



**HEJNÁK AGROGEOLOGIE**

**INŽENÝRSKO GEOLOGICKÝ PRŮZKUM  
PRO  
MALÉ VODNÍ NÁDRŽE  
V KATASTRÁLNÍM ÚZEMÍ BÍLÝ KOSTEL**

**VODNÍ NÁDRŽ „ZA TRATÍ“**

**V PRAZE V ŘÍJNU 2017**

# INŽENÝRSKO GEOLOGICKÝ PRŮZKUM PRO MALÉ VODNÍ NÁDRŽE V KATASTRÁLNÍM ÚZEMÍ BÍLÝ KOSTEL

## VODNÍ NÁDRŽ „ ZA TRATÍ “

### 1 ÚVOD

Ing. Štěpán Brodský u mě objednal inženýrsko geologický průzkum pro vybudování malých vodních nádrží na třech lokalitách. Jednalo se o lokalitu „U vedení“, „Za tratí“ a „V zářezu“.

Na lokalitách bylo vyhloubeno celkem 10 kopaných sond na náklad investora. Pro zpracování průzkumu byly využity zaměřené situace, které mi dodal objednatel. Do těchto situací zakreslil projektant profily hrází a čáry okrajů maximální hladiny vody v projektovaných nádržích. Spolu s těmito základními návrhy jsou v příložených výsecích ze zaměřených situací zakreslena místa kopaných sond a linie geologických řezů, které objasňují úložní poměry hornin na stavenišťích nádrží. Součástí této zprávy je písemná a fotografická dokumentace kopaných sond. Je přiložen certifikát rozborů a zkoušek provedených na technologickém vzorku konstrukční zeminy, odebraném ze sondy K1.

Při provádění a zpracování průzkumu jsem postupoval podle ČSN 730090 „Geologický průzkum pro stavební účely“. Horniny zastižené sondami jsem popsals v souladu s ČSN 72 1001 „Pojmenování a popis hornin“, aby je bylo možno zařadit do skupin a tříd příslušných stavebně geologických a technických ČSN.

Úložní poměry a fyzikálně mechanické charakteristiky hornin, základové poměry a možnost získat konstrukční zeminu na hráze v místě nádrží a těsném okolí, jsou posouzeny pro každou lokalitu.

#### 1.1 INŽENÝRSKO GEOLOGICKÝ PRŮZKUM

Lokalita „Za tratí“ byla prozkoumána 3 kopanými sondami K6, K7 a K 8. Z výsledků sondáže byl sestrojen geologický řez E - F v měřítku 1 : 200/100, ze kterého jsou patrné úložní poměry hornin na lokalitě. Řez je konstruován v pohledu proti sklonu údolí. Jsou posouzeny fyzikálně mechanické a hydraulické charakteristiky hornin z hlediska zakládání objektů a využití jako konstrukční zeminy na stavbu hráze.

### 2. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Bílý Kostel nad Nisou leží v Liberecké kotlině vyplněné glacifluviálními sedimenty. V důsledku tektonického zdvihu celé oblasti došlo v kotlině k poklesům, které se v morfologii projeví vznikem několika stupňů teras glacifluviálních sedimentů. Dosud nebyly v okolí nalezeny morénové sedimenty, takže se lze domnívat, že do této části nepronikl severský – kontinentální ledovec a vznikaly zde ve starším pleistocénu pouze periglaciální jezerní sedimenty, reprezentované hlínami různého charakteru.

Zájmové území leží v jihovýchodní části lužického plutonu budovaného převážně granodiority. Místa jsou na povrchu plutonu zachovány zbytky metamorfovaných krystalických hornin, především svorových rul. V nadloží těchto krystalických hornin leží, kromě uvedených jezerních hlín, glacifluviální písky a štěrky, které byly v Bílém Kostele těženy.

