

Geofyzikální průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace Závěrečná zpráva



Brno

prosinec 2020

Zhotovitel:



SIHAYA, spol. s r.o.

Veleslavínova 6

612 00 Brno

www.sihaya.cz

sihaya@sihaya.cz

autor zprávy: Viktor Valtr

Zadavatel:

GEVOS – Ing. Milan Ulbrych

Dvorská 9

Jablonec nad Nisou

gevos@volny.cz

datová schránka: w3m565e

SIHAYA, spol. s r.o..
Veleslavínova 6, 612 00 Brno
IČ: 46346414 DIČ: CZ46346414

tel.: +420 549 211 828
mob.: +420 605 265 963
e-mail: sihaya@sihaya.cz

Geofyzikální práce, inženýrská geologie, hydrogeologie, korozní průzkumy a průzkumy vodních zdrojů

Název zakázky:

Geofyzikální průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace

Autor a zodpovědný řešitel geofyzikálních prací: **Mgr. Viktor Valtr**

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č.	1:	GEVOS - ING. MILAN ULBRYCH (digitální výtisk)
Výtisk č.	2:	archiv firmy SIHAYA, spol. s r.o.

OBSAH

1. Úvod	3
2. Popis lokality.....	3
2.1 Geologická charakteristika	3
3. Metodika geofyzikálního měření.....	4
3.1 Metoda mělké refrakční seismiky (MRS).....	4
3.1.1 Princip průzkumu MRS	4
3.1.2 Použitá aparatura a geometrie měření MRS.....	5
3.1.3 Zpracování MRS.....	5
3.1.4 Výsledné parametry MRS a jejich vztah k IG parametrům hornin.....	5
3.2 Metoda těžké dynamické penetrace (TDP)	6
3.2.1 Odvození geotechnických parametrů z výsledků TDP	7
4. Průběh terénních prací	8
5. Výsledky průzkumu	9
5.1 Výsledky průzkumu metodou MRS	9
5.2 Odhad chyby měření MRS	10
5.3 Výsledky TDP	10
6. Shrnutí výsledků a závěr	11

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1a až 1c:	Situace geofyzikálního měření, měřítko 1:750 a 1:500
Příloha 2a až 2e:	Geologicko-geofyzikální řezy podél stok A až D
Příloha 3:	Protokoly z TDP-1A, TDP-1B a TDP-2

LITERATURA

- [1] PETR ČAJÁNEK. *Inženýrskogeologický průzkum pro plánovanou výstavbu vodojemu u*
- [2] ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA: *Digitální geologická mapa ČR 1:50 000*. - List citací: <http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/index.php?> - Praha: ČGS, 2010.
- [3] SKOPEC J., pro fy SIHAYA: Posouzení vztahu rychlosti šíření seismických vln ke geotech. parametrům a vlivu nehomogenit na charakter vlnového pole, Praha, 1993

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Výřez z geologické mapy ČR 150000	3
Obrázek č. 2: Geologická informace z vrtu J-1, GDO ID 225675, výška 219.4 m n.m.	4
Obrázek č. 3: Geologická informace z vrtu B-1, GDO ID 85116,	4
Obrázek č. 4: Vpichy TDP-1B a TDP-2	8

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Fyzikální

symbol	Jednotka	Popis
E	[MPa]	Youngův modul pružnosti
I _c	[/]	index konzistence
I _D	[/]	index relativní ulehlosti
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

Zkratky	Jednotka	Popis
DP		dynamická penetrace
DPH		těžká dynamická penetrace (dynamic penetration heavy)
gf		geofyzikální
GRM		(interpretační metoda) general reciprocal method
h.p.v.		hladina podzemní vody
J / j.		jih / jižní
JZ		jihozápad
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)
TDP		těžká dynamická penetrace
ZD		zadávací dokumentace

