

Ing. Jaroslav Tylich
GTX
Inženýrská geologie
a její aplikace

783 55 Velký Újezd 166
Olomoucký kraj
tel. / fax : 585 358 282
mobil : 602 708 425

INVESTOR:

Voding Hranice spol. s r.o.
Zborovská 583
753 01 Hranice

AKCE:

ZPRÁVA
O INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉM
A HYDROGEOLOGICKÉM PRŮZKUMU
PRO VODOJEM BUKOVNO 4 000 M³
V KATASTRÁLNÍM ÚZEMÍ JIHLAVA

OBEC:

Jihlava

KRAJ:

Vysočina

ZPRACOVATEL:

Ing. Jaroslav Tylich

ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO:

081 - 17 - 20

POČET VYHOTOVENÍ:

5

DATUM VYHOTOVENÍ:

5 / 2017

ČÍSLO VYHOTOVENÍ:

5

O b s a h

1. Úvod
2. Sondovací práce a zaměření sond
3. Geologické poměry
4. Údaje o podzemní vodě
5. Geotechnické vlastnosti základové půdy
6. Technický závěr

P ř í l o h y :

081 - 17 - 20 - 02 - 001	Polohopisná a výškopisná situace kopaných sond V20-V23 u projektovaného vodojemu Bukovno	M-1:500
081 - 17 - 20 - 03 - 001	Popisy kopaných sond V20-V23	
081 - 17 - 20 - 04 - 001	Schématický geologický profil	250/100

1. Ú v o d

1.1. Na základě objednávky firmy Voding Hranice spol. s r.o., z dubna 2017 byl proveden inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum pro stavbu nově projektovaného vodojemu Bukovno 4000 m³ (2 x 2000 m³). Vodojem je navržen severně od Jihlavy, severozápadně cca 150 m od stávajícího vodojemu Lesnov 800 m³.

1.2. Projektovaný vodojem Bukovno bude mít půdorysnou plochu cca 43,0 x 25,0 m a bude mít dvě akumulární komory, každá o objemu 2000 m³, pod akumulárními komorami bude armaturní šachta o půdorysných rozměrech cca 15,0 x 13,0 m.

1.3. Z hlediska zemních prací se jedná o stavbu náročnou, při zemních pracích je nutno počítat s výskytem různě zvětralých až navětralých skalních hornin.

1.4. Cílem průzkumných prací bylo ověření inženýrsko-geologických a základových poměrů v místě projektovaného vodojemu, zhodnocení základových půd a jejich geotechnických vlastností, určení tříd těžitelnosti podle ČSN 73 6133 a tříd rozpojitelosti zemin pro rozpočet zemních prací podle již neplatné ČSN 73 3050, navržení sklonů svahů výkopů, zjištění úrovně hladiny podzemní vody a jejich chemických vlastností z hlediska možné agresivity na stavební hmoty základových konstrukcí.

1.5. Jako podklad pro průzkumné práce nám byla předána celková polohopisná a výškopisná situace stavby vodojemu Bukovno 4000 m³ v měřítku 1 : 500.

2. Sondovací práce a zaměření sond

2.1. Pro projektovaný vodojem Bukovno byly realizovány čtyři kopané sondy, označené čísla V20 až V23. Z důvodu obtížně přístupného terénu byly tyto sondy provedeny jako kopané. Kopané sondy byly situovány po obvodu projektovaného vodojemu (V20-V22) a v místě projektované armaturní komory (V23) dle možnosti přístupu zemního stroje CAT 428B.

2.2. Sondy v terénu vytýčil a situačně zaměřil zpracovatel akce Ing. Jaroslav Tylich za spoluúčasti Ing. Jaroslava Václavíka s ohledem na nájezdové možnosti zemní soupravy a také s ohledem na stávající inženýrské sítě. Sondy byly vytýčeny podle návrhu Vodingu spol. s r.o. Hranice. Kopání sond bylo provedeno dne 10.5.2017 pod dozorem zpracovatele akce Ing. Jaroslava Tyliche. Kopané sondy byly zahrnuty výkopovou zeminou. Při kopání sond byly odebírány vzorky zemin ze všech litologických odlišných vrstev. Vzorky byly ukládány do vzduchotěsných vzorkovnic a doručeny do laboratoře k makroskopickému a laboratornímu vyhodnocení.