Mladší pleistocén je zastoupen prachovitými a jílovitými hlínami s příměsí hrubého písku a drobného šterku. V okolí Václavic dosahuje tento sediment mocnosti místy až 6 m. V jeho podloží se nachází rulové eluvium až rozpadavá zvětralá rula ležící na zvětralé až zvětralé zbřidličnatělé žule.

Na základě výsledků sondáže na lokalitách a litologického a genetického zařazení, sondáží zastižených hornin, jsou zkonstruovány geologické řezy, ze kterých jsou patrné úložní poměry hornin a podle nich posouzeny základové poměry pro stavbu hrází, výpustí a bezpečnostních přelivů.

### 2.1 GEOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY

Skalní podloží lokality „Za tratí“ tvoří ruly v různém stupni navětrání a rozpadu. Na nich se uložily hlinito kamenité a kamenito hlinité sutě, které vyplňují i dno široké údolní deprese. Sutě jsou zakryty svahovými hlínami, různého litologického složení, pleistocenního stáří. V holocénu, v nejnižší poloze údolní deprese periodické drobné vodoteče uložily hlinité náplavy. V recentu byla údolní niva zarovnána povodňovými hlínami. Podzemní voda se akumuluje v sutích a částečně i holocenní hlíny jsou nasycené vodou.

### 3. DOKUMENTACE SOND

K6 282,80 m v nivě

0,00 – 0,50 m hnědošedá humózní písčité hlína

0,50 - 2,00 m bělavá hnědožlutá prachovitá a jílovitá hlína, rezavě mramorovaná se závalky bělošedého jílu, vlhká, tuhá, dole velmi vlhká, měkká, vysoce plastická - povodňová

2,00 - 2,50 m šedohnědá, modrošedě mramorovaná jílovitá hlína, velmi vlhká, měkká plastická s vrstvičkami hlinitého písku a čistého písku vodou nasyceného – holocenní náplav

2,50 – 3,00 m písčité, šterkovito kamenité pleistocenní náplav vodou nasycený.

Podzemní voda prosakuje dnem sondy. Hladina vystoupila během průzkumu na lokalitě do hloubky 2,60 m pod terénem



Sonda K6. Voda ve dně sondy.  
Vpravo šterkovito kamenitý výkopek ze dna sondy.

**K7** 285,5 m v levém břehu

0,00 - 0,20 drn

0,20 - 1,20 šedohnědá jemně písčité až prachovitá hlína, suchá, tuhá, slabě plastická - svahová

1,20 - 2,00 žlutohnědá, rezavě mramorovaná prachovitá a jílovitá hlína, čerstvě vlhká, tuhá, vysoce plastická – svahová

Podzemní voda nezastižena.



Sonda K7 v levém břehu ve svahových hlínách.

**K8** 286,00 m na pravém břehu v sadu ořešáků

0,00 - 0,30 m hnědošedá humózní písčité hlína

0,30 - 2,30 m žlutohnědá, bělošedě a rezavě mramorovaná prachovitá a jílovitá hlína, tuhá až pevná, vysoce plastická – svahová.

2,30 - 2,80 m dtto s vrstvičkami rezavé hlíny se zrny písku velikosti 2 až 4 mm (sopečný tuf) s ojedinělými kulatými čedičovými kameny velikosti 5 až 10 cm