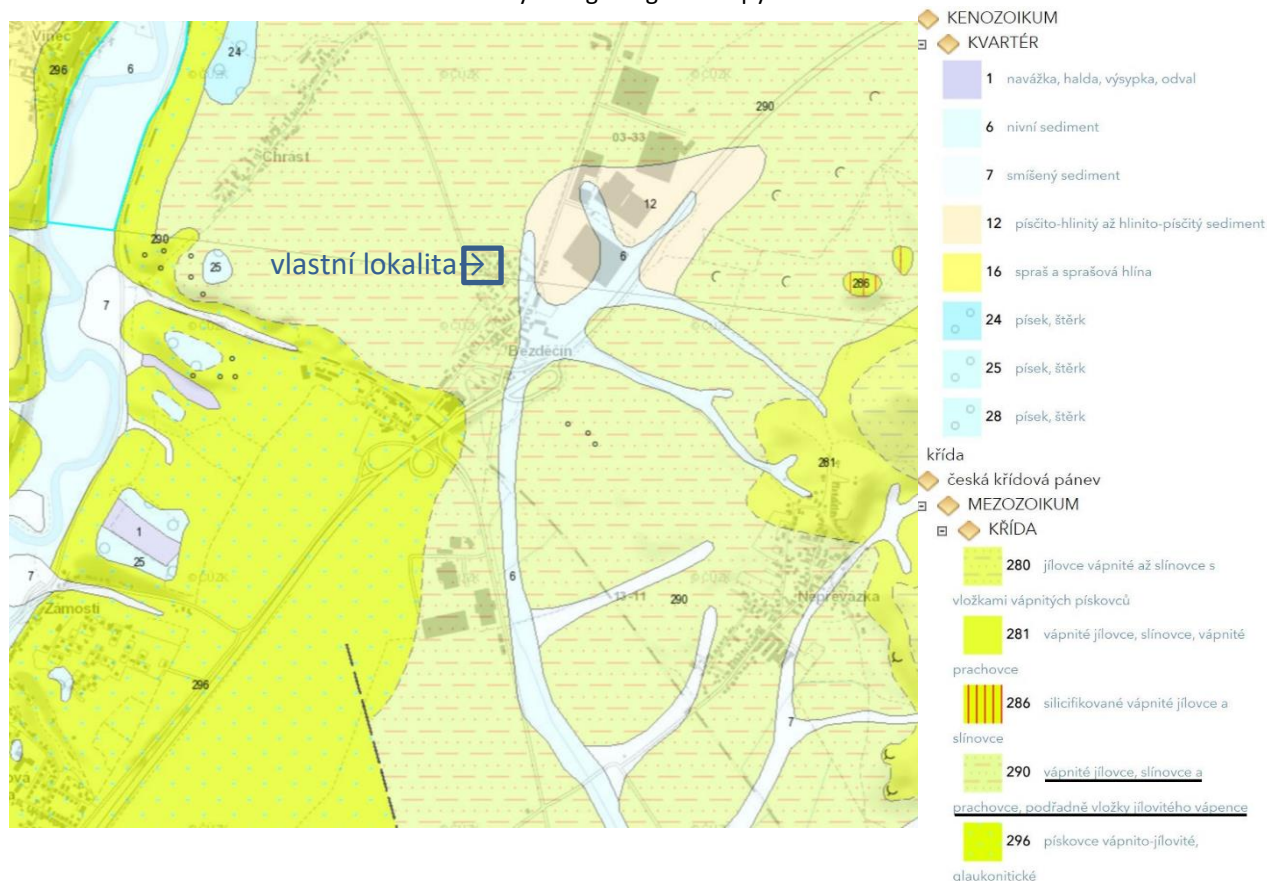
1. Úvod

V rámci plánované dostavby splaškové kanalizace v obci Bezděčín u Mladé Boleslavy jsme byli zadavatelem pověřeni provedením geofyzikálního průzkumu metodami mělké refrakční seismiky (MRS) a těžké dynamické penetrace (TDP) za účelem zatřídění zemin a hornin podle těžitelnosti (podle ČSN 73 3050 a ČSN 73 6133) v celkové délce profilů asi 640 m, dle cenové nabídky ze 21. 10. 2020. Tato zpráva shrnuje i výsledky rešerše archivních vrtů v okolí.