2.3. Umístění kopaných sond V20 až V23 je zakresleno v příložené situaci v měřítku 1 : 500 (přílohy č. 081-17-20-02-002).

3. Geologické poměry

3.1. **Z geomorfologického hlediska** je navržený vodojem Bukovno situován v Českomoravské vrchovině, v celku Hornosázavská pahorkatina, a podcelku Jihlavsko-sázavská pahorkatina. Reliéf zájmového území má pahorkatinný ráz. Projektovaný vodojem je situován na mírném svahu generelně ukloněném k východu. Nadmořské výšky se v místě projektovaného vodojemu pohybují od 564,0 do 570,0 m n.m.

3.2. **Z regionálně geologického hlediska** patří posuzované území do tzv. moldanubické části krystalinika. Území je budováno cordieritickými rulami různého stupně zvětrávání a porušení (hlavně v závislosti na předpleistocénních geomorfologických poměrech terénu, to je sklonu svahů, jejich expozici, apod.). Skalní rulové podloží je překryto zvětralinovým pláštěm, který dosahuje mocnosti 1,5-3,5 m. Tento kvartérní pokryv má v blízkosti skalního podloží zvětralinový kamenitý charakter, směrem k povrchu úlomků rul ubývá a zvětralinový plášť má hlinitopísčité charakter s příměsí úlomků rul. Podpovrchová vrstva o mocnosti cca 0,5-1,0 m je tvořena písčitou hlínou, převážně hnědou, místy rezavě hnědou až šedohnědou, jemně slídnatou, pevné konzistence. Hlína obsahuje proměnlivou příměs drobných úlomků zvětralých rul, kterých směrem do hloubky přibývá. Povrchová vrstva je tvořena lesní půdou.

3.3. Pro projektovaný vodojem Bukovno byly zemním strojem CAT 428B realizovány 4 kopané sondy, označené číslly V20 až V23. Sondy byly provedeny do hloubky 2,0-4,0 m pod úroveň stávajícího terénu a byly ukončeny v navětralých rulách. Sondy byly situovány s ohledem na možnosti nájezdu zemního stroje, pokud možno po obvodu projektovaného vodojemu (V20-V22) a v prostoru armaturní komory (V23).

3.3.1. Provedenými sondami V20-V22 bylo navětralé skalní podloží tvořené navětralými rulami zastiženo v hloubce 2,7-3,2 m pod terénem. **Zemní stroj CAT 428B byl schopen tyto navětralé ruly s obtížemi bagrovat.** Toto navětralé skalní podloží je překryto cca 0,6 m mocnou polohou zvětralého skalního podloží. Nad tímto zvětralým skalním podložím byl zaznamenán výskyt zvětralin rul rázu ostrohranných úlomků velikosti až do 50 cm (úlomků 60-70 %), mezerní výplň tvoří rezavě hnědý hlinitý písek jemně slídnatý. Směrem k povrchu úlomků ubývá jak co do velikosti tak také co do obsahu. Podpovrchová vrstva o mocnosti cca 0,4 m je tvořena světle hnědou písčitou hlínou, pevné konzistence, s ojedinělým výskytem úlomků zvětralých rul. Povrchovou vrstvu tvoří lesní půda.

3.3.2. Provedenou sondou V23 v místě projektované armaturní komory bylo navětralé skalní podloží tvořené navětralými rulami zastiženo v hloubce 1,6 m pod terénem. Toto navětralé skalní podloží je překryto cca 0,4 m mocnou polohou zvětralého skalního podloží. Nad tímto zvětralým skalním podložím byl zaznamenán výskyt zvětralin rul rázu ostrohranných úlomků velikosti až do 80 cm (úlomků 80-90 %), mezerní výplň tvoří rezavě hnědý hlinitý písek jemně slídnatý. Směrem k povrchu úlomků ubývá jak co do velikosti tak také co do obsahu. Podpovrchová vrstva písčité hlíny zcela chybí. Povrchovou vrstvu tvoří lesní půda.