Podzemní voda nezastižena

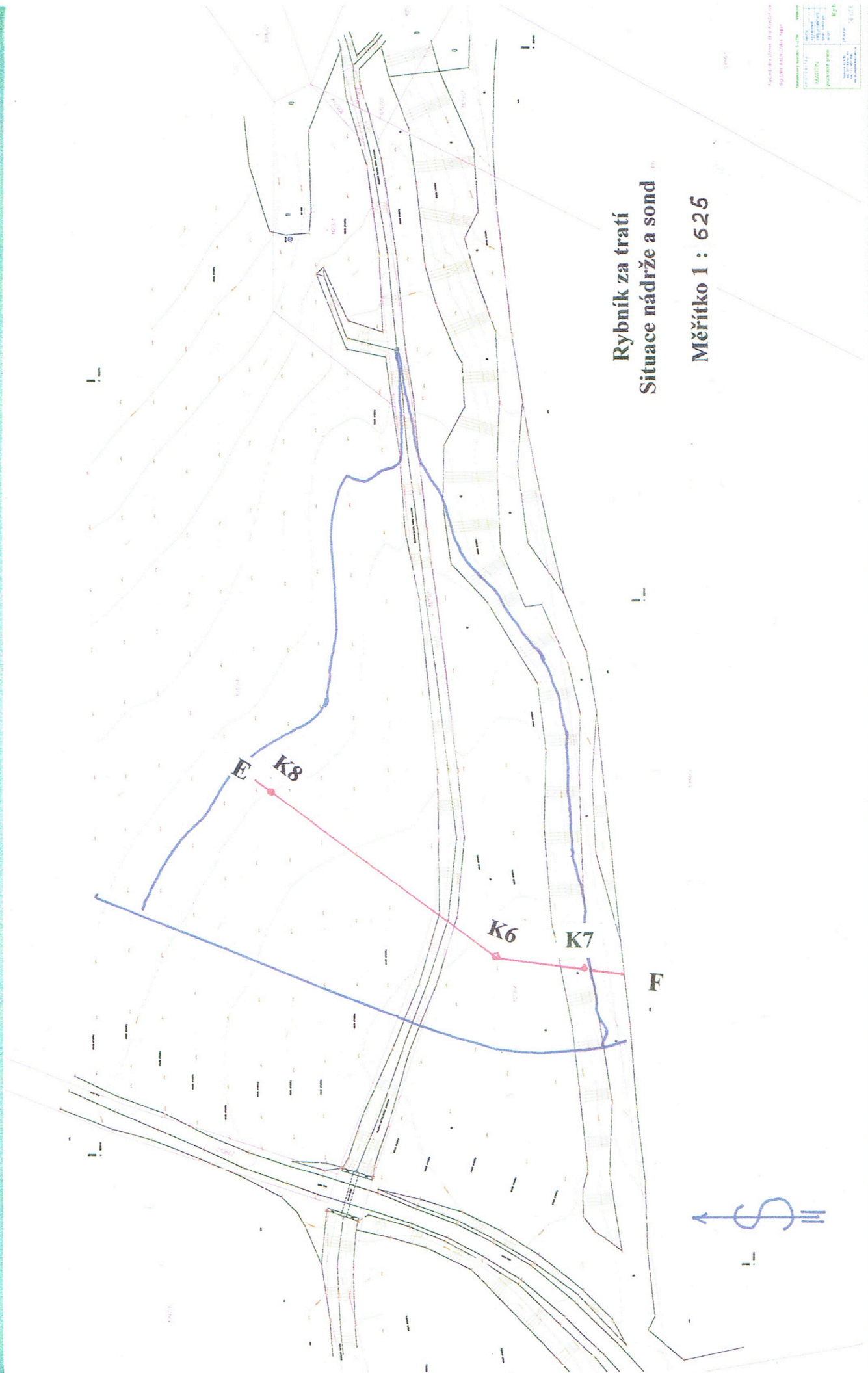


Sonda K8 na pravém břehu ve svahových hlínách.

