

GEOFYZIKÁLNÍ A INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM TĚŽITELNOSTÍ HORNIN A ZEMIN METODOU MRS A TĚŽKÉ DYNAMICKÉ PENETRACE A ZKP PRO VODOJEM U OBCE SOLEČEK

Závěrečná zpráva



(únor-březen 2015)

Zadavatel:

Vodohospodářské inženýrské služby, a.s.

Křížová 472/47

150 39 Praha 5

plasek@vis-praha.cz

Zhotovitel:



SIHAYA, spol. s r.o.

autor zprávy: Viktor Valtr

Veleslavínova 6

612 00 BRNO

tel./fax: 549 211 828

<http://www.sihaya.cz>

sihaya@sihaya.cz

Objednatel: **Vodohospodářské inženýrské služby, a.s.**

Křížová 472/47

150 39 Praha 5

Web:

<http://www.vis-praha.cz>

IČ: 60 19 36 89

DIČ: CZ60193689

Telefon:

+420 604 224 700

e-mail:

plasek@vis-praha.cz

Zpracovatel: **SIHAYA, spol. s r.o.**

Veleslavínova 6

612 00 Brno

IČ: 46346414

DIČ: CZ46346414

Telefon:

+420 549 211 828

E-mail:

sihaya@sihaya.cz

Vypracoval: Mgr. Viktor Valtr

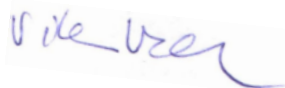
Zodpovědný řešitel pro geofyzikální a IG problematiku: RNDr. Viktor Valtr, CSc.

Název zakázky:

**GEOFYZIKÁLNÍ A INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM TĚŽITELNOSTÍ HORNIN
A ZEMIN METODOU MRS A TĚŽKÉ DYNAMICKÉ PENETRACE PRO VODOJEM U
OBCE SOLEČEK**

Číslo zakázky: 206/2015

Autor: Mgr. Viktor Valtr



Výtisk číslo:

SIHAYA GEOLOGICKÝ
spol. s r.o. PRŮZKUM
Veleslavínova 6, Brno 612 00, ČR
Mgr. Viktor Valtr - jednatel
tel. / fax: 549 211 828, www.sihaya.cz
DIČ: CZ46346414 IČO: 46346414



.....
razítko a podpis

BRNO, březen 2015

ROZDĚLOVNÍK

Tato zpráva je vyhotovena ve 3 výtiscích (+jeden digitální výtisk na CD) a obsahuje 15 stran textu a 4 sady grafických příloh.

Výtisk č. 0	-	archiv SIHAYA, spol. s r.o.
Výtisk č. 1 a 2	-	Vodohospodářské inženýrské služby, a.s.
Elektronický výtisk č. 1	-	Vodohospodářské inženýrské služby, a.s.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Fyzikální

symbol	Jednotka	Popis
E	[MPa]	Youngův modul pružnosti
V_P	[m/s]	rychlost šíření seismické P-vlny
V_S	[m/s]	rychlost šíření seismické S-vlny
ρ	[kg/m ³]	objemová hmotnost
ν	[/]	Poissonovo číslo
M_v	[Nm]	kroutícího momentu plášťového tření
N	[i]	Počet úderů nutný pro zaražení hrotu o dalších 10 cm hlouběji
Q_d	[MPa]	měrný dynamický penetrační odpor

Zkratky	Jednotka	Popis
DP		(těžká) dynamická penetrace
gf		geofyzikální
GRM		(interpretační metoda) general reciprocal method
h.p.v.		hladina podzemní vody
MRRS		(metoda) mělká refrakční a reflexní seismika
MRS		(metoda) mělká refrakční seismika
MS		mechanické sondování s průměrem vzorkovnice 40 mm
pf		profil
TDC		hodochrona (time distance curve)
ZKP		základní korozní průzkum

LITERATURA

- [1] CZUDEK T. et al.: *Regionální členění reliéfu ČR*. (Mapa 1:500 000). Brno: Geografický ústav ČSAV Brno, 1973.
- [2] SKOPEC J., pro fy SIHAYA: *Posouzení vztahu rychlosti šíření seismických vln ke geotechnickým parametrům a vlivu nehomogenit na charakter vlnového pole*, Praha, 1993
- [3] ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA: *Digitální geologická mapa ČR 1:50 000*.- List citací: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php?>- Měřítko 1:50 000.- Praha:, 2010.

OBSAH

1	ÚVOD	4
2	POPIS LOKALITY	4
	2.1 Geologie lokality.....	4
3	METODIKA MĚŘENÍ	5
	3.1 Metoda mělké refrakční seismiky (MRS)	5
	3.1.1. Princip průzkumu MRS	5
	3.1.2. Použitá aparatura a geometrie měření MRS.....	5
	3.1.3. Zpracování MRS.....	6
	3.1.4. Výsledné parametry MRS a jejich vztah k IG parametrům hornin.....	6
	3.2 Metoda těžké dynamické penetrace (DP)	7
4	PRŮBĚH TERÉNNÍCH PRACÍ	7
5	VÝSLEDKY PRŮZKUMU	8
	5.1 Výsledky MRS.....	8
	5.2 Výsledky metody DP	9
	5.3 Odhad chyby měření MRS	15
6	SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ A ZÁVĚR	16
7	SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ ZÁKLADNÍHO KOROZNÍHO PRŮZKUM - VODOJEM U SOLEČKU	17
	7.1 Doporučení pro zpracovatele stavby – návrh korozní ochrany.....	18

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Výtah z geologické mapy ČR 1:25000.....	4
Obrázek č. 2: Těžká dynamická penetrace na DP3 a výchoz pískovce 0,5 m.....	4
Obrázek č. 3: Měření MRS na profilu 30, 22.5 a měření ZKP-1.....	9
Obrázek č. 4: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP1 s vyhodnocením.....	10
Obrázek č. 5: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP2 s vyhodnocením.....	10
Obrázek č. 6: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP3 s vyhodnocením.....	11
Obrázek č. 7: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP4 s vyhodnocením.....	12
Obrázek č. 8: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP5 s vyhodnocením	13
Obrázek č. 9: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP6 s vyhodnocením.....	14
Obrázek č. 10: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP7 s vyhodnocením.....	14
Obrázek č. 11: Grafy časových průběhů BP a jejich okamžitých směrů na bodě ZKP-1.....	16

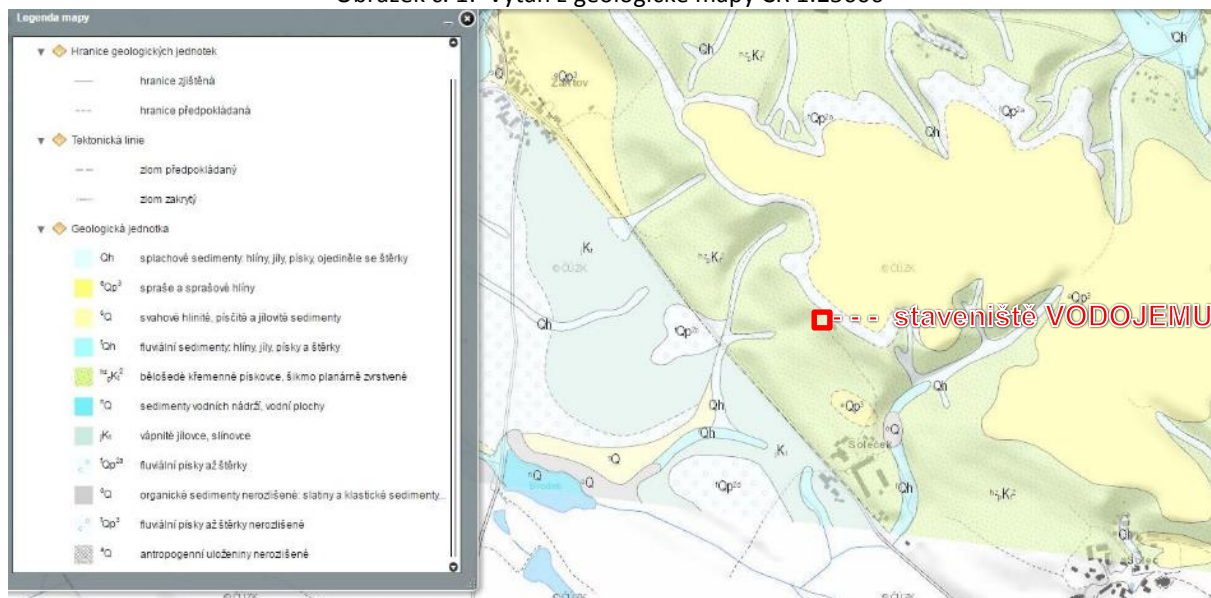
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1a	Situace gf. měření
Příloha 1b, c	Situace gf. měření s mapou hloubek a výšek povrchu skalního podloží
Příloha 1d	Situace gf. měření s výsledky ZKP
Příloha 2a-c	Geologicko-geofyzikální řezy profilů 0, 7.5, 15, 22.5, 30, a 37.5
Příloha 2d	Geotechnicko-geofyzikální řez podél profilu P

1 ÚVOD

V rámci plánované výstavby vodojemu u obce Soleček u Kněžmostu (okres Mladá Boleslav) jsme byli zadavatelem pověřeni provedením geofyzikálního, inženýrskogeologického a základního korozního průzkumu metodou mělké refrakční seismiky (MRS) a těžké dynamické penetrace (DP) pro objasnění geologické stavby a zařazení hornin a zemin podle těžitelnosti (dle ČSN 73 3050 a ČSN 73 6133) a určení korozního ohrožení v oblasti plánovaného založení vodojemu.