3.3.3. **Přestože provedené kopané sondy zastihly navětralé ruly skalního podloží v hloubce 2,7-3,2 m pod terénem, byly prohlídkou zájmového území v zalesněném prostoru zjištěny skalní výchozy slabě navětralých až zdravých rul až na povrchu terénu. V rozpočtu zemních prací doporučuji počítat s případným odstřelem těchto zdravých skalních hornin (cca 20-30 % objemu zemních prací).**

3.4. Litologický ráz jednotlivých vrstev, jejich mocnosti a sled ukazují popisy kopaných sond V20 až V23 v příloze 081-17-20-03-001. V těchto popisech sond jsou uvedeny třídy těžitelnosti podle nové ČSN 73 6133, třídy rozpojitelosti podle již neplatné ČSN 73 3050 a výpočtová únosnost R_{dt} pro jednotlivé typy zemin. Nadmořské výšky kopaných sond byly odvozeny lineární interpolací z výškopisného zaměření kopaných sond V20 až V23.

3.5. Uložení vrstev, odvozené podle provedených kopaných sond V20 až V23, je zobrazeno ve schématickém geologickém profilu měřítko délek 1:250 a výšek 1 : 100 v příloze č. 081-17-20-04-001.

4. Údaje o podzemní vodě

4.1. **Z hydrogeologického hlediska** leží zájmové území v krystaliniku České vrchoviny a patří do hydrogeologického rajónu 6520 - Krystalinikum v povodí Sázavy. Hydrogeologické poměry jsou predisponovány morfologicko geologickými poměry, klimatickými a hydrologickými poměry širšího okolí a specifickými vlastnostmi horninového prostředí.

4.2. Z hlediska geologické stavby je pro hydrogeologický režim v trase přírodního řadu typická puklinová propustnost s poměrně malými vydatnostmi. Zvětralinový plášť má poměrně malou mocnost, což přispívá k malým kolísavým vydatnostem místních zvodnělých horizontů. Podzemní voda je rozhojňována vodou srážkovou, popřípadě táním sněhové pokrývky a bude oscilovat cca \pm 0,5 m.

4.3. **Kopané sondy V20 až V23 v prostoru projektovaného vodojemu Bukovno byly ukončeny v hloubce 2,0-4,0 m pod terénem. Při zemních pracích v části staveniště (ve větších hloubkách zářezu) nelze vyloučit slabý přítok podzemních vod do stavební jámy. V případě výskytu této podzemní vody bude nutné provést gravitační odvodnění dna základové spáry. Hladinu podzemní vody lze předpokládat v hloubce cca 5,0-6,0 m.**

4.4. Pro horniny skalního podkladu (ruly) je typická puklinová propustnost. Hlinité písky s úlomky rul a zvětralin lze charakterizovat koeficientem filtrace $k_f = 1 \cdot 10^{-5}$ až $1 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$. Podle J. Jetela se jedná o prostředí slabě propustné - třída 6 až dosti slabě propustné - třída 5. Vyšší hodnoty platí pro zvětralinu s větším obsahem štěrkové frakce.

4.5. Chemické vlastnosti podzemní vody nebyly u vodojemu zjišťovány. Hladina podzemní vody nebyla mělkými kopanými sondami do hloubky 2,0-4,0 m zastižena. U dříve provedených laboratorních rozborů v projektované trase přírodního řadu v blízkosti projektovaného vodojemu Bukovno byl u většiny laboratorních rozborů podzemní vody zjištěn vyšší obsah agresivního oxidu uhličitého.