#### 4. GRAFICKÁ PŘÍLOHA situace a geologické řezy

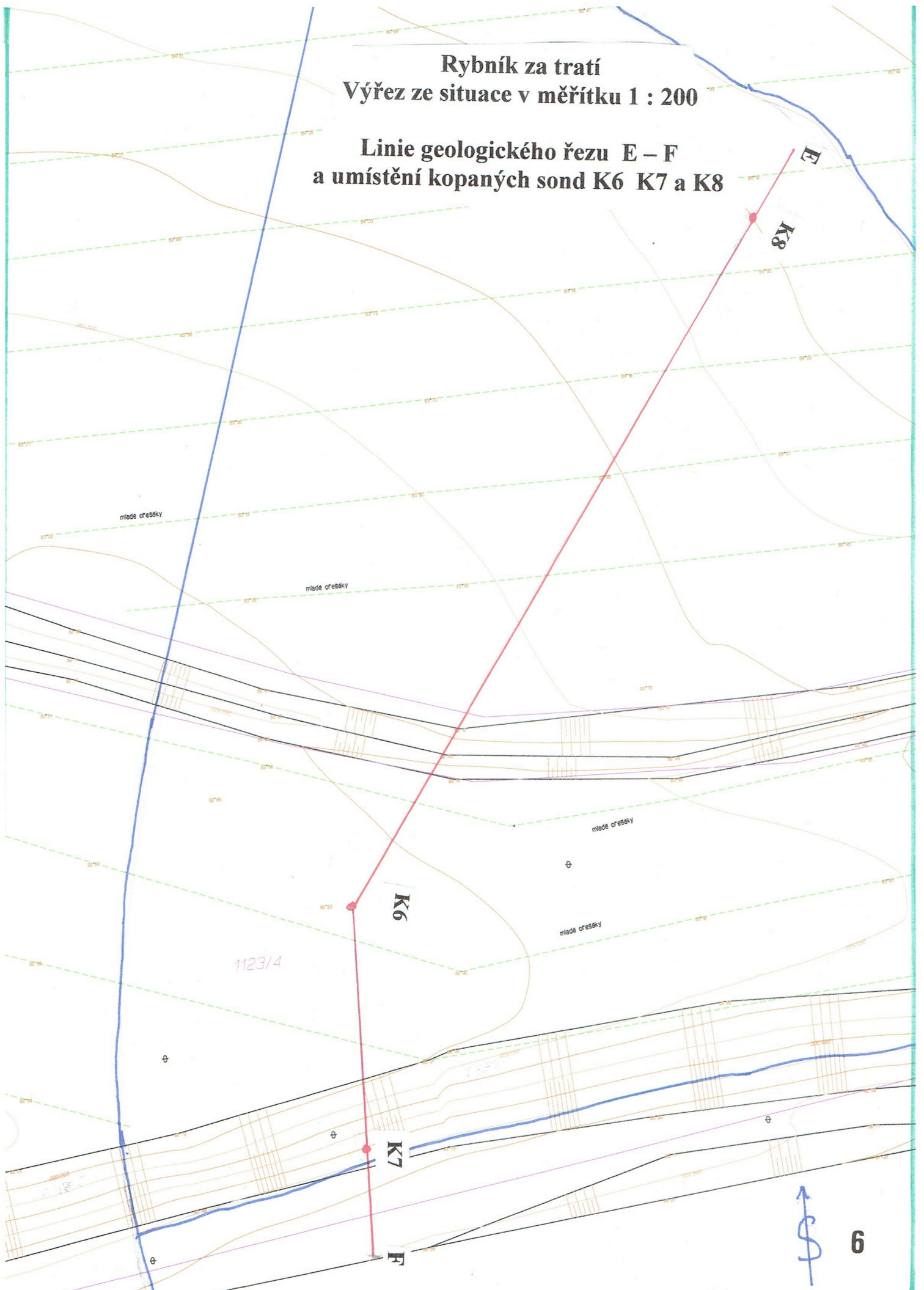
ANOTACE K OBRÁZKOVÉMU PŘÍLOŽENÍMU MAPĚ	
Měřítko: 1:625 Datum: 14.12.2014 Projekt:	K 6 K 7 K 8