2. Popis lokality

Lokalita se nachází v sz. okraji Bezděčína a tvoří několik nových ulic obce. Trasa výkopů plánované kanalizace a profilů vede po místních komunikacích zatím nezpevněných v rovinném terénu. Profily byly vedeny v těsném okolí tras výkopů plánované kanalizace tak aby nebyl přerušen provoz. Velmi mírně zvlněný terén je většinou tvořen makadamem, trávnikem, udusaným štěrkem zpevněnými povrchy okrajů komunikace, dlažbou chodníku, viz přílohy 1.

Obrázek č. 1: Výřez z geologické mapy ČR 150000



2.1 Geologická charakteristika

Lokalita se nachází v oblasti pokryté se slabým kvartérním pokryvem, většinou eluvií (hlinité/jílovité písky, slabě hlinité písky, písky až štěrk s pískem), navážek a eventuálně i se sprašemi a sprašovými hlínami, pod nimiž dle mapy výše leží vápnité slínovce a prachovce, eventuálně s podřadnými vložkami jílovitého vápence. Podle starších vrtů z geofondu by mohly předkvartérní podloží tvořit i pískovce vápnité, prokřemenělé, místy slínité,

střednězrnné, viz geologická mapa na obr. 1 a následující výpisy geologických profilů vrtů z Geofondu ČR:

Obrázek č. 2: Geologická informace z vrtu J-1, GDO ID **225673**, suchý vrt, výška 219.4 m n.m., pozice vpravo

Hloubka[m]	Stratigrafie	Popis
0.00 - 0.60	Kvartér	hlína humózní silně písčité uhlé, šedá
0.60 - 1.10	Turon	hlína písčité pevný, žlutá, šedá
1.10 - 1.50	Turon	písek střednozrnný hlinitý silně uhlé slabě vlhký, žlutá
1.50 - 4.00	Turon	pískovec vápnitý střednozrnný slabě zvětralý, šedá



Obrázek č. 3: Geologická informace z vrtu B-1, GDO ID **85116**, h.p.v. 19 m, 225 m n.m., pozice nahoře modře

Hloubka[m]	Stratigrafie	Popis
0.00 - 0.50	Kvartér	hlína písčité humózní, šedá, hnědá
0.50 - 1.00	Kvartér	písek střednozrnný slabě hlinitý, rezavá, hnědá
1.00 - 13.00	Turon	pískovec slabě vápnitý střednozrnný tvrdý prokřemenělý, šedá, bílá
13.00 - 24.00	Turon	pískovec tvrdý jemnozrnný, hnědá, žlutá
24.00 - 35.00	Turon	pískovec vápnitý tvrdý slinitý jemnozrnný, šedá
35.00 - 44.00	Turon	pískovec tvrdý prokřemenělý vápnitý jemnozrnný, hnědá, šedá
44.00 - 62.50	Turon	pískovec tvrdý prokřemenělý slinitý, šedá

V rámci tohoto průzkumu zde byly navíc provedeny 3 vpichy TDP pro ověření a nacejchování výsledků MRS, které zachytily povrch skalního podloží v hloubce 1.0 až 1.5 m, viz protokoly v příloze 3.

3. Metodika geofyzikálního měření

Pro řešení zadaných úkolů, (viz úvod), byla vybrána kombinace těchto metod:

- metoda mělké refrakční seismiky (MRS) umožňuje určení distribuce rychlosti šíření seismické P-vlny (podélná vlna) v horninách. Podle zjištěného rozložení rychlostí lze rozčlenit horniny do mechanicky kvaziisotropních bloků. V příznivých případech umožňuje zjistit hloubku povrchu skalního podloží a jeho stav (navětralost, rozpukanost), nalézt na jeho povrchu tektonicky porušené zóny, stanovit hloubku h.p.v. v zeminách.
- metoda těžké dynamické penetrace (TDP) - ověření geotechnických vlastností zemin a hloubky povrchu skalního podloží měřením in-situ.
- geologický výklad výsledků gf. měření je opřen o výsledky geologického ohledání okolí lokality a o rešerši dat z Geofondu (2 vrtů) a o výsledky 3 bodů TDP.