5. Geotechnické vlastnosti základových pūd

5.1. Půdně-mechanické vlastnosti jednotlivých typů základových pūd lze charakterizovat na základě makroskopického popisu kopaných sond s přihlédnutím k ČSN 73 6133 následujícími hodnotami:

Zemina	ν	β	γ	E_{def} MPa	c_u kPa	c_{ef} kPa	φ_u	φ_{ef}	R_{dt} kPa
Hlína písčítá pevná F3(MS)	0,35	0,62	18	12	60	16	10	25	200
Zvětralina rázu hlinitého písku s úlomky S4(SM)	0,30	0,74	18	15				30	250
Zvětralina rázu úlomků rul s pískem G3(G-F)+B	0,25	0,83	19	90				33	300
Zcela zvětralá rula R5	0,25			100					350
Zvětralá rula R4	0,25			150					400
Navětralá rula R3	0,20			300					500

- ν - Poissonovo číslo
- β - součinitel přepočtu modulu deformace na oedometrický
- γ - objemová tíha
- E_{def} - modul deformace
- c_u - totální soudržnost
- c_{ef} - efektivní soudržnost
- φ_u - totální úhel vnitřního tření
- φ_{ef} - efekt.úhel vnitřního tření
- R_{dt} - výpočtová tabulková únosnost

5.2. Hodnoty výpočtové tabulkové únosnosti jsou uvedeny v popisech kopaných sond u každé popisované vrstvy.

6. Technický závěr

6.1. Provedeným geologickým průzkumem byly objasněny inženýrsko-geologické a hydrogeologické poměry pro projektovaný vodojem Bukovno 4000 m³. Základové poměry u projektovaného vodojemu Bukovno 4000 m³ lze charakterizovat jako **poměrně složité**. Navržený objekt vodojemu je z hlediska zatížení základové spáry **středně náročný**. Staveniště vodojemu lze při předpokládaném plošném zakládání v hloubce 4,0 m klasifikovat jako **podmínečně vhodné**, a to vzhledem k nepravidelnému výskytu slabě navětralého skalního podloží, tvořeného zvětralými až navětralými rulami. Vzhledem k nepravidelnému zvětrávání předkvartérního skalního podkladu nelze místy vyloučit výskyt navětralých rul také v mělkých hloubkách pod povrchem, v části staveniště vycházejí tyto „zdravé ruly“ až na povrch terénu. *V rozpočtu zemních prací doporučuji počítat s případným odstřelem těchto zdravých skalních hornin (cca 20-30 % objemu zemních prací).*

6.2. Při plošném zakládání v hloubce cca 4,0 m bude převážná část základové spáry tvořena slabě navětralými rulami, které lze zařadit do třídy R3 zemin skalních a lze jej hodnotit

modulem deformace $E_{\text{def}} = 300 \text{ MPa}$

a tabulkovou výpočtovou únosností $R_{\text{dt}} = 500 \text{ kPa}$.

6.3. Zeminy přicházející v úvahu pro výkopové práce náležejí většinou do 3. až 6. třídy rozpojitelosti dle již neplatné ČSN 73 3050. Podle nové ČSN 73 6133 náležejí zeminy přicházející v úvahu pro výkopové práce do I. až III. třídy těžitelnosti. Podrobné zařazení je uvedeno v popisech sond - viz příloha č. 081-17-20-03-001. Rozpukané horniny skalního podkladu (6. třídy rozpojitelosti a III. třídy těžitelnosti) mohou místy vystupovat až na povrch terénu, z těchto důvodů doporučuji počítat s finanční rezervou na jejich nepředpokládaný výskyt v některých částech projektovaného vodojemu (armaturní komory).

6.4. Při hloubení stavební jámy bude nutné dbát o to, aby nedošlo k porušení základové spáry stroji, klimatickými činiteli apod.

6.5. Stěny výkopů doporučuji volit v hlínách v poměru 1 : 0,75, krátkodobě vydrží 1 : 0,5. Stěny výkopů ve zvětralínách rázu hlinitých písků s úlomky až hlinitých štěrků doporučuji volit v poměru 1: 1.

6.6. Z pohledu stability není mírný svah staveniště dotčen sesuvnými pohyby a je možné jej posuzovat jako stabilní. Projektovaný vodojem bude založen na skalních horninách.