**Rybník za tratí**  
**Situace nádrže a sond**  
**Měřítko 1 : 625**

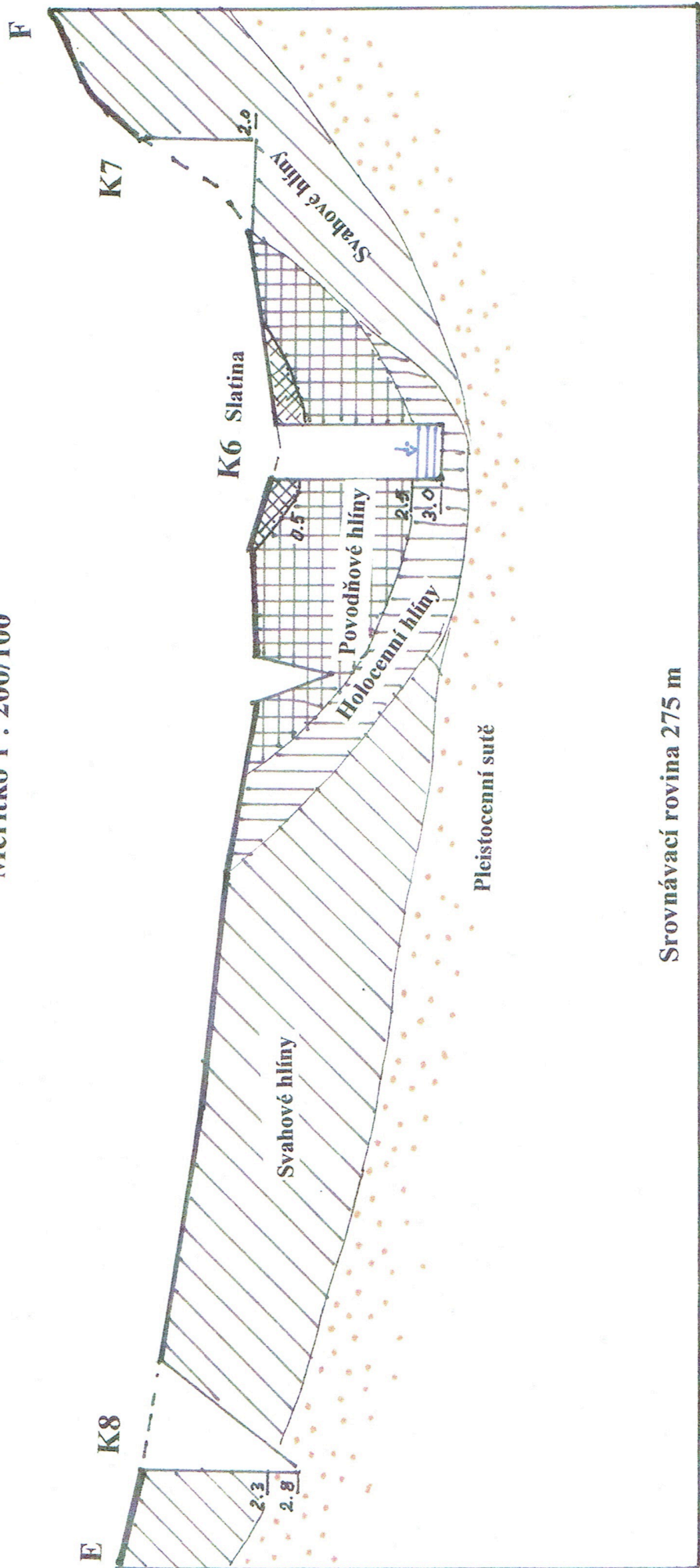


Rybník za tratí  
Výřez ze situace v měřítku 1 : 200

Linie geologického řezu E – F  
a umístění kopaných sond K6 K7 a K8



Rybník za trati  
Geologický řez E-F  
Měřítko 1 : 200/100



Srovnávací rovina 275 m



## 5. ÚLOŽNÍ POMĚRY HORNIN

Z geologického řezu E - F je patrný postup ukládání kvartérních sedimentů. Nejstarší horninou jsou pleistocenní sutě, na kterých se uložily svahové hlíny také pleistocenního stáří. V holocénu se v centrální části údolní deprese na svahových hlínách případně i na sutích uložily hlinité náplavy. Centrální část údolní deprese je zarovnána povodňovými hlínami, které dosahují mocnosti až 2,5 m.