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 – mívá rychlosti šíření seismických P-vln asi desetkrát menší, než jsou v jeho podloží. Díky tomuto velkému rozdílu ve 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. Umožňuje sčítat slabé signály od jednotlivých úderů seismickým kladivem do výsledného, seismického záznamu (24bitové delta sigma A-D převodníky) a tak nahradit trhaviny (dříve používané jako zdroje seismické energie) slabším mechanickým zdrojem a sumací výrazně snížit poměr šumů v okolí k užitečnému signálu.

Geometrie měření: Na přímé linii dlouhé 36 až 73.5 m je rozmístěno 50 aktivních reflexních geofonů (snímačů seismického chvění) s rozestupy 0,75 až 1,5 m mezi sebou. Tuto linii nazýváme "seismické položení". Na jednom refrakčním položení budíme seismickou energii mnohonásobnými údery těžkého kladiva v sedmi až devíti bodech na 1 refrakční 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 3 modrou barvou, povrch podloží pak silnou modrou linií.

Rychlosti v průniku pod nejhlubší refrakční rozhraní jsou znázorněny formou isovel (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, eventuálně příčných vln, frekvenční charakteristika prostředí a pozorovaný útlum amplitud. Na této konkrétní lokalitě je výsledkem především znalost rozložení rychlostí 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:

$$V_P = \sqrt{\frac{E \cdot (1 - \nu)}{(\nu + 1) \cdot (1 - 2 \cdot \nu) \cdot \rho}}$$

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, respektive stáří hornin, jež snižuje pórovitost, respektive 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).

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

Do vertikálních řezů bylo vepsáno fialově přibližné zatřídění hornin a zemin podle rozpojitelnosti a těžitelnosti podle ČSN 73 3050 a červeně i přibližné zatřídění hornin a zemin podle rozpojitelnosti a těžitelnosti do tří tříd podle ČSN 73 6133 (viz příloha 2a). Zatřídění bylo provedeno podle distribuce rychlostí šíření seismické P-vlny podle výsledků metody MRS:

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

Třída 2. – pro těžbu a rozpojování horniny je nutno použít speciální rozpojovací 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 či jiné technologie, pokud by použití trhacích prací ohrozilo okolní stavby (obydlené oblasti).

3.2 Metoda těžké dynamické penetrace (TDP)

Metoda TDP 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. V hloubkovém intervalu 0,5 až 1 m (v případě potřeby nebo požadavku objednatele nebo řešitele i v intervalu menším) je

odečítána hodnota kroutícího momentu M_v (F_s) překonání plášťového tření momentovým klíčem.

Pro toto měření byla použita konstelace TDP (normový hrot s vrcholovým úhlem 90° o průměru 43.7 mm a ploše v řezu 15 cm^2 zaráží beran o hmotnosti 50 kg s konstantní výškou pádu 50 cm.

Po ukončení sondáže se soutyčí vytáhne mechanickým heverem. Následně se změří v sondě (pokud se hned nezavalí) elektrokontaktním hladinoměrem hladina podzemní vody.

Z výše uvedených odečítaných hodnot je v hloubkovém intervalu 10 cm vypočten měrný dynamický penetrační odpor Q_d (MPa) (Bondarik, Wojcechovski) nebo dle tzv. Holandského vzorce:

$$q_d = M \cdot H / [A \cdot e \cdot (M+P)] = M \cdot H \cdot N / [A \cdot s \cdot (M+P)]$$

kde: M – hmotnost kladiva

H – výška pádu kladiva

A – plocha hrotu

s – délka vniku (10 resp. 20 cm)

N – počet úderů na vnik

P – celková hmotnost zařízení působící na hrot

Početní a grafické vyhodnocení je prováděno pomocí vlastního počítačového programu.

Při provádění a vyhodnocování DP jsme se řídili stávajícími platnými předpisy a normami, dotýkajícími se problematiky dynamického penetračního sondování, především pak slovenské technické normy STN 72 1032 – Dynamická penetrační zkouška (platná ve SR od března 1997) a ČSN EN ISO 22476-2 Geotechnický průzkum a zkoušení – Terénní zkoušky – část 2: Dynamická penetrační zkouška.