Obrázek č. 1: Výťah z geologické mapy ČR 1:25000



2 POPIS LOKALITY

Lokalita leží na SZ od obce Soleček u stávajícího vodojemu, viz obr. 1. Leží částečně ve strmém údolí zčásti zavezené navážkami. Povrch je z větší části pokryt trávou a lesem.

2.1 Geologie lokality

Kvartérní pokryv je tu na povrchu tvořen zčásti navážkami, deluvio-eluvii, místy eolickými sprašemi, pod nimiž lze očekávat křídové křemičité pískovce v různém stupni zvětrání, jejichž balvany a výchozy je možno spatřit na povrchu v blízkém okolí lokality (viz obr. 1).

Obrázek č. 2: Těžká dynamická penetrace na DP3 a výchoz pískovce 0,5 m vzdálený od DP1 u písčité polohy



3 METODIKA MĚŘENÍ

Pro řešení zadaných úkolů, (viz úvod), byla vybrána (z části projektem požadovaná) kombinace těchto metod:

- metoda mělké refrakční seismiky (MRS) umožňuje určení distribuce rychlosti šíření seismické P-vlny (podélná vlna) v horninách. Podle rozložení rychlostí lze rozčlenit horniny do mechanicky kvazihomogenních bloků. V příznivých případech umožňuje zjistit hloubku povrchu skalního podloží a jeho stav – nalézt na jeho povrchu tektonicky porušené zóny, nebo vymezit v pokryvu nedávno přemístěné kypřejší bloky zemin.
- metoda těžké dynamické penetrace (DP) - ověření vlastností zemin a hloubky povrchu skalního podloží měřením in-situ.
- základní korozní průzkum metodami VES (vertikálního elektrického sondování) a SP-BP (spontánní polarizace pro zjištění bludných proudů) na každém bodě
- geologický výklad výsledků geofyzikálních měření je opřen i o výsledky archivních vrtů z Geofondu ČR a geologické ohledání okolí lokality.

3.1 Metoda mělké refrakční seismiky (MRS)

3.1.1. Princip průzkumu MRS

MRS je geofyzikální metoda zjišťující rozložení rychlostí šíření seismických vln v horninovém prostředí pod linií měření, potažmo hloubku povrchu podložních seismicky rychlejších hornin pod povrchem terénu. Vstupní data získává měřením času příchodu seismických vln ke snímačům chvění země (geofonům) od okamžiku jejich vybuzení na známém místě. Výsledné parametry jsou získány řešením obrácené úlohy šíření seismických vln horninovým poloprostorem. Rychlosti šíření seismických P-vln (V_p) v horninách v přírodě zpravidla stoupají směrem do hloubky, přičemž pokryv - nejsvrchnější partie zemského povrchu - tvořená většinou zeminami a zvětralinami - má rychlosti šíření seismických P-vln až desetkrát menší než jsou v jeho podloží. Díky tomuto velkému rozdílu v V_p v pokryvu a v podloží předbíhají seismické vlny, které se šíří po podloží (h.p.v. nebo povrchu skalního podloží), vlny šířící se pokryvem. Tak vzniká tzv. lomená vlna.

Registrované nejrychleji přicházející seismické vlny se však nešíří přímo po povrchu podloží, ale využívají ještě vyšší V_p v méně porušené hornině ve větší hloubce tzv. refragovaná vlna. Tato skutečnost umožňuje změřit metodou refrakční seismiky V_p i ve větších hloubkách pod povrchem podloží a klasifikovat tak jeho mechanický stav do hloubky.

3.1.2. Použitá aparatura a geometrie měření MRS

Pro toto měření byl použit moderní 50 kanálový seismograf SEISMUT 6. Je schopen rychle a přesně sčítat slabé signály od jednotlivých úderů do výsledného, seismického záznamu (24 bitové delta sigma A-D převodníky) a tak nahradit dříve používané trhaviny slabším mechanickým zdrojem seismické energie i sumací výrazně snížit poměr šumů v okolí k užitečnému signálu. Geometrie měření: Na přímé linii dlouhé 73,5 m je rozmístěno 50 geofonů (snímačů seismického chvění) s rozestupy 1,5 m mezi sebou. Tuto linii nazýváme "seismické položení". Na jednom refrakčním položení budíme seismickou energii násobnými údery kladiva v sedmi bodech: uprostřed, ve čtvrtinách, na obou krajích položení a 20 až 45 m za oběma konci položení.

3.1.3. Zpracování MRS

Záznamy dat uložené aparaturou ve formátu SEG-2 jsou zpracovávány interpretačním programem RIS (Valtr, 2014) vyvinutým na základě Palmerovy GRM s chybou asi 5% hloubky. Výsledkem zpracování je vertikální řez pod linií měření s vyznačenými kvazihomogenními bloky, v nichž je uvedena průměrná rychlost šíření podélné seismické vlny v jednotlivých blocích. Podle rychlosti šíření podélné seismické vlny a znalosti dalších doplňujících údajů je možné odvodit některé IG parametry hornin. Výsledky zpracování refragované vlny jsou vkresleny do řezů v přílohách 2 modrou či černou barvou. Rychlosti v průniku pod nejhlubší refrakční rozhraní jsou znázorněny formou isolinií rychlosti šíření seismické P-vlny přerušovanou tenkou světle modrou čarou.

3.1.4. Výsledné parametry MRS a jejich vztah k IG parametrům hornin

Výsledné seismické parametry horninového prostředí jsou rychlosti šíření seismických podélných, eventuelně příčných vln, frekvenční charakteristika prostředí a pozorovaný útlum amplitud. Na této konkrétní lokalitě je výsledkem především znalost rozložení rychlosti šíření seismických podélných vln (V_p) podél proměřených profilů do hloubky až 40 m. V_p dobře koreluje s objemovou hmotností ρ , většinou dle vztahu:

$$\rho = a * V_p^n$$

kde veličiny a a n jsou určovány empiricky a patří mezi materiálové konstanty. Bez jejich laboratorního zjištění je možno vztah mezi V_p a ρ použít pro relativní rozlišení litologicky podobných hornin dle objemové hmotnosti.

V_p je závislá i na elastických parametrech prostředí:

$$V_p = \sqrt{\frac{E * (1 - \nu)}{(\nu + 1) * (1 - 2 * \nu)}}$$

kde ν je Poissonovo číslo a E je Youngův modul pružnosti. Při znalosti rychlosti šíření i příčných seismických vln (V_s) lze určit i konkrétní hodnoty těchto elastických parametrů (V_s na této lokalitě nebyla měřena).

Na hodnotu V_p má dále vliv pórovitost a charakter výplně pórů. Obecně platí, že rychlosti V_p jsou v méně porézních a ve zvodnělých horninách vyšší, než v horninách s vysokou porózitou a horninách nezvodnělých. V_p je přímo úměrná tlaku působícímu na horninu resp. stáří hornin, jež zmenšuje pórovitost resp. zvyšuje cementaci. V_p je rovněž přímo úměrná zhutnění zemin a je možno tuto závislost odvodit za podmínky konstantní vlhkosti zemin pomocí nacejchování penetračním měřením. (Této závislosti V_p na hutnosti využívají i stavební kompaktometry).