6.7. Kopanými sondami V20 až V23 v prostoru vodojemu Bukovno nebyla podzemní voda do hloubky 2,0-4,0 m zastižena. Při zemních pracích nelze vyloučit slabé výrony podzemní vody. V případě jejich výskytu doporučuji provést odvodnění základové spáry.

Na základě laboratorních rozborů podzemní vody z blízkého okolí vodojemu vykazuje podzemní voda agresivní vlastnosti z důvodu zvýšeného obsahu agresivního oxidu uhličitého.

Velký Újezd, květen 2017

Zodpovědný řešitel :



Ing. Jaroslav Tylich

Sondy provedené pro vodojem Bukovno 4000 m³

V20	570,30 m n.m.	třída těžitelnosti ČSN 73 6133 / třída rozpojitelnosti ČSN 733050
0,0-0,2 m	Lesní půda - hlína písčité, hnědá, humózní, jemně slídnatá F3(MS)	I / 3
0,2-0,6 m	Hlína písčité, světle hnědá s ojedinělými úlomky navětralých rul, velikosti do 6,0 cm, úlomků 10 %, hlína jemně slídnatá, pevná F3(MS), R_{dt} = 200 kPa	I / 4
0,6-1,0 m	Zvětralina (eluvium) rázu písku hlinitého, hnědé, jemně slídnatého, s úlomky navětralých rul velikosti do 15 cm, úlomků cca do 40 % G3(G-F)+B, R_{dt} = 250 kPa	I-II / 4-5
1,0-1,6 m	Zvětralina (eluvium) rázu ostrohranných úlomků rul velikosti do 30 cm, úlomků cca do 50 %, mezerní výplň písek hlinitý, hnědý, jemně slídnatý G3(G-F)+B, R_{dt} = 300 kPa	II / 4-5
1,6-2,2 m	Zvětralina (eluvium) rázu ostrohranných úlomků rul velikosti do 40 cm, úlomků cca do 60-70 %, mezerní výplň písek hlinitý, hnědý, jemně slídnatý G3(G-F)+B, R_{dt} = 350 kPa	II / 4-5
2,2-2,8 m	Rula zvětralá - zvětralé skalní podloží R4, R_{dt} = 400 kPa	II / 5
2,8-3,6 m	Rula navětralá - navětralé skalní podloží R3, R_{dt} = 500 kPa Podzemní voda do hloubky 3,6 m naražena nebyla (květen 2017)	II-III / 6
V21	568,30 m n.m.	třída těžitelnosti ČSN 73 6133 / třída rozpojitelnosti ČSN 733050
0,0-0,2 m	Lesní půda - hlína písčité, hnědá, humózní, jemně slídnatá F3(MS)	I / 3
0,2-0,6 m	Hlína písčité, světle hnědá s ojedinělými úlomky navětralých rul, velikosti do 6,0 cm, úlomků 10 %, hlína jemně slídnatá, pevná F3(MS), R_{dt} = 200 kPa	I / 4
0,6-1,2 m	Zvětralina (eluvium) rázu písku hlinitého, hnědé, jemně slídnatého, s úlomky navětralých rul velikosti do 10 cm, úlomků cca do 20 % S4(SM), R_{dt} = 250 kPa	I-II / 4-5
1,2-1,8 m	Zvětralina (eluvium) rázu ostrohranných úlomků rul velikosti do 30 cm, úlomků cca do 50 %, mezerní výplň písek hlinitý, hnědý, jemně slídnatý G3(G-F)+B, R_{dt} = 300 kPa	II / 4-5
1,8-2,6 m	Zvětralina (eluvium) rázu ostrohranných úlomků rul velikosti do 40 cm, úlomků cca do 60-70 %, mezerní výplň písek hlinitý, hnědý, jemně slídnatý G3(G-F)+B, R_{dt} = 350 kPa	II / 4-5
2,6-3,2 m	Rula zvětralá - zvětralé skalní podloží R4, R_{dt} = 400 kPa	II / 5
3,2-4,0 m	Rula navětralá - navětralé skalní podloží R3, R_{dt} = 500 kPa Podzemní voda do hloubky 4,0 m naražena nebyla (květen 2017)	II-III / 6