3.2.1 Odvození geotechnických parametrů z výsledků TDP

Se znalostí geologického profilu v místě TDP můžeme pro výpočet deformačního modulu přetvárnosti E_{def} použít následující vzorce, nebo jejich kombinaci:

$$E_{\text{def}} = n \cdot q_{\text{dyn}} \quad (1)$$

$$E_{\text{def}} = 9 \cdot q_{\text{dyn}}^{0,6} \quad (2)$$

Nejlepší výsledky bývají odvozeny z empirického vztahu (1) s empiricky zjištěným parametrem $n = 5.3$ platným pro štěrk s jemnozrnnou zeminou (G-F), a pro jílovitý štěrk (GC) $n = 3.8$ atd. až pro jíly $n=2$. Empirického vztah (2) vykazuje větší chybu oproti parametrům zjištěným ze statického PLT. Pro tuto lokalitu byly použity i další korelační empirické vztahy a sady převodních koeficientů podle očekávaného geologického profilu.

Geologická interpretace průběhu penetračního odporu proběhla pouze na základě interpretačních zkušeností autora podle geologické rešerše, proto je nutné nakládat s popisy vrstev s určitou rezervou a nebrat je za dogma. Hodnoty konzistence a ulehlosti zemin jsou tudíž orientační (chybí kalibrace na vrtný popis zemin).

4. Průběh terénních prací

Terénní práce proběhly dne 8. prosince 2020 podél plánovaných výkopů splaškové kanalizace v severozápadní části Bezděčína. Metodou MRS byly zkoumány 4 stoky – profily A (proměřeno MRS 351 m), B (proměřeno MRS 118 m), C (77 m) a D (proměřeno MRS 77 m) - podél tras výkopů kanalizace, viz příloha 1a.

Celkem bylo tedy proměřeno 623 m profilu metodou MRS (s krokem geofonů, a tedy i výsledné geologické informace od 0.75 m až 1.5 m). Interpretace MRS byla ověřena a nacejchována 3 vpichy TDP (1.8, 1.4 a 2 m tedy celkem propenetrováno 5.2 bm). Vpich TDP-1A skončil příliš prudkým a nepravděpodobným náběhem do skalní horniny (z 6 do 180 úderů na 10 cm a připomíná spíše podlahu v zavezeném sklepe a podobně) a proto byl pro ověření přidán vpich TDP-1B v posunuté pozici viz příloha 1a a 1b.

Pozice profilů geofyzikálních měření MRS a bodů TDP byla odměřena laserovým dálkoměrem Leica nebo pásmem od okolních objektů zaměřených v mapovém podkladu poskytnutém zadavatelem a zakreslena do příloh 1a až 1c.

Všechny pozice roztažení MRS a bodů TDP byly fotograficky dokumentovány a body TDP byly i vytyčeny dřevěnými kolký.

Obrázek č. 4: Vpichy TDP-1B a TDP-2



5. Výsledky průzkumu

5.1 Výsledky průzkumu metodou MRS

Interpretací použité geofyzikální metody (MRS) a podle výsledků geologického ohledání lokality, rešerše archivních dat a výsledků 3 vpichů TDP byly na podkladě výsledků metody MRS vytvořeny geologicko-geofyzikální řezy profilů A až D vkreslené do PP stok A až D, viz přílohy 2a až 2e. Výšky povrchu terénu byly vzaty ze zaměření zadavatele.

Horninové prostředí v dosahu MRS bylo rozděleno podle distribuce rychlostí šíření seismické P-vlny na pevnější skalní podloží a pokryv, který se vždy skládal ze dvou vrstev:

- Svrchní nejsnadněji těžitelná vrstva pokryvu se vyznačuje nejnižšími rychlostmi šíření seismické P-vlny V_p (340 až 405 m/s). Vrstva je tvořena snadno těžitelnými nejkypřejšími / nejméně pevnými, nejvíce porušenými zeminami jako promrzající vrstva, nedávno přemístěné (navážky), suchá písčité eluvia. Vrstva obtížněji těžitelné vozovky – makadamu je na profilech vynechána (inverze rychlostí šíření seismických P-vln)

Linie ohraničující zdola tuto vrstvu (tmavě modrou slabou čarou) je povrchem mírně pevnějších/ulehlejších zemin.

