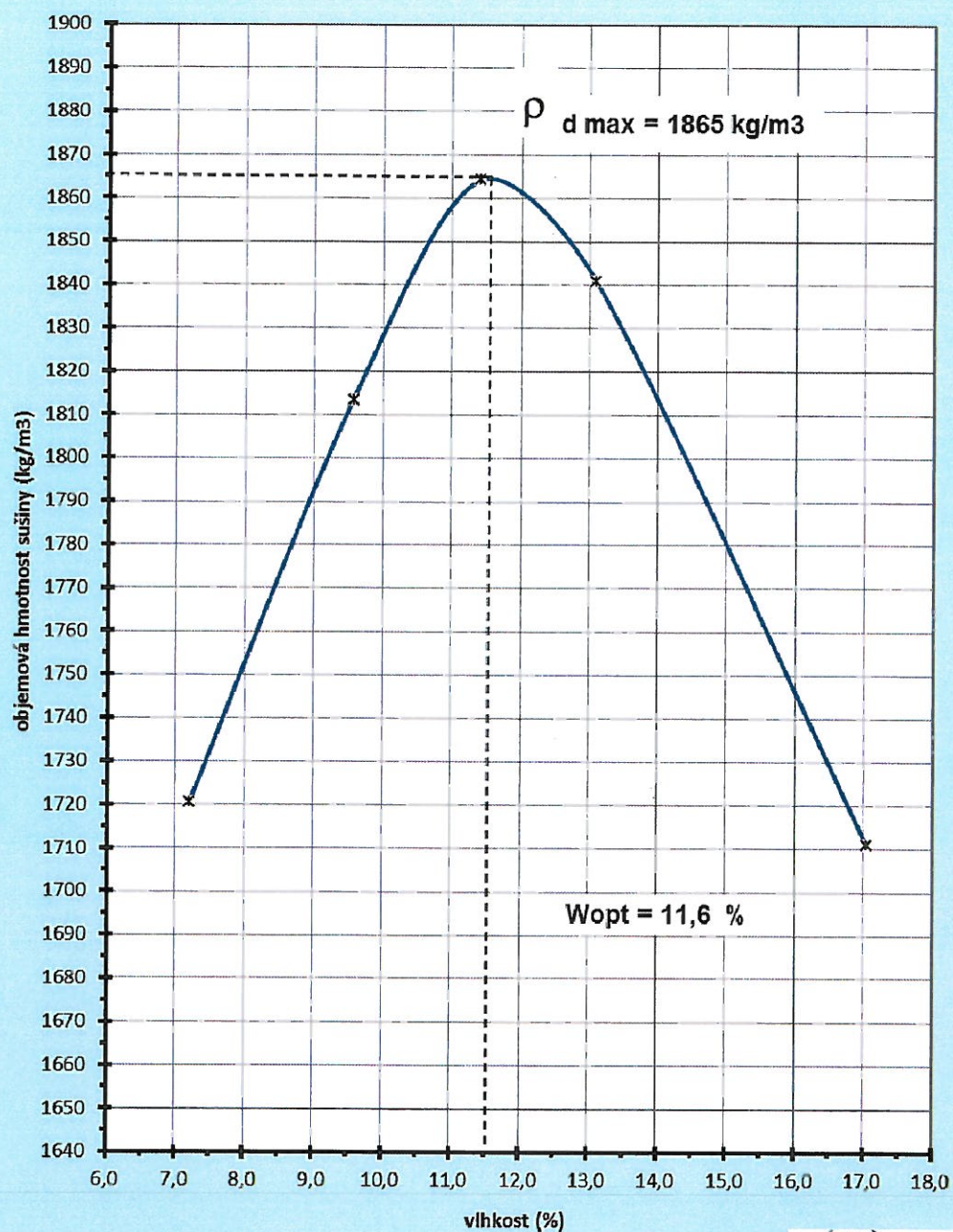
V rámci terénních průzkumných prací byly v Kunovické cihelně odebrány dva technologické vzorky zemin a ve šterkovně u Boršic jeden směsný technologický vzorek. Následně na nich byla provedena zkouška zhutnitelnosti dle PROCTOR STANDARD. Výsledky těchto zkoušek jsou přehledně zpracovány do následujících grafů s vyznačením optimální vlhkosti a maximální objemové hmotnosti prověřovaných zemin.