V22	565,80 m n.m.	třída těžitelnosti ČSN 73 6133 / třída rozpojitelnosti ČSN 733050
0,0-0,2 m	Lesní půda - hlína písčitý, hnědá, humózní, jemně slídnatá F3(MS)	I / 3
0,2-0,4 m	Hlína písčitá, světle hnědá s ojedinělými úlomky navětralých rul, velikosti do 6,0 cm, úlomků 10 %, hlína jemně slídnatá, pevná F3(MS), R_{dt} = 200 kPa	I / 4
0,4-1,0 m	Zvětralina (eluvium) rázu písku hlinitého, hnědého, jemně slídnatého, s úlomky navětralých rul velikosti do 10 cm, úlomků cca do 20 % S4(SM), R_{dt} = 250 kPa	I-II / 4-5
1,0-1,8 m	Zvětralina (eluvium) rázu ostrohranných úlomků rul velikosti do 30 cm, úlomků cca do 40 %, mezerní výplň písek hlinitý, hnědý, jemně slídnatý G3(G-F)+B, R_{dt} = 300 kPa	II / 4-5
1,8-2,2 m	Zvětralina (eluvium) rázu ostrohranných úlomků rul velikosti do 40 cm, úlomků cca do 60-70 %, mezerní výplň písek hlinitý, hnědý, jemně slídnatý G3(G-F)+B, R_{dt} = 350 kPa	II / 4-5
2,2-2,7 m	Rula zvětralá - zvětralé skalní podloží R4, R_{dt} = 400 kPa	II / 5
2,7-3,2 m	Rula navětralá - navětralé skalní podloží R3, R_{dt} = 500 kPa	II-III / 6
	Podzemní voda do hloubky 3,2 m naražena nebyla (květen 2017)	
V23	565,90 m n.m.	třída těžitelnosti ČSN 73 6133 / třída rozpojitelnosti ČSN 733050
0,0-0,1 m	Lesní půda - hlína písčitý, hnědá, humózní, jemně slídnatá, s četnými úlomky rul F3(MS)	I / 3-4
0,1-0,6 m	Zvětralina (eluvium) rázu ostrohranných úlomků rul velikosti do 50 cm, úlomků cca do 60 %, mezerní výplň písek hlinitý, hnědý, jemně slídnatý G3(G-F)+B, R_{dt} = 300 kPa	II / 4-5
0,6-1,2 m	Zvětralina (eluvium) rázu ostrohranných úlomků rul velikosti do 80 cm, úlomků cca do 70-80 %, mezerní výplň písek hlinitý, hnědý, jemně slídnatý G3(G-F)+B, R_{dt} = 350 kPa	II / 4-5
1,2-1,6 m	Rula zvětralá - zvětralé skalní podloží R4, R_{dt} = 400 kPa	II / 5
1,6-2,0 m	Rula navětralá - navětralé skalní podloží R3, R_{dt} = 500 kPa	II-III / 6
	Podzemní voda do hloubky 2,0 m naražena nebyla (květen 2017)	