Do legendy vertikálních řezů bylo vepsáno přibližné zatřídění hornin a zemin podle rozpojitelnosti a těžitelnosti podle ČSN 73 3050 i přibližné zatřídění hornin a zemin podle rozpojitelnosti a těžitelnosti do tří tříd podle ČSN 73 6133

(příloha D). Zatřídění bylo provedeno podle distribuce rychlostí šíření seismické P-vlny podle výsledků metody MRS a podle výsledků DP:

Tabulka D.1 – Klasifikace do tříd rozpojitelnosti a těžitelnosti

Třída	Pevnost v tlaku	Střední hustota diskontinuit		
		vzdálenost v mm		
ČSN 73 6133	MPa	< 150	150 až 250	> 250
R 1	> 150	II	III	III
R 2	50 až 150	II	III	III
R 3	15 až 50	II	III	III
R 4	5 až 15	I	II	II
R 5	1,5 až 5	I	I	I
R 6	< 1,5	I	I	I
F 1 až F 8				I
S 1 až S 5				I
G 1 až G 5				I
G a S s kameny a balvany 100 mm až 250 mm v objemu nad 50 % anebo s balvany nad 250 mm do 0,1 m ³ v objemu 10 % až 50 % celkového objemu rozvolňované horniny (neplatí pro těžbu z deponie mladší 5 let).				II

Třída 1. – těžba je prováděna běžnými výkopovými mechanizmy (buldozery, rypadla, ručně).

Třída 2. – pro těžbu a rozpojování horniny je nutno použít speciální rozp.mechanizmy (rozrývače, skalní lžíce, kladiva), lze použít trhací práce, pokud je to z hlediska výsledné fragmentace a/nebo hospodárnosti výhodné.

Třída 3. – k rozpojování je nutné použít trhací práce. K rozpojování lze použít kladiva, rozrývače nebo jiné technologie pokud by použití trhacích prací ohrozilo okolní stavby (obydlené oblasti).

3.2 Metoda těžké dynamické penetrace (DP)

DP je velmi efektivní terénní metoda pro zjištění mechanického stavu podloží. Byla použita souprava těžké dynamické penetrace typu Nordmeyer LMSR-Vk pro lehké, střední i těžké penetrační sondování s parametry odpovídajícími SPT dle DIN 4094 (2003) a STN 721032 (1997). Ocelové soutyčí o průměru 32 mm s normovým hrotem s vrcholovým úhlem 90° o průměru 43.7 mm a ploše v řezu 15 cm² zaráží beran o hmotnosti 30, 50 nebo 63 kg s konstantní výškou pádu 50 cm nebo 75 cm. Počet úderů beranu nutný pro zaražení hrotu o dalších 10 cm hlouběji (N) je zjišťován počítadlem či operátorem. Pro eliminaci tření mezi hrotem a zeminou byla v hloubkovém intervalu 1 m (v případě potřeby nebo požadavku objednatele nebo řešitele v intervalu menším) odečítána hodnota kroutícího momentu M_v (F_s) překonání plášťového tření momentovým klíčem.

Z výše uvedených odečítaných hodnot je v hloubkovém intervalu 10 cm vypočten měrný dynamický penetrační odpor Q_d (MPa) (Bondarik, Wojcechowski) nebo dle tzv. Holandského vzorce. Po ukončení sondáže se soutyčí vytáhne mechanickým heverem. Následně se změří v sondě (pokud se hned nezavalí) elektrokontaktním hladinoměrem (G10, G20) hladina podzemní vody. Početní a grafické vyhodnocení je prováděno pomocí vlastního počítačového programu v programu EXCEL.

Další vypočítávané parametry mají orientační charakter, protože pro přesné výsledky jsou nutné korelace s výsledky laboratorních nebo polních zkoušek. Jedná se o hodnoty: relativní hutnost I_d , úhel vnitřního tření ϕ_{ef} , ϕ_u , soudržnost c_u (totální), stupeň konzistence I_c , oedometrický modul deformace E_{oed} , výpočtová únosnost R_d .

4 PRŮBĚH TERÉNNÍCH PRACÍ

Terénní práce proběhly dne 4. února (MRS a ZKP) a 25. února (DP) 2015. Zájmovým územím byly podle 4 geodeticky vytyčených kolků v rozích pozemku vytyčeny a prosekány profily 0, 7.5, 15, 22.5, 30 a 37.5 a proměřeny metodou MRS s krokem geofonů 1,5 m. Na bodě pf 7.5 metrů 50 byl odměřen jeden bod ZKP (sestavující z 1 bodu VES a 30 minut měření SP-BP). Celkem bylo proměřeno 441 m profilů metodou MRS (tj. 6 položení o 50 geofonech o délce 73,5 m každého položení MRS). Po dohodě se zadavatelem byly umístěny 4 body DP, ale pro nejistotu (zasažení balvanu) bylo nakonec provedeno 7 bodů DP o celkové hloubce 34,8 m (1,2 až 11,4 m).

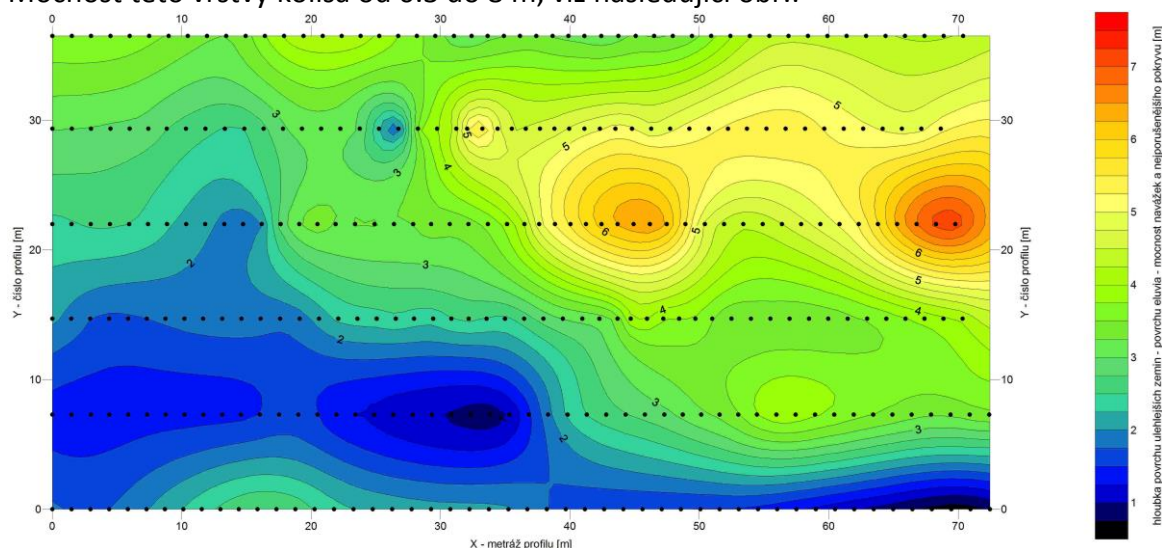
Pozice kolků vyznačujících profily geofyzikálních měření byla zaměřena dálkoměrem LEICA od objektů v mapě a zakreslena do situace (viz příloha 1a a 1d).

5 VÝSLEDKY PRŮZKUMU

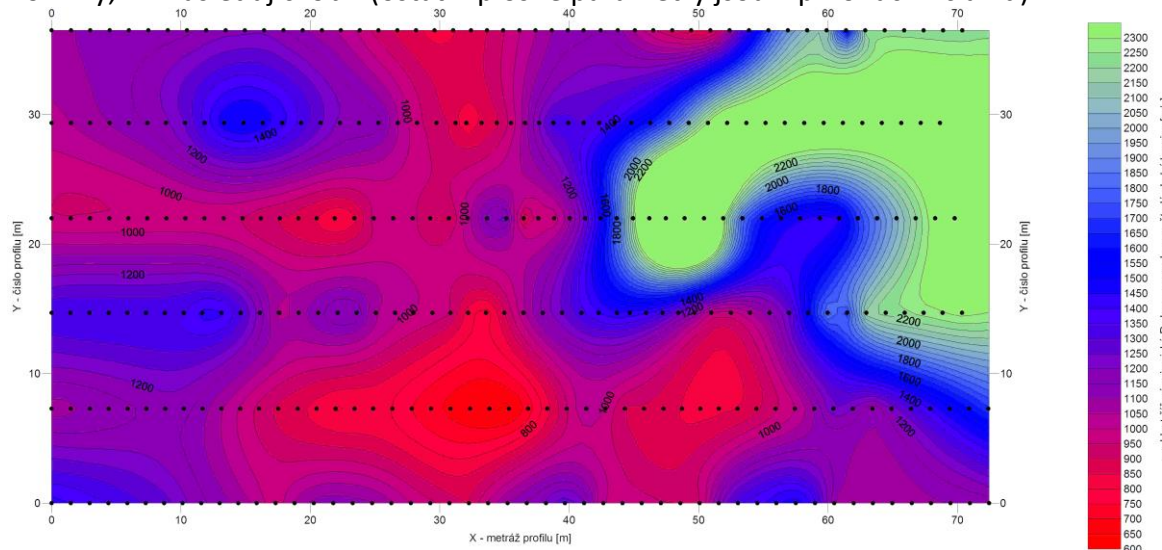
5.1 Výsledky MRS

Spojenou interpretací všech použitých geofyzikálních metod na podkladu výsledků metod MRS a DP byly vytvořeny geologicko-geofyzikální řezy profilů 0, 7.5 až 37.5 a profilu D (zkonstruován z křížení profilů MRS a z výsledků bodů DP) v přílohách 2a až 2d. Do těchto příloh jsou vkresleny i výsledky interpretace metody DP. Podle výsledků metody MRS bylo horninové prostředí v hloubkovém dosahu metody rozděleno podle distribuce rychlostí šíření seismické P-vlny na skalní podloží a pokryv, který se skládal ze dvou vrstev:

- Svrchní vrstva pokryvu se vyznačuje nejnižšími rychlostmi šíření seismické P-vlny V_p (300 až 430 m/s). Linie ohraničující zdola tuto vrstvu je vyznačena tmavě modrou čarou, viz legenda přílohy 2a. Vrstva je tvořena nejčepřejšími / nejméně pevnými, nejvíce porušenými zeminami jako promrzající vrstva, nedávno přemístěné zeminy či navážky. Mocnost této vrstvy kolísá od 0.3 do 8 m, viz následující obr.:



- Spodní vrstva pokryvu je tvořena většinou ulehlejšími / pevnějšími zeminami většinou eluvii až skeletovou horninou (V_p 430 až 780 m/s). Linie ohraničující zdola tuto vrstvu (černou silnou čarou) je nejsilnějším refrakčním rozhraním přibližně v místě povrchu silně rozvětralé a rozpukané skalní horniny s nižšími rychlostmi šíření seismické P-vlny skalní horniny, viz následující obr. (ostatní plošné parametry jsou v přílohách 1c a 1d):



Rychlosti šíření seismické P-vlny pod nejhlubším refrakčním rozhraním jsou znázorněny formou isolinií rychlostí šíření seismických P-vln - isovel (čím hlouběji je daná isovela, tím porušenější a rozvětralejší je zde hornina). Podle zahloubení isovel jsou do řezů vkresleny poruchy dle MRS. Absolutní vypovídací hodnotu však isovely nemají pro časté inverze V_p v prostředí rozvětralých sedimentů.

Nejhlubší rozhraní přerušovanou černou čarou je povrch méně porušeného skalního prostředí pískovce s vyššími rychlostmi šíření seismické P-vlny, které představuje původní projektovanou hloubku vrtů (podle předběžných výsledků MRS), viz řezy v přílohách 2.

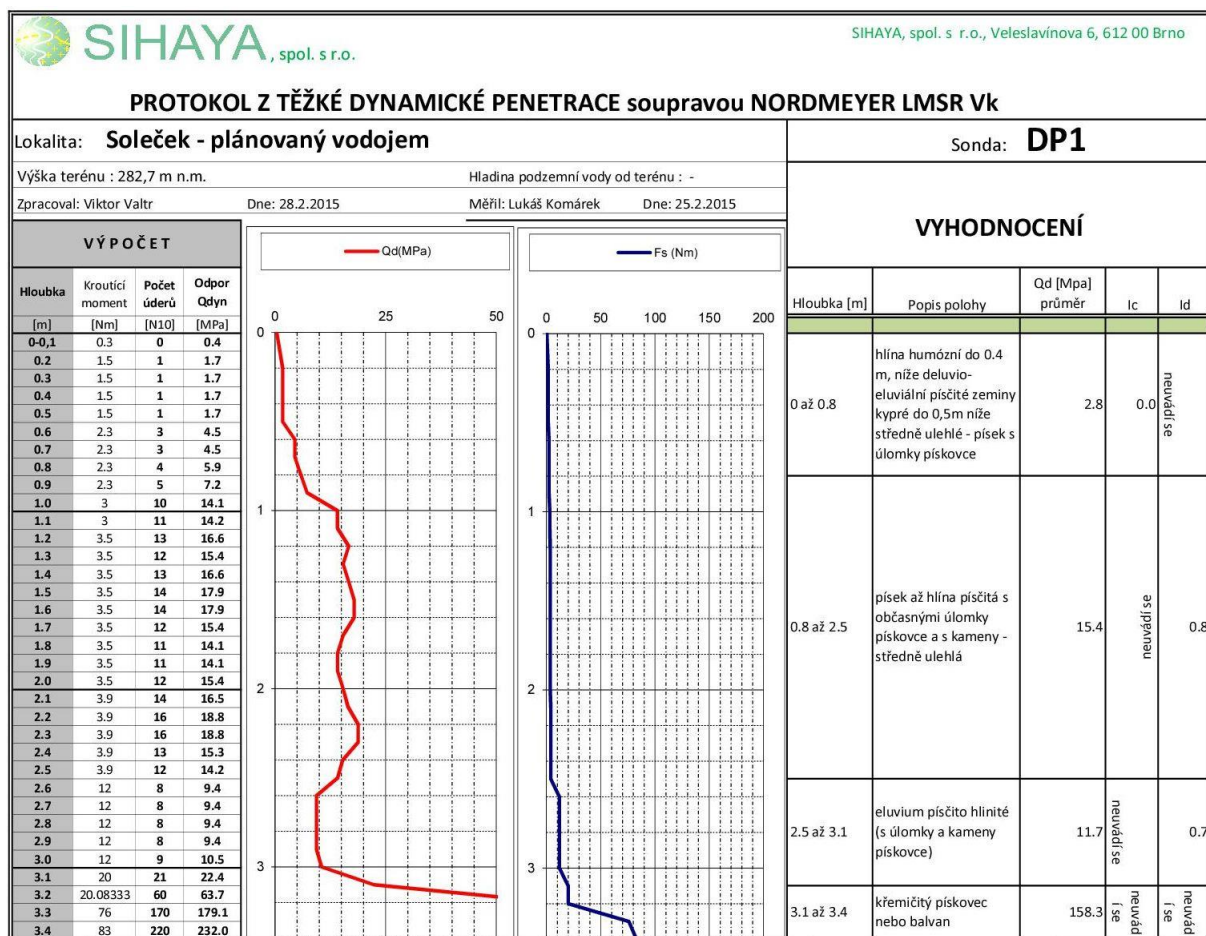
Obrázek č. 3: Měření MRS na profilu 30, 22.5 a měření ZKP-1