- Pod ní leží nejhlubší vrstva pokryvu tvořená ještě ulehlejšími / pevnějšími / mokřejšími zeminami než v nadloží. Je tvořena písčito štěrkovitými eluvii s úlomky až bloky matečné horniny (úlomky slínovců či vápnitých, jílovitých pískovců) až skeletové horniny – velmi silně navětralé až rozvětralé skalní horniny až R6-R5) s V_p většinou v intervalu od 500 do 750 m/s pravděpodobně se stále zřetelnějšími texturními znaky skalní horniny směrem dolů.

Linie ohraničující zdola tuto vrstvu **černou nejsilnější čarou** je nejsilnějším refrakčním rozhraním přibližně v místě povrchu pevnější skalní horniny (R4, R4-R3). Zde jde nejčastěji o vápnité slínovce a prachovce, eventuálně s podřadnými vložkami jílovitého vápence, nebo i pískovce vápnité, místy prokřemenělé, místy slínité. Na této lokalitě může dle výsledků TDP i MRS jít často o pozvolný přechod eluvií do skalní horniny typický pro slínovce.

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 byly do řezů vkresleny světle modrou přerušovanou čarou i tektonické poruchy dle MRS, (pokud byly zachyceny nad dnem výkopu), po kterých lze očekávat přítoky podzemních vod do výkopů v deštivém počasí.

Do řezů je fialově vepsáno **zatřídění podle těžitelnosti hornin a zemin dle ČSN 733050** a do legendy příloh 3 i podle **ČSN 736133** (červeně).

Hladina podzemní vody byla TDP v průřizovém prostředí zachycena pouze pozorováním ve studních, a podle vlhkosti tyčí TDP a opírá se i o odborný odhad na podkladě rešerší archivních HG dat a rekognoscaci okolí a očekáváme ji kolem výškové úrovně 206 m n.m.

Hladina podzemní vody je do řezů vkreslena jen orientačně, takto:

- HPV - přibližná hladina podzemní vody pokud
▼ byla zachycena DPH, MRS nebo rešerší
- HPV - maximálně vysoká hladina podzemní vody
▼ (nebyla zachycena MRS a TDP mělčeji)

5.2 Odhad chyby měření MRS

Měření MRS bylo zatíženo šumem způsobeným větrem a dopravou a chybou z možných inverzí rychlosti šíření seismických vln směrem do hloubky v oblasti navážek, stavebních antropogenních prvků a bloků skalních hornin s hlinitopísčitém pojivem jako vyvětralé lavice odolnější horniny v méně odolných rozvětralých horninách (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 ± 35 cm (díky silné proměnlivosti konzistence zemin v oblasti navážek v náspu silnice). Chyba způsobená nepřesným určením rychlosti šíření seismických P-vln v pokryvu může být až 7 %. Celková chyba určení hloubky povrchu skalního podloží metodou MRS je odhadována na 7 % ± 35 cm.

Měření MRS bylo omezeno inverzemi rychlosti šíření seismických P-vln v prostředí nepravidelně a hluboko podél puklin rozvětrávajících hornin. 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.

5.3 Výsledky TDP

Výsledkem TDP jsou tabulky naměřených dat kroutícího momentu a počtu úderů na 10 cm průnik N_{10} a grafy parametrů:

- Q_d (tlak na hrotu v MPa) a
- F_s (plášťové tření v Nm)

s geotechnickým vyhodnocením sond – průměrnými hodnotami pro vybrané kvazihomogenní bloky zemin pro tyto parametry: I_c (index konzistence) a I_d (index relativní ulehlosti) a s popisy vrstev, v přílohách 3:

Zatřídění R4-R3 ve vyhodnoceních DP výše je nutno chápat jako hodnotu pro spodní část nejnížší vrstvy, kde se penetrační hrot zastavil. Výsledky DP jsou vneseny do geologicko-geofyzikálních řezů pro malé měřítko pouze částečně (s popisy vrstev pouze ve formě průměrného Q_d) a sloužily především pro nakalibrování výsledků MRS.