V depresích na povrchu nivy se vyskytují i slatiny v mocnosti do 0,5 m.

Podzemní voda se akumuluje v nivní depresi ve vodou nasycených holocenních hlinitých náplavech.

### Stratigrafické schema :

Slatiny	
Povodňové hlíny	
Hlinité náplavy	HOLOCÉN
-----	
Svahové hlíny	PLEISTOCÉN
Sutě	

V posloupnosti tohoto schématu jsou popisovány a klasifikovány horniny v tomto průzkumu.

## 6. POPISNÉ CHARAKTERISTIKY HORNIN

**Slatiny** byly popsány jako silně humózní písčité hlína se slatinou

**Povodňové hlíny** byly popsány jako prachovitá hlína a jílovitá hlína- vysoce plastická

**Hlinité náplavy** byly popsány jako jílovitá hlína s vrstvičkami hlinitého písku a čistého písku vodou nasyceného – plastická,

**Svahové hlíny** byly popsány jako prachovitá a jílovitá hlína a jako jemně písčité až prachovitá hlína – vysoce plastická

**Sutě** byly popsány jako prachovitá a jílovitá hlína drobnými úlomky čedičového tufu a s ojedinelými čedičovými kameny – vysoce plastická

## 7. ZATŘÍDĚNÍ HORNIN

Na základě terénního posouzení jsou jednotlivé typy hornin zařazeny do příslušných stavebně geologických ČSN. Na základě zatřídění dle ČSN 731001 jsou uvedeny jejich směrné normové charakteristiky a hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti. Na základě zatřídění dle ČSN 752410 jsou uvedeny orientační fyzikálně mechanické vlastnosti ztuhnutých zemin a posouzena vhodnost pro různé zóny hutnění hrází.

V souladu s ČSN 733050 je posouzena těžitelnost zemin.

Hornina	Třída	Název	Symbol	ČSN 733050 Tř.těžitelnosti
<i>Povodňové hlíny</i>	F6	jíl s nízkou plasticitou	CL	1-2
<i>Hlinité náplavy</i>	F3	hlína písčitá	MS	3*
<i>Svahové hlíny</i>	F6	jíl s nízkou plasticitou	CL	2-3
<i>Sutě</i>	F2	jíl štěrkovitý	CG	4

\*Vzhledem k nasycení vodou

HORNINA	$\nu$	$\beta$	$\gamma$	$E_{def}$	$c_u$	$\varphi_u$	$c_{ef}$	$\varphi_{ef}$
<i>Povodňové hlíny F6/CL</i>	0,40	0,47	21,0	6	25	0	8-16	17-21
<i>Hlinité náplavy F3/MS</i>	0,35	0,62	18,0	3-6	30	0	8-16	24-29
<i>Svahové hlíny F6/CL</i>	0,40	0,47	21	6	50	0	8-16	17-21
<i>Sutě F2/CG</i>	0,35	0,62	19,5	7-15	60	0	6 - 14	24-30

### Symboly

$\nu$  Poissonovo číslo

$\beta$  součinitel pro převod mezi modulem přetvárnosti a oedometrickým modulem

$\gamma$  objemová tíha zeminy ( $\text{kNm}^{-3}$ )

$E_{def}$  modul přetvárnosti základové půdy (kPa , MPa)

$c_u$  totální soudržnost zeminy (kPa , MPa )

$\varphi_u$  totální úhel vnitřního tření zeminy ( - °)

$c_{ef}$  efektivní soudržnost zeminy (kPa , MPa )

$\varphi_{ef}$  efektivní úhel vnitřního tření zeminy ( - °)