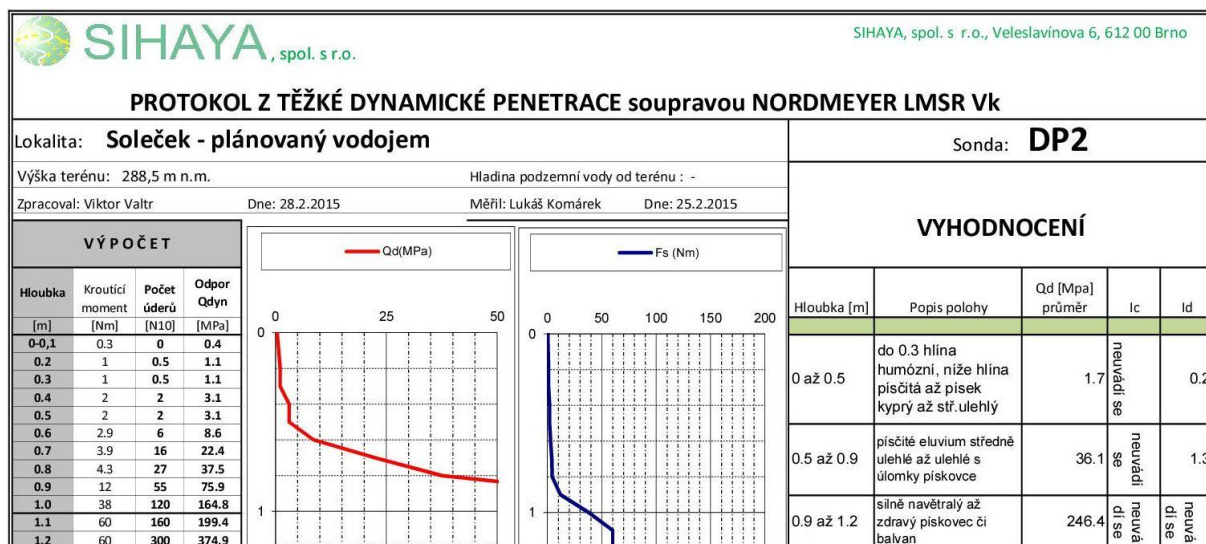
5.2 Výsledky metody DP

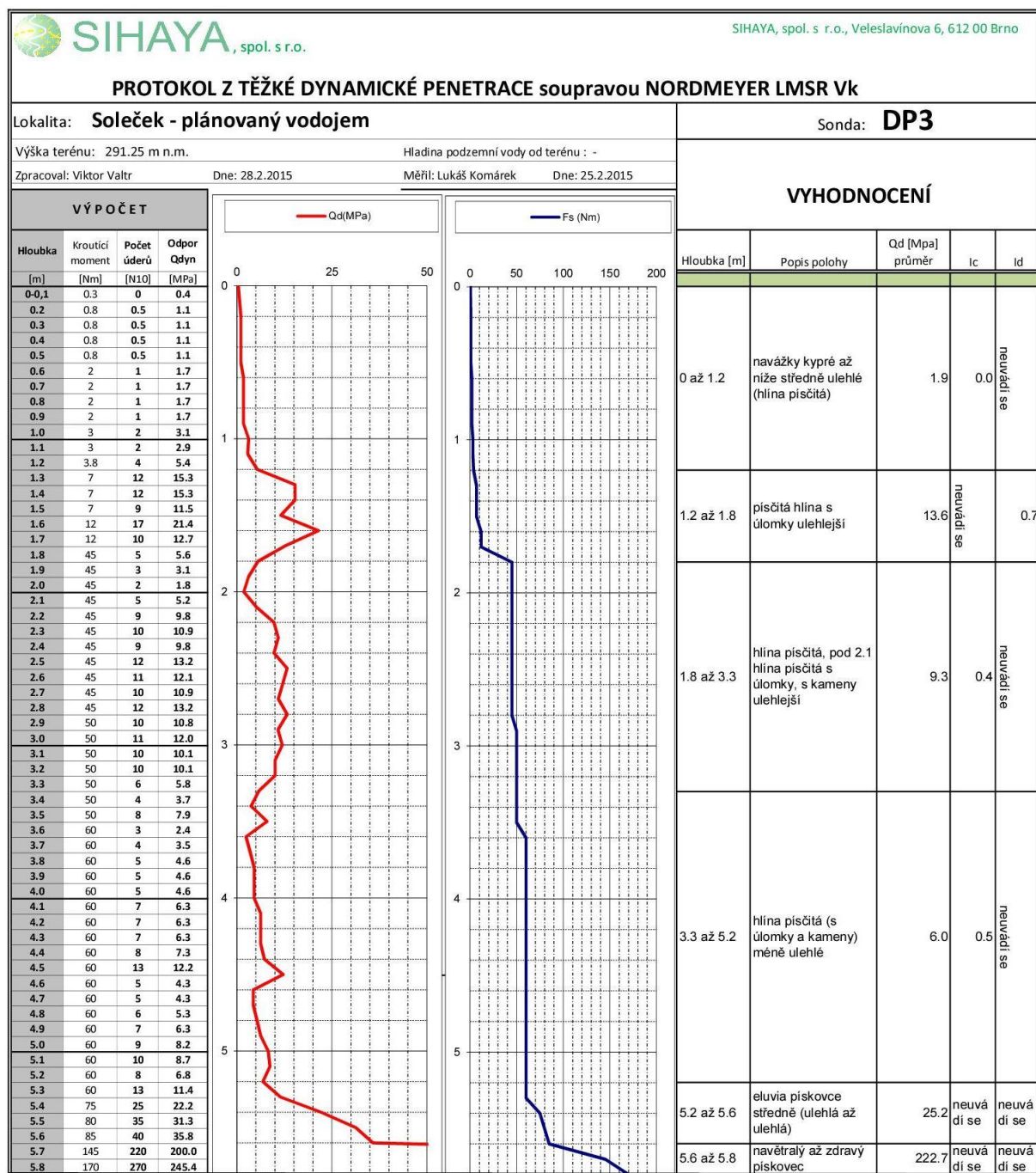
Výsledkem DP je ověření hloubky pevnějšího skalního podloží, dále obrázky s grafy M_v , N a Q_d s odvozeným popisem geologického profilu sondy dle výsledků DP (viz obr. 3) a orientační hodnoty – odhad geotechnických parametrů dle výsledků DP v následující tabulce (pro body DP1 až DP7). V grafech jsou vymezeny kvazihomogenní vrstvy základních inženýrskogeologických typů hornin a zemin (IGT1 až IGT5). Jejich geotechnické parametry dle ČSN73 1001 zde neuvádíme, protože pro daný účel nejsou potřebné. Vpichy jsou vždy kromě bodu DP6 ukončeny v hloubce, kde narazily na velmi pevnou horninu (může jít i o balvan či blok pískovce či povrch skalního podloží).

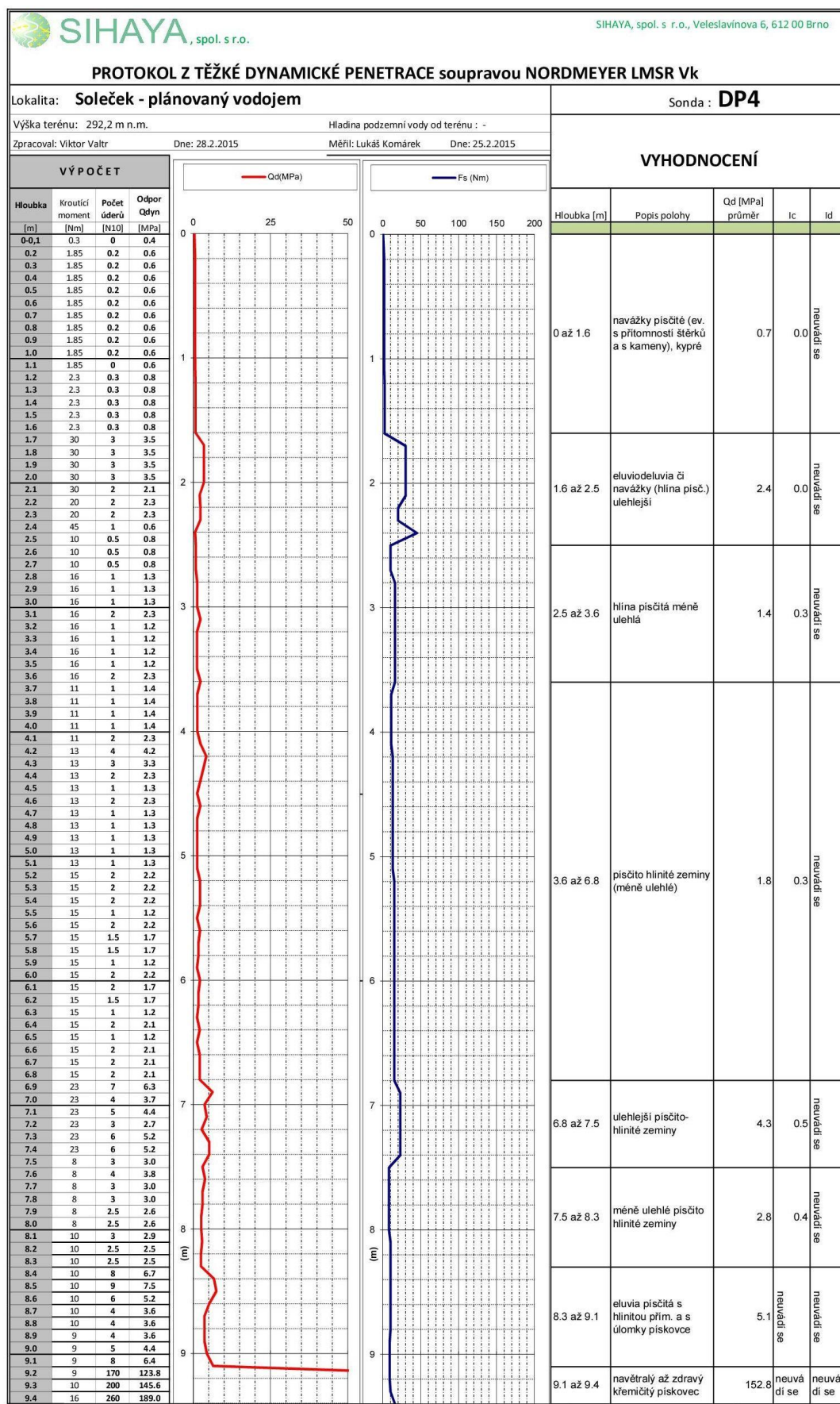
Obrázek č. 4: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP1 i s vyhodnocením