KŘIVKA ZHUTNĚNÍ DLE PROCTOR STANDARD
Kunovice S2



KŘIVKA ZHUTNĚNÍ DLE PROCTOR STANDARD
Boršice - směs



4 TECHNICKÝ ZÁVĚR – ověření vhodnosti zemin pro zemní hráze

4.1 Cihelna Kunovice

V areálu bývalé Abrahámovy cihelny u Kunovic se nacházejí dva, resp. tři typy zemin v přirozeném uložení. Těženou surovinou pro výrobu pálených tašek zde byly sprašové hlíny, ty jsou však momentálně již téměř odstraněny. V jejich podloží (dnes při povrchu) jsou uloženy fluviolakustrinní sedimenty Vídeňské pánve. Nejprve se jedná o písčité hlíny geotechnické třídy F3, v jejich podloží se pak nacházejí hlinité písky S4. Tyto dva typy zemin se mohou na lokalitě střídát nebo se jejich vrstvy mohou prolínat s nejasnými hranicemi. Z obou typů zemin byl odebrán jednak poloporušený vzorek k zrnitostnímu rozboru a stanovení přirozené vlhkosti a konzistenčních mezí, a dále také směsný technologický vzorek, který byl následně v laboratoři zhomogenizován a podroben zkoušce zhutnitelnosti dle tzv. Proctor Standard. Výsledky těchto zkoušek byly využity při posouzení vhodnosti zemin jako materiálu pro zemní hráze vodních toků.

Cihelna Kunovice S1 0,5 – 1,5 m F3 MS

- Rezavohnědá hlína prachovitá, silně písčitá s obsahem úlomků a valounů kamene, frakce drobné až hrubé, pevné konzistence.
- Na křivce zrnitosti se podílí 5 % jílovitých zrn, 25 % prachovitých zrn, do 55 % frakce jemný písek, 15 % frakce střední až hrubý písek a do 5 % frakce drobný až hrubý štěrk.
- Maximální objemové hmotnosti sušiny $\rho_{dmax} = 1780 \text{ kg.m}^{-3}$ bylo dosaženo při optimální vlhkosti $W_{opt} = 13,2 \%$
- Přirozená vlhkost $W_n = 15,1 \%$
- Vlhkost na mezi tekutosti $W_l = 32,8 \%$
- Vlhkost na mezi plasticity $W_p = 20,2 \%$
- Stupeň konzistence $I_c = 1,4$

Cihelna Kunovice S2 1,5 – 2,0 m S4 SM

- Šedohnědý písek jemný až hrubý, hlinitý s vysokým podílem úlomků a valounů kamene, drobné až hrubé zrnitostní frakce, slabě až středně ulehlý.
- Na křivce zrnitosti se podílí 7 % jílovitých zrn, do 20 % prachovitých zrn, 40 % frakce písek a 35 % frakce drobný až hrubý štěrk.
- Maximální objemové hmotnosti sušiny $\rho_{dmax} = 1716 \text{ kg.m}^{-3}$ bylo dosaženo při optimální vlhkosti $W_{opt} = 16,3 \%$
- Přirozená vlhkost $W_n = 16,2 \%$
- Vlhkost na mezi tekutosti $W_l = 54,6 \%$
- Vlhkost na mezi plasticity $W_p = 24,5 \%$
- Stupeň konzistence $I_c = 1,3$

Z provedených laboratorních zkoušek je zřejmé, že přirozené vlhkosti obou vzorků se pohybují v doporučeném vlhkovém intervalu – 2% až + 3% od optimální vlhkosti (Vaníček, 2002). Z hlediska zhutnitelnosti jsou tedy použitelné oba materiály bez nutnosti vlhkovních úprav.

Zrnitostním složením splňují požadavky na vlastnosti zemin z hlediska jejich využití pro stavby zemních hrází oba vzorky. Nicméně, vzorek č.1 (sonda S1) písčité hlína F3-MS je z hlediska strmého průběhu zrnitostní křivky (vysoký podíl jemnozrnného písku) náchylná k sufózním jevům. Nejprůhodnější se jeví využití obou materiálů ve směsi, což také výrazně zjednoduší technologii těžby, tzn. těžba bude možná v celém profilu stěny. Požadovaný objem materiálu pro projektované zemní hráze 25 000 – 30 000 m³ by dle sdělení pověřeného správce cihelny Ing. Petra Majíčka (tel. 602 720 626) a terénní prohlídky měl být na této lokalitě bez problému dosažitelný.

4.2 Štěrkovna Boršice

Činná štěrkovna u Boršic je zaměřena na těžbu kvartérních sedimentů 30 m mocného náplavového kužele. S vedoucím p. Zapletalem, resp. pracovníkem p. Gottwaldem, bylo nejprve vytipováno místo vhodné k těžbě požadovaného materiálu. Zde byly po odtěžení bagrem a následných kopaných sondách odebrány dva poloporušené vzorky k zrnitostnímu rozboru a stanovení přirozené vlhkosti a konzistenčních mezí, a dále také jeden směsný technologický vzorek, který byl následně v laboratoři zhomogenizován a podroben zkoušce zhutnitelnosti dle tzv. Proctor Standard. Výsledky těchto zkoušek byly využity při posouzení vhodnosti zemin jako materiálu pro zemní hráze vodních toků.

Štěrkovna Boršice S1 0,5 – 1,5 m G4 GM

- Šedohnědý štěrk střední až kamenitý, silně písčitý, středně až silně zahliněný, slabě až středně ulehlý.
- Na křivce zrnitosti se podílí do 10 % jílovitých zrn, do 15 % prachovitých zrn, 30 - 35 % frakce písek a 45 % frakce střední až kamenitý štěrk.
- Přirozená vlhkost $W_n = 10,0 \%$

Štěrkovna Boršice S2 1,5 – 2,5 m S4 SM

- Hnědý písek jemný až hrubý, silně zahliněný s obsahem úlomků a valounů kamene drobné až kamenité zrnitostní frakce, slabě až středně ulehlý.
- Na křivce zrnitosti se podílí do 10 % jílovitých zrn, cca 20 % prachovitých zrn, 50 % frakce písek a 20 % frakce drobný až kamenitý štěrk.
- Přirozená vlhkost $W_n = 15,6 \%$
- Vlhkost na mezi tekutosti $W_l = 37,2 \%$
- Vlhkost na mezi plasticity $W_p = 17,8 \%$
- Stupeň konzistence $I_c = 1,1$

Štěrkovna Boršice S1 + S2 zhutnitelnost

- Maximální objemové hmotnosti sušiny $\rho_{dmax} = 1865 \text{ kg.m}^{-3}$ bylo dosaženo při optimální vlhkosti $W_{opt} = 11,6 \%$

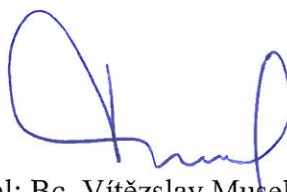
Přirozené vlhkosti obou vzorků se pohybují v doporučeném vlhkostním intervalu – 2% až + 3% (či při jeho těsné hranici) od optimální vlhkosti (Vaníček, 2002). Z hlediska zhutnitelnosti jsou tedy použitelné oba materiály bez nutnosti vlhkostních úprav.

Z hlediska zrnitostního složení splňují dané požadavky oba typy zemin. I zde se jako nejvýhodnější jeví využití obou materiálů ve směsi, přičemž dojde opět ke zjednodušení technologie těžby. Dle sdělení vedoucího štěrkovny p. Zapletala (tel. 603 802 734) je zde požadovaná kubatura 25 000 – 30 000 m³ bez problému dosažitelná.

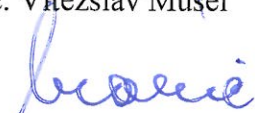
4.3 Shrnutí

Všechny zkoumané vzorky z obou lokalit jsou pro stavbu či nadvýšení zemních hrází vodních toků vhodné a využitelné bez nutnosti vlhkostních úprav (dle Vaníček, I. - Požadavky na vlastnosti zemin z hlediska jejich využití pro stavby zemních hrází retenčních nádrží (Česká geotechnická společnost ČSSI, seminář "Problematika návrhu a výstavby sypaných hrází protipovodňové ochrany")). Dle normy Malé vodní nádrže ČSN 75 2410 jsou zeminy kategorie SM a MS vhodné a zeminy kat. GM výborné pro hutnění do homogenních zemních hrází.

Z výše uvedeného vyplývá, že lokalita Kunovické cihelny a stejně tak štěrkovny u Boršic jsou vhodnými zdroji materiálů pro stavbu či nadvýšení zemních hrází vodních toků. Pokud by se pro akce „Olšava, Kunovice – protipovodňová ochrana města“ a „Březnice, ústí – Bílovice, dosypání hrází“ uvažovalo o využití materiálu z jiného zdroje, měl by být tento posouzen dle výše uvedených předpisů (Malé vodní nádrže ČSN 75 2410, Vaníček, I. - Požadavky na vlastnosti zemin z hlediska jejich využití pro stavby zemních hrází retenčních nádrží).



Vypracoval: Bc. Vítězslav Mušel



Kontroloval: RNDr. Petr Moric


AQUATIS a.s.
Botanická 834/56, 602 00 BRNO

(10)