Hornina	Hloubka založení (m)	Šířka základů (m)	Rdt (kPa)
<i>Povodňové hlíny</i> <i>F6/CL</i>	0,8 až 1,5	do 3	50
<i>Hlinité náplavy</i> <i>F3/MS</i>	0,8 až 1,5	do 3	100
<i>Svahové hlíny</i> <i>F6/CL</i>	0,8 až 1,5	do 3	100
<i>Sutě F2/CG</i>	0,8 až 1,5	do 3	175

*Poznámky (ČSN 731001, Příloha 6, str. 51) :*

- Je-li základová spára v hloubce větší než hloubka založení předpokládaná v tab. 15 až 17, je možné u základových pūd skupiny S a G zvýšit hodnoty o 2,5násobek a u základové pūdy skupiny F o 1násobek efektivního napětí od tíhy základové pūdy ležící mezi skutečnou a předpokládanou základovou spárou.*
- Lze-li očekávat, že nejvyšší hladina podzemní vody bude pod základovou spárou v hloubce menší než je šířka základu, tabulková hodnota výpočtové únosnosti se sníží o 30 %.*  
*Neplatí pro základové pūdy skupiny R.*
- Je-li pod základovou spárou pevnější a méně stlačitelná vrstva základové pūdy v hloubce menší než poloviční šířka základu, je možné tabulkové hodnoty výpočtové únosnosti zvýšit o 20 %.*

ORIENTAČNÍ PŮDNĚ MECHANICKÉ VLASTNOSTI ZHUTNĚNÝCH ZEMIN  
( ČSN 75 2410 tab. 4)

TAB. č.4

Hornina	Skupina	Standardní Proctorova zkouška		Filtrační součinitel
		$d_{max}$ (t/m <sup>3</sup> )	$W_{opt}$ (%)	$k$ v m/s
<i>Povodňové hlíny</i>	CL	1,66-1,84	14-19	$1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-10}$
<i>Hlinité náplavy</i>	ML	1,49-1,82	14-25	$5 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-10}$
<i>Svahové hlíny</i>	CL	1,66-1,84	14-19	$1 \cdot 10^{-7}$ - $1 \cdot 10^{-10}$
<i>Sutě</i>	CG	více než 1,84	méně než 17,7	$1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-9}$

VHODNOST ZHUTNĚNÝCH ZEMIN PRO TĚLESO HRÁZE  
( ČSN 75 2410 tab. 5 a 6 )

TAB. č.5

Hornina	Skupina	Orientační sklon svahů homogenní hráze		Vhodnost zeminy pro hráz
		návodní	vzdušný	
<i>Povodňové hlíny</i>	CL	1 : 3,7	1 : 2,2	vhodná pro homogenní hráz, velmi vhodná pro těsnicí část, nevhodná pro stabilizační část
<i>Hlinité náplavy</i>	ML	1 : 3,7	1 : 2,2	málo vhodná pro homogenní hráz, vhodná pro těsnicí část, nevhodná pro stabilizační část
<i>Svahové hlíny</i>	CL	1 : 3,7	1 : 2,2	vhodná pro homogenní hráz, velmi vhodná pro těsnicí část, nevhodná pro stabilizační část
<i>Sutě</i>	GC	1 : 3,4	1 : 2	výborná pro homogenní část, velmi vhodná pro těsnicí část, málo vhodná pro stabilizační část

## 8. KONSTRUKČNÍ ZEMINA

Vhodnou konstrukční zeminu – *svahové hlíny* –, pro stavbu homogenní hráze bude možno těžít především z pravého břehu nádrže. Z levého břehu bude získán určitý objem při úpravě nádržního prostoru. Pokud budou výrazně převlhceny oproti  $W_{opt}$  dle zkoušky Proctor – standard, bude je možno těžít jen za suchého počasí, případně nechat proschnout na mezideponiích.

## 9. ZEMNÍ TĚLESO HRÁZE

Po skrytí humózní zeminy budou základovou spáru v nivě tvořit povodňové a částečně i holocenní hlíny, ve březích to budou svahové hlíny. Základová spára bude zarovnána a zhutněna. Do ní bude vyhlouben zavazovací těsnicí zářez, do kterého bude nasypána a zhutněna konstrukční zemina.