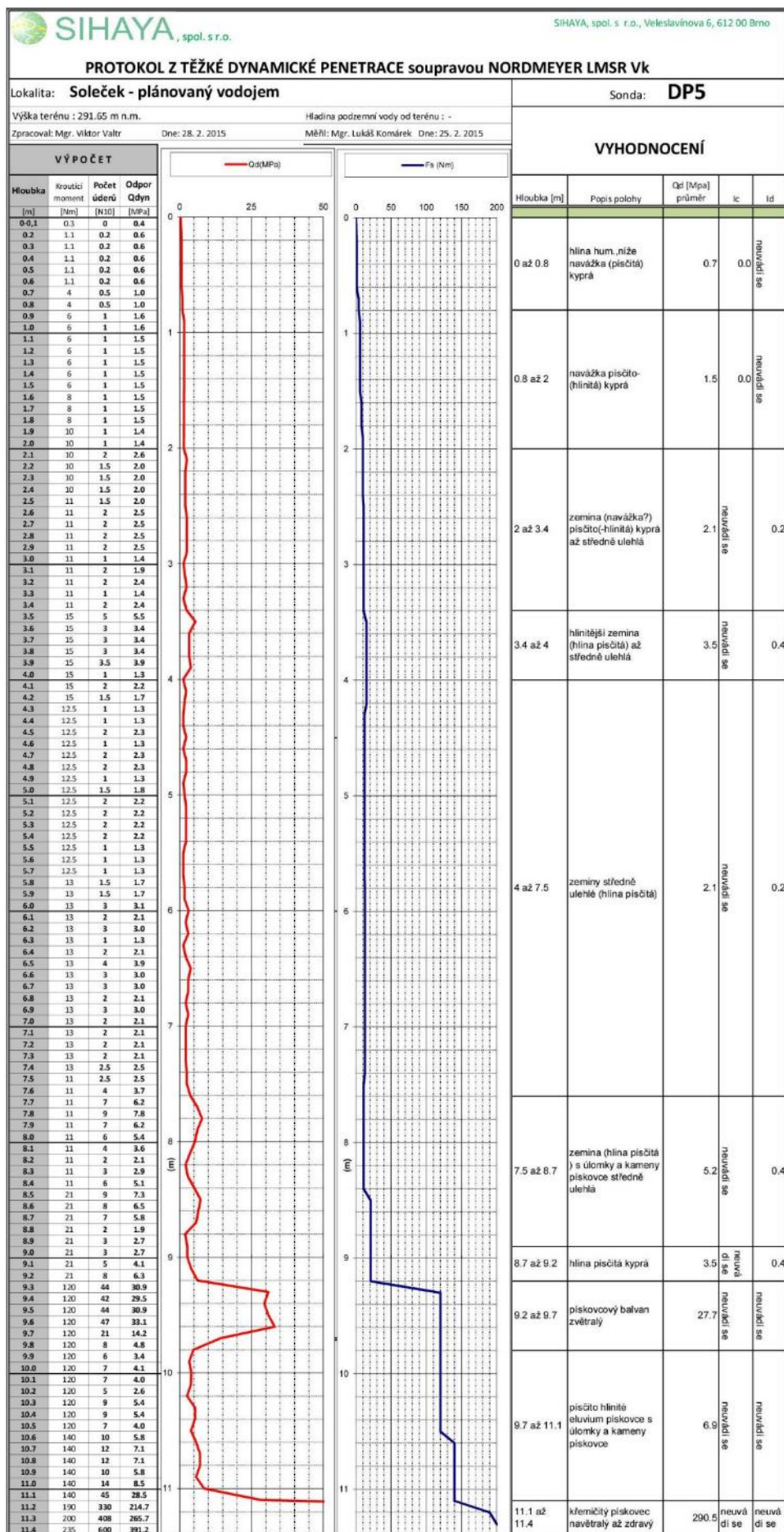
Obrázek č. 5: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP2 i s vyhodnocením



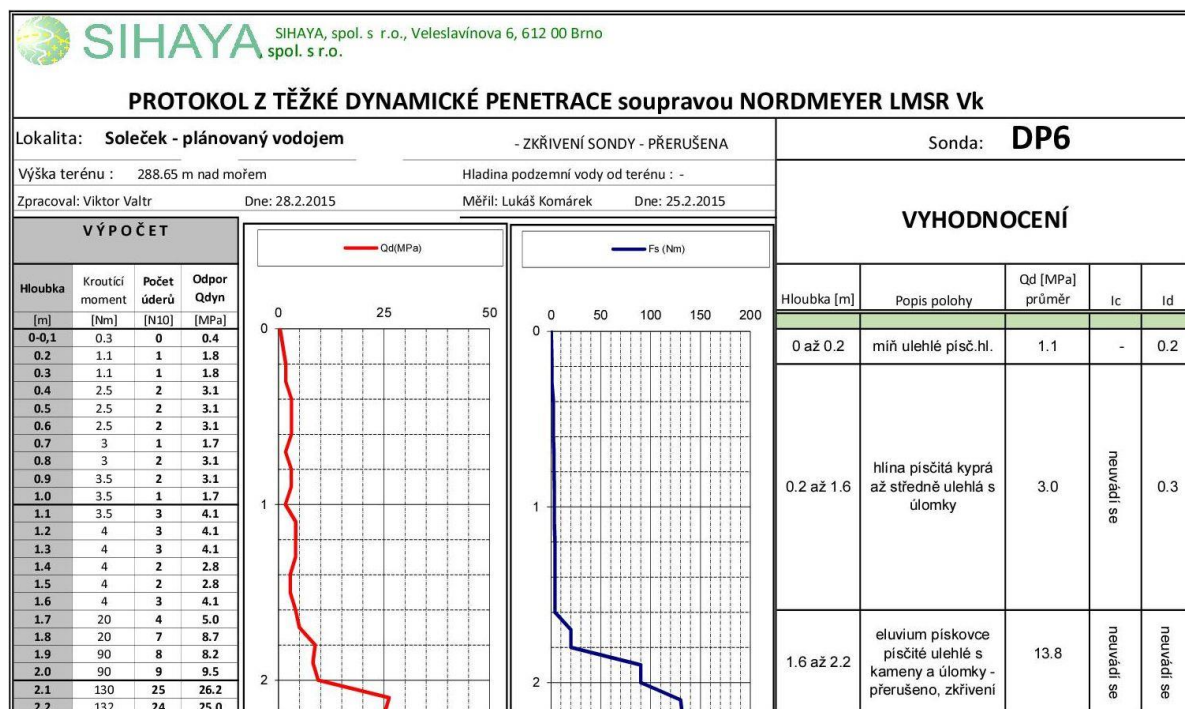
Obrázek č. 6: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP3 i s vyhodnocením


Obrázek č. 7: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP4 i s vyhodnocením


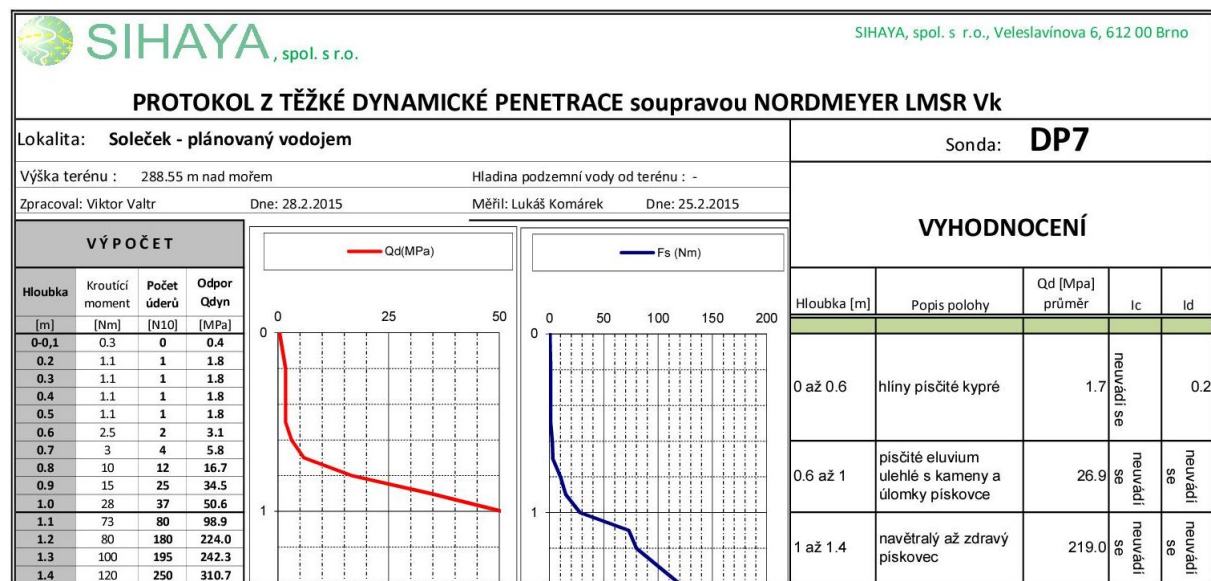
**Obrázek č. 8: Grafy
těžké dynamické
penetrace na bodu
DP5 i
s vyhodnocením**