AKUMULAČNÍ KOMORY VDJ BUKOVNO

OPLOČENÍ VDJ BUKOVNO

V22

V20

V21

V23

ODPADY V AREÁLU VDJ
PVC DN 300 DL. 77,0 m

PROPOJ

PROPOJENÍ ODPADU Z VDJ:
PVC DN 500 DL. 6,0 m

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ DN 500
DĚLKA 141,0 m

ODBĚRNÉ POTRUBÍ DN 500
DĚLKA 195,0 m

ODPAD PVC DN 300
DĚLKA 255,0 m

PŘÍVOD EL. ENERGIE K

ZPEVNĚNÁ PŘÍJEZDOVÁ KOMUNIKACE - DĚLKA 170,0 m

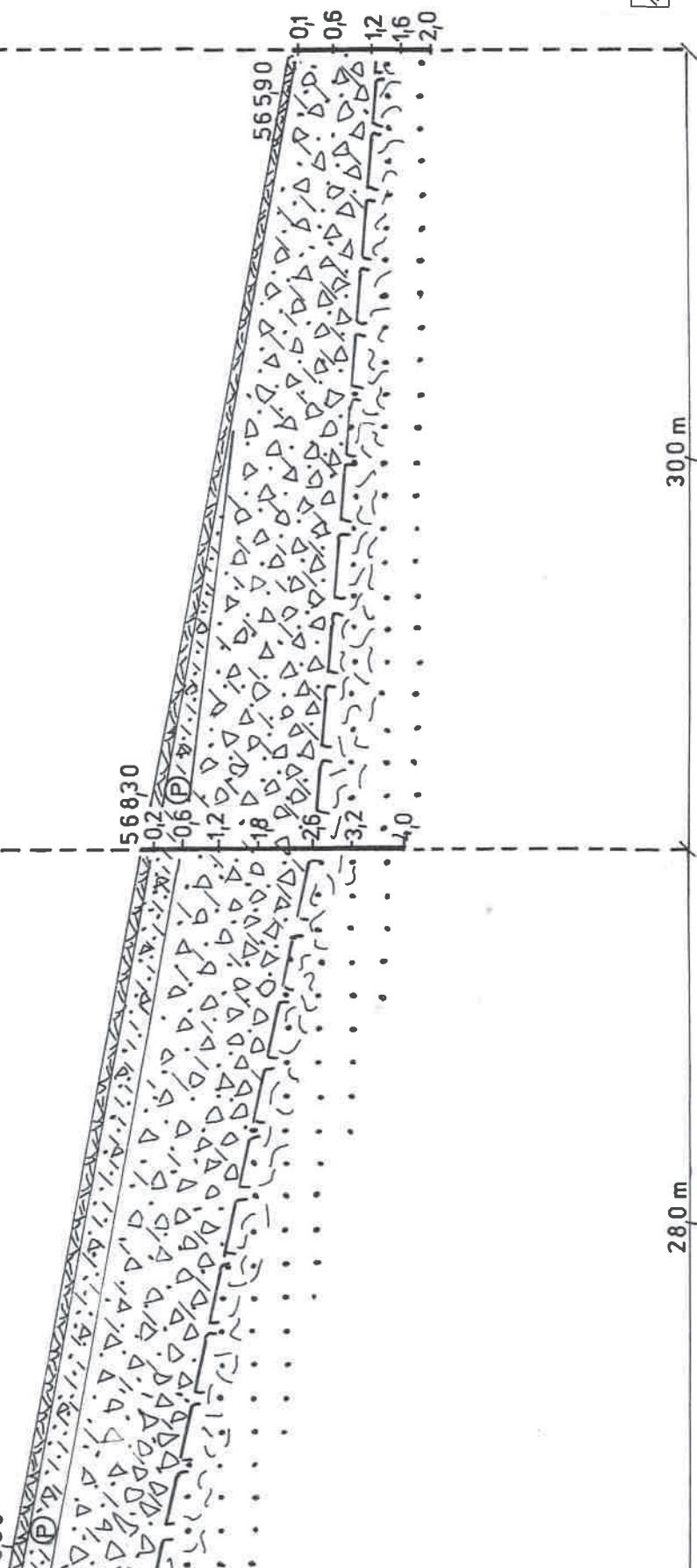
NAPOJENÍ NA VYSTROJENÍ VODOJEMU

OPRAVA LESNÍ CESTY V Š. 3,00 m V DĚLCE 75,0 m



V20-V23

kopané sondy pro vodojem Bukovno (10. kvě



VYSVĚTL

Lesní půda - hu

Hlína písčítá s úl

Zvětralina (eluv

Zvětralina (eluv

Rula zvětralá - z

Rula navětralá - z

Konzistence měk



(M) (T) (P)