Po úpravě a zhutnění základových spár budou naváženy, rozprostírány, srovnávány a hutněny vrstvy konstrukční zeminy. Mohou mít mocnost max. 0,25 m před zhutněním. Pro hutnění je třeba použít válec se strukturovaným reliéfem běhounu. Pro uvažovanou zeminu není možno použít válec s hladkým běhounem, ale je možno hutnit sypaninu pojezdy naloženými nákladními automobily.

### 9. 1. KONTROLA ZHUTNĚNÍ

Pro kontrolu zhutnění hornin základové spáry a konstrukční zeminy tělesa homogenní hráze bude třeba ze směsi vytěžené konstrukční zeminy odebrat alespoň dva technologické vzorky pro hutnicí zkoušku Proctor-Standard a na základě jejich výsledků kontrolovat dokonalost zhutnění základové půdy (základové spáry) a jednotlivých vrstev navázek zemního tělesa.

Je třeba kontrolovat dokonalost zhutnění nejméně každé třetí vrstvy pomocí odběru neporušených vzorků. Podle konkrétní situace zkontrolovat únosnost povrchu základové spáry dynamickými a statickými zatěžovacími zkouškami.

Základní kontrolu je třeba provádět odběrem neporušených vzorků. Na nich je třeba změřit objemovou hmotnost (suchou) a vlhkost a tyto hodnoty srovnávat s výsledky zkoušek PCS tj. s maximální objemovou hmotností a optimální vlhkostí. Je třeba konstrukční zeminu zhutnit na minimálně 95 % hodnot PCS.

## 10. ZÁKLADOVÉ POMĚRY

Základové poměry staveníš funkčních objektů, tj. základové výpusti a bezpečnostního přelivu lze posoudit z přiloženého geologického řezu E – F.

**Základovou výpust'** bude možno založit v nivě na povodňových hlínách v hloubce do 1,5 m, kde ještě mají tuhou konzistenci. Hlouběji jsou měkké v důsledku vztlínání podzemní vody z podložních vodou nasycených holocenních hlinitých náplavů.

**Bezpečnostní přeliv** bude vhodné založit u pravostranného konce hráze na svahových hlínách tuhé konzistence, případně až na sutích. Oba typy základových půd jsou dostatečně únosné, pokud nejsou ovlivněny podzemní vodou.

## 11. ÚPRAVA NÁDRŽNÍHO PROSTORU

Oproti současné morfologii bude nádržní prostor nově tvarován především těžbou konstrukčních zemin z pravého břehu nádrže a odtěžením humózních nebo neúnosných sedimentů v nivě. V první řadě bude potřeba zajistit odtok srážkových vod z těžebního prostoru a odtok vody z nivy vést tak aby nekomplikoval stavbu základové výpusti a hráze.

## 12. ZÁVĚR

Na lokalitě „ Za tratí “ bude možno vybudovat malou vodní nádrž. Vhodnou konstrukční zeminu bude možno těžít v dostatečném objemu na pravém břehu nádrže. Základovou výpust' bude možno založit v nivě na povodňových hlínách tuhé konzistence. Bezpečnostní přeliv bude vhodné založit u pravobřežního konce hráze na svahových hlínách, případně až na sutích.

Zemní těleso musí být průběžně hutněno a dokonalost zhutnění odborně sledována a měřena. V projektu je třeba popsat typy, počet a postup zkoušek, které musí dodavatel stavby dodržet. Investor by měl zajistit svůj vlastní autorský a inženýrsko geologický dozor u odborné firmy, která má potřebné technické vybavení a kvalifikaci, pro kontrolu postupu a kvality práce dodavatele stavby.

V Praze 13.10. 2017

Zpracoval : RNDr. Josef Hejnák CSc.

Hejnák - RNDr. Josef  
Na stezce  
100 00 Praha 10