Obrázek č. 9: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP6 i s vyhodnocením



Obrázek č. 10: Grafy těžké dynamické penetrace na bodu DP7 i s vyhodnocením



Tabulka 0: Doporučené orientační hodnoty geotechnických veličin pro základní IG typy zemin dle výsledků DP-1 až DP7 podle ČSN 731001:

IG typ	Název	Třída	Symbol	n	b	g	E _{def}	c _u	f _u	c _{ef}	f _{ef}	R _{dt}	Těžitelnost
IGT		ČSN 731001	ČSN 731001	/	/	kN/m ³	MPa	kPa	°	kPa	°	kPa	ČSN 733050
1	navážka různorodá	neuvádíme											
2	hlíny pís.tuhé kypré	F3	MS	0.35	0.62	18	5	60	0	8	24	150	2
3	hlíny pís. stř. ulehle	F3	MS	0.35	0.62	18	10	60	10	14	28	275 ^{*)}	3
4	eluvium pískovce stř. ul.	S2	SP	0.28	0.78	18.5	30			0	30	350 ^{*)}	4
5	pískovec křemitý navětr.	R4		0.2		18.5	800					400 ^{*)}	5 až 6

350 ^{*)}	pro základ šířky 1 m
65 ^{*)}	je nutno uvažovat rozptyl hodnot 30 až 100

5.3 Odhad chyby měření MRS

Měření MRS bylo zatíženo chybou z neobvykle nízké rychlosti šíření p-vln v křemičitém pískovci na lokalitě, která je pravděpodobně zapříčiněna tektonickým porušením a vyvětráním pískovce do hloubky na písek, viz foto na obr. 2, kde je mačeta vnořena do písčitého eluvia vedle výchozu pískovce a ve vzdálenosti 50 cm od výchozu zastihla penetrace na bodu DP1 povrch skalního podloží až v hloubce 3,1 m, viz obr. 4. Další chyba plyne z možných inverzí rychlosti šíření seismických vln směrem do hloubky v oblasti navážek (v optimálním případě rychlosti V_p do hloubky rostou), kde může dojít k nedetekovatelnosti takovéto inverzní vrstvy. Chyba způsobená nepřesným odečtem časů prvního nasazení může být odhadnuta až na ± 25 cm (díky silné proměnlivosti konzistence zemin v oblasti navážek). Chyba způsobená nepřesným určením rychlosti šíření seismických P-vln v pokryvu může být až 7%.

Celková chyba určení hloubky povrchu (polo)skalního podloží metodou MRS je odhadována až na 7% \pm 25 cm.

Měření MRS bylo omezeno inverzemi rychlosti šíření seismických P-vln v prostředí nepravidelně rozvětvávajících pískovců. Isolinie rychlosti šíření seismických P-vln pod nejhlubší rozhraní (isovele) je nutno brát pouze relativně. Tam, kde se isovele zahlubují, je relativně méně mechanicky kvalitní hornina a naopak. Hloubka povrchu skalního podloží může být zkreslena i větší blízkostí stavebních objektů, než je hloubka podloží.

6 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ A ZÁVĚR

Terénní práce proběhly dne 4. února 2015 (6 položení MRS a 1 bod ZKP) a 24. února 2015 (7 bodů DP). Zájmovým územím byly podle pozice 4 geodeticky vytyčených kolků v rozích pozemku vytyčeno 6 profilů (dlouhých 73 m) a proměřeno metodou MRS s krokem geofonů 1,5 m. Na bodě profilu 7.5 metrů 50 byl odměřen jeden bod ZKP (sestavující z 1 bodu VES a 30 minut měření SP-BP). Celkem bylo proměřeno 441 m profilů metodou MRS (tj. 6 položení o 50 geofonech o délce 73,5 m každého položení MRS). Po dohodě se zadavatelem byli umístěny 4 penetrační sondy DP, ale pro nejistotu (zasažení balvanu) bylo nakonec provedeno 7 bodů DP o celkové hloubce 34,8 m (1,2 až 11,4 m).

Pozice kolků vyznačujících profily geofyzikálních měření byla zaměřena dálkoměrem LEICA od objektů v mapě a zakreslena do situace (viz příloha 1a a 1d).

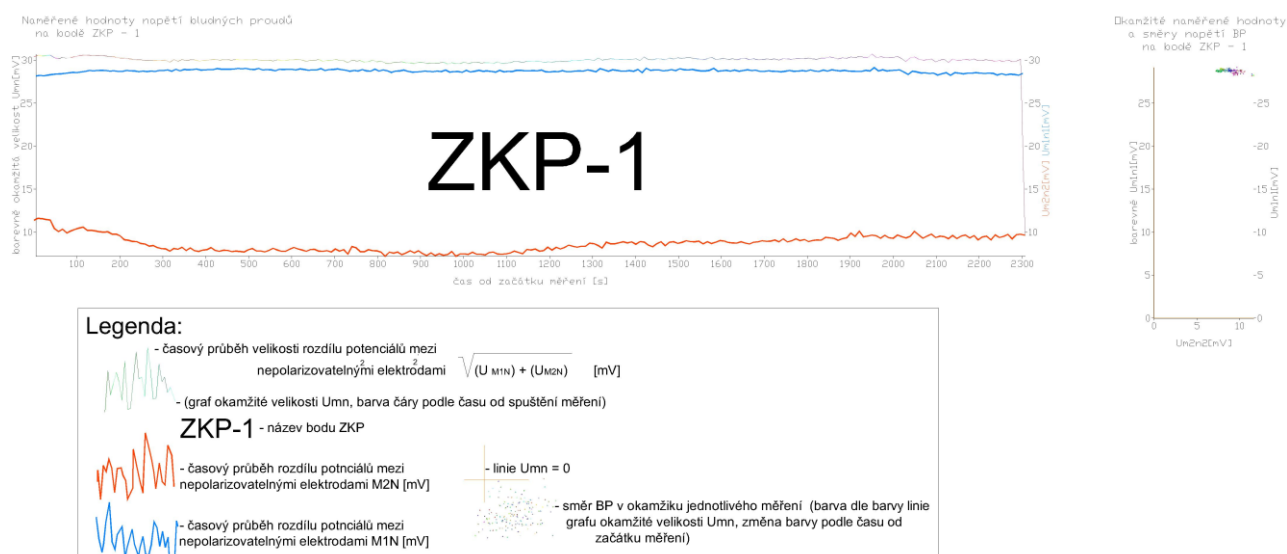
Spojenou interpretací všech použitých geofyzikálních metod na podkladu výsledků metod MRS a DP byly vytvořeny geologicko-geofyzikální řezy podél profilů 0, 7.5, 15, 22.5, 30 a 37.5 v přílohách 2a až 2c. Do těchto příloh jsou vkresleny i výsledky interpretace metody DP.

Hlavním geotechnickým řezem je řez profilu P (kolem půdorysu stavby) v příloze 2d i s výsledky a popisem dle DP. Výsledky DP i s tabulkou orientačních hodnot geotechnických veličin pro základní IG typy zemin dle výsledků DP-1 až DP7 podle ČSN 731001 jsou podrobně shrnuty v podkapitole 5.2.

Hloubky a výšky povrchu silně navětralé a rozpukané skalní horniny jsou plošně zobrazeny v přílohách 1c a 1d pod situací měření.

Všechny výsledky jsou podrobně popsány v předchozí kapitole 5.

Obrázek č. 11: Grafy časových průběhů měření BP a jejich okamžitých směrů na bodě ZKP-1



7 SHRUTÍ VÝSLEDKŮ ZÁKLADNÍHO KOROZNÍHO PRŮZKUM - VODOJEM U SOLEČKU

Dne 4. 2. 2015 byl pracovníky firmy SIHAYA, spol. s r.o., proveden základní korozní průzkum (ZKP) na 1 stanovišti (bod ZKP-1 na pf 7,5 metrů 50 m) v půdorysu plánovaného objektu vodojemu, viz situační příloha 1d a obr. 11, kde jsou patrné poměrně stabilní průběhy BP v čase.