Geologická interpretace průběhu penetračního odporu proběhla pouze na základě interpretačních zkušeností autora podle geologické rešerše, proto je nutné nakládat s popisy vrstev s určitou rezervou a nebrat je za dogma. Hodnoty konzistence a ulehlosti zemin jsou tudíž orientační (chybí kalibrace na přesný vrtný popis zemin).

Zatřídění podle těžitelnosti hornin a zemin (dle ČSN 733050) je podle distribuce rychlostí šíření seismických P-vln a výsledků TDP vepsáno fialovými arabskými číslicemi do vertikálních řezů v příloze 2 a do legendy těchto příloh i podle ČSN 736133 (červeně).

Vzhledem k častému subhorizontálnímu uložení vrstev pískovce/pískovce/prachovce/slínovce může být těžitelnost ve výkopech o něco málo vyšší než udávaná v řezech, kvůli obtížnosti vypáčení i tenčí subhorizontální desky odolnějšího horniny z relativně úzkého výkopu. Rovněž nelze vyloučit **výskyt tenkých lavic**, více zpevněných prokřemenělých pískovců v souboru jinak více zvětřalých hornin či lokální výskyt kvádrových bloků skalních hornin s vyšší těžitelností, které byly menší či tenčí než rozlišovací schopnost P-vln (0,3 až 0,5

m). V jiném případě může seismická vlna klouzat pouze po odolnější vrstvě a přehlédnout lépe těžitelnou horninu níže.

Zatřídění podle těžitelnosti hornin a zemin (dle ČSN 733050) v trase protlaku bylo zpracováno podle obou metod (TDP a MRS).

6. Shrnutí výsledků a závěr

Terénní práce proběhly dne 8. prosince 2020 podél plánovaných výkopů splaškové kanalizace v severozápadní části Bezděčína. Metodou MRS byly zkoumány trasy 4 stok – profily A až D podél tras plánovaných výkopů kanalizace, viz příloha 1a.

Interpretace MRS byla ověřena a nacejchována 3 vpichy TDP (celkem propenetrováno 5.2 bm). Vpich TDP-1A skončil příliš prudkým a nepravděpodobným náběhem do skalní horniny (z 6 do 180 úderů na 10 cm a připomíná spíše podlahu v zavezeném sklepě a podobně) a proto byl pro ověření přidán vpich TDP-1B v posunuté pozici viz příloha 1a a 1b.

Pozice profilů geofyzikálních měření MRS a bodů TDP byla odměřena laserovým dálkoměrem Leica od okolních objektů zaměřených v mapovém podkladu poskytnutém zadavatelem a zakreslena do příloh 1a až 1c.

Všechny pozice roztažení MRS a bodů TDP byly fotograficky dokumentovány a body TDP byly i vytyčeny dřevěnými kolký.

Hloubka povrchu pevnějšího (polo)skalního podloží se podle výsledků TDP a MRS pohybuje v úzkém intervalu od 0.35 m (brod) po 2.4 m pod povrchem terénu.

Interpretací výsledků metod MRS a TDP a dle výsledků geologického ohledání lokality a rešerše archivních dat byly vytvořeny geologicko-geofyzikální řezy proměřených tras kanalizačních stok prezentované v přílohách 2a až 2e i s vyznačeným zatříděním zemin a hornin podle těžitelnosti dle ČSN 733050 a do legendy příloh i podle ČSN 736133.

Všechny výsledky jsou podrobněji popsány v kapitole 5.

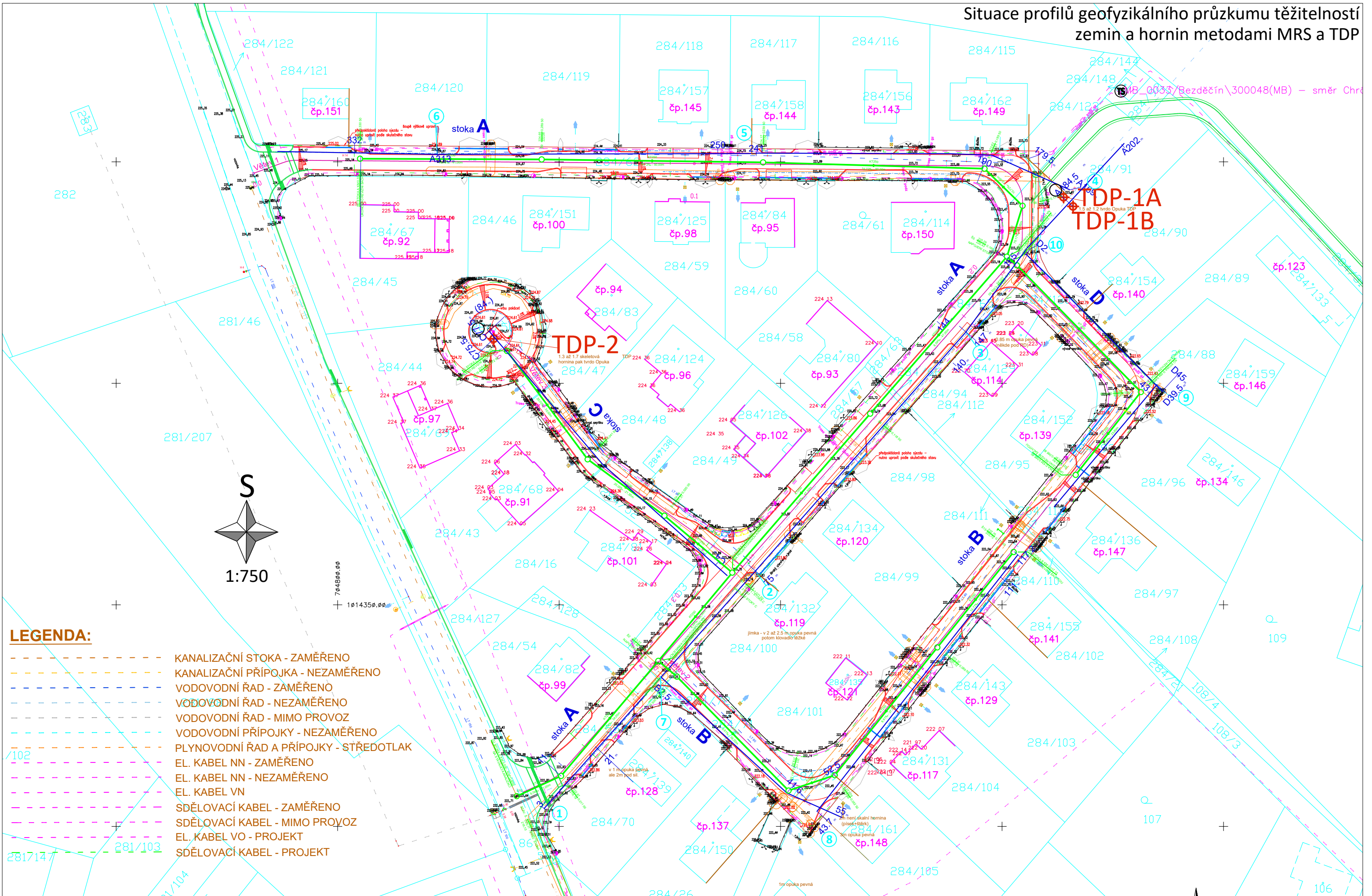
Vypracoval zodpovědný řešitel geofyzikálních prací: Mgr. Viktor Valtr

V Brně, dne 28. prosince 2020

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



Situace profilů geofyzikálního průzkumu těžitelností zemín a hornin metodami MRS a TDP



Legenda:

- A** - název profilu MRS
- TDP-1** - profil gf měření metodou MRS
- 331m** - název bodu těžké dynamické penetrace
- - bod těžké dynamické penetrace 1-15
- - metráž profilu MRS a TDP