Potencionálními zdroji BP v prostoru projektované stavby jsou především:

- eventuální produktovody s katodovou ochranou v blízkosti
- ostatní elektrická nadzemní i podzemní vedení (NN, VN) v blízkosti
- uzemněná elektrická zařízení v blízkém vodojemu
- přirozená pole BP.

Pro stanovení agresivity horninového prostředí na kovová zařízení byla v každém měřeném bodě určena:

- velikost rezistivity (měrného elektrického odporu) v požadovaném intervalu hloubek podle hloubky založení a také
- velikost intenzity a proudové hustoty bludných proudů, viz kapitola 3.

Naměřené hodnoty byly vyhodnoceny dle ČSN 03 8365 a ČSN 03 8372.

PROTOKOL MĚŘENÍ NA BODĚ ZKP-1 (programem ZKPgea2014) :

Počet provedených měření: 475

Počet hodnot, které jsou kladné a záporné:

num_u1+=237 num_u1-=0 num_u2+=238 num_u2-=0

Extrémy kladných a záporných hodnot naměřených potenciálových rozdílů U1 a U2:

u1+min=28.17 +max=29.14 u1-min=není -max=není u2+min=7.20 +max=11.62 u2-min=není -max=není mV

Průměrné hodnoty kladné a záporné na metr: u1+pr=1.437 -= není u2+pr=0.434 -= není

*Velikost vektoru napětí kladného a záporného na metr: u+=1.5mV/m u-= není => **střední bludné proudy***

*Při min.rezistivitě **31.0** ohm.m v podstatné části základového prostředí je velikost proudové hustoty kladné a záporné složky ve směrech elektrodových párů M1-N a M2-N*

J1+=46.344 J1-= není J2+=13.992 J2-= není uA/m2

*a velikost proudové hustoty kladné a záporné složky pole BP je: J+=**48.409771** uA/m2 J-= není*

=> z hlediska rezistivity třída III. - agresivita prostředí zvýšená

=> z hlediska proudových hustot třída III. - agresivita prostředí zvýšená

Vyhodnocení stupně agresivity základového prostředí na ocel dle ČSN 03 8372:

Metodou VES zjištěné nejmenší hodnoty rezistivity vrstev v hloubkovém intervalu od povrchu (kromě svrchní vrstvy humózní hlíny, která bude před stavbou odstraněna) až do hloubky založení objektu nebyly nižší než 31 Ωm (hlíny písčité). To odpovídá podle kritéria rezistivity zeminy III. stupni agresivity základového prostředí na ocel, tzn. agresivita prostředí na ocel je zde podle kritéria rezistivity **zvýšená** (podle čtyřstupňové škály podle ČSN 03 8372 v tab. 2).

Metodou SP-BP byly zjištěny střední BP (viz protokol výše). Hodnota výpočtové proudové hustoty převládajících BP (49 μA/m²) na bodě ZKP-1 odpovídá III. stupni agresivity (podle tabulky č. 2) – je zde tedy podle kritéria proudové hustoty (čtyřstupňové škály dle ČSN 03 8372) agresivita prostředí **zvýšená**. (viz tabulka č. 1 a č. 2):

Tabulka č. 1 Klasifikace intenzity bludných proudů podle ČSN 038365

Naměřená intenzita elektrického pole podle postupu z ČSN 03 8365		Vyhodnocení intenzity bludných proudů podle ČSN 03 8365
<0.5	mV/m	slabé bludné proudy
0.5 až 5	mV/m	střední bludné proudy
>5	mV/m	silné bludné proudy

Tabulka č. 2 Stupeň agresivity prostředí na ocel podle ČSN 038372

Stupeň agresivity prostředí na ocel podle ČSN 03 8372		Rezistivita (měrný elektrický odpor) [Ωm]	Proudová hustota	
			[μA/m ²]	[mA/m ²]
I.	velmi nízká	>100	<0.1	<1•10 ⁻⁴
II.	střední	50 až 100	0.1 až 3	1•10 ⁻⁴ až 3•10 ⁻³
III.	zvýšená	23 až 50	3 až 100	3•10 ⁻³ až 0.1
IV.	velmi vysoká	<23	>100	>0.1

Tabulka č. 3 – tabulka číslo 1 v technických podmínkách MDS „Základní ochranná opatření vlivu bludných proudů na mostní objekty a ostatní betonové konstrukce pozemních komunikací“ /literatura 3/ (TP 24):

Stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů		
Základní ochranná opatření stupeň č.	Proudová hustota [A/m ²] hodnoty změřené nebo přepočtené koeficientem sacího efektu mostu Ks	Provedení základních ochranných opatření. Opatření dle číslic a písmen lze kombinovat na základě odborného posouzení.
1	<1•10 ⁻⁷	1. Primární ochrana dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab.3 A - bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
2	1•10 ⁻⁷ až 3•10 ⁻⁶ 0.1•10 ⁻⁶ až 3•10 ⁻⁶	2. Kombinace primární ochrany dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab.3 a případné sekundární ochrany dle TP, čl. 5.2 B - bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
3	3•10 ⁻⁶ až 1•10 ⁻⁴ 3•10 ⁻⁶ až 100•10 ⁻⁶	3. dtto ad 2 plus C - konstrukční opatření dle TP, čl. 5.3, bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
4	1•10 ⁻⁴ až 3•10 ⁻³ 100•10 ⁻⁶ až 3000•10 ⁻⁶	4. dtto ad 2 plus D - konstrukční opatření dle TP, čl. 5.3, včetně propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
5	> 3•10 ⁻³	5. dtto ad 4 plus E - dokumentace "Elektrické rozvody a zařízení pro kontrolu vlivu bludných proudů" umožňující elektrická a geofyzikální měření (DEM) včetně realizace ev. návrhu následných ochranných opatření.

Vyhodnocení stupně základních ochranných opatření podle TP124 MD a SR 5/7 (S):

Návrh stupně základních ochranných opatření byl v souladu s TP 124 MD proveden podle hodnoty přepočtené proudové hustoty, která je daná vztahem:

$J_v = K_s \cdot J$, kde J je proudová hustota výpočtová a K_s je sací koeficient konstrukce (viz kapitola 5.3). Celkový sací koeficient konstrukce K_s byl pro přepočet stanoven na hodnotu 1,5. Přepočtená proudová hustota na bodu ZKP-1 potom dosahuje hodnoty **73,5 μA/m²**. To znamená, že pro zkoumaný objekt vodojemu je nutno provést **základní ochranná opatření stupně č. 3** pětistupňové škály dle **TP 124 MD** (viz tabulka č. 3).

7.1 Doporučení pro zpracovatele stavby – návrh korozní ochrany

Na základě výsledků ZKP doporučujeme pro zkoumanou žb konstrukci vodojemu provést **základní ochranná opatření stupně č. 3 podle TP124 MD [3]**, tj.:

- o v případě železobetonové konstrukce s předpokladem sacího efektu BP - provést kombinaci primární ochrany dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab. 3 a případné

sekundární ochrany dle TP, čl. **5.2** a konstrukční opatření podle TP124 článek **5.3 bez propojení výztuže a bez jejího vyvedení na povrch konstrukce.**

- izolovat tělesa železobetonových prvků základů od vodivějších (jílovitých) zemin svislou izolační fólií, či impregnací betonu v kontaktu se zemínou (eventuálně je možné při malé hmotnosti stavby použít i nekovové výztuže základů – plasty, dle zkušeností projektanta, např.: <http://www.benda-trade.cz/>) nebo vodonepropustných nevodivých betonů
- zajistit dostatečné krytí kovové výztuže použitím nevodivých (betonových) podložek proti kontaktu armování - zemina
- **nepovinné** spojení výztuží v jednotlivých základových pasech elektrickým svárem (pro minimalizaci počtu článků výztuž-beton-výztuž) by mělo být provedeno po obvodu tělesa armokoše bodovými sváry \varnothing 5 mm u křižujících se výztuží, oboustranným svárem délky 100 mm u podélně svařovaných výztuží a koutovým oboustranným svárem 4 mm * 10 mm v případě spoje výztuže s ocelovou deskou)
- předpokládáme (ideálně nevodivé) oddělení stavby od spodní stavby základů (hydroizolace), které je zároveň součástí ochrany horní stavby proti BP a snižuje sací efekt BP.
- při eventuálních přeložkách úložných zařízení v maximální míře používat nevodivé materiály.

Zprávu vypracoval: Mgr. Viktor Valtr

Zodpovědný řešitel geofyzikálních prací: RNDr. Viktor Valtr, CSc.

Viktor Valtr



Zprávu vypracoval: Mgr. Viktor Valtr

Zodpovědný řešitel geofyzikálních prací: RNDr. Viktor Valtr, CSc.

V Brně, dne 7. března 2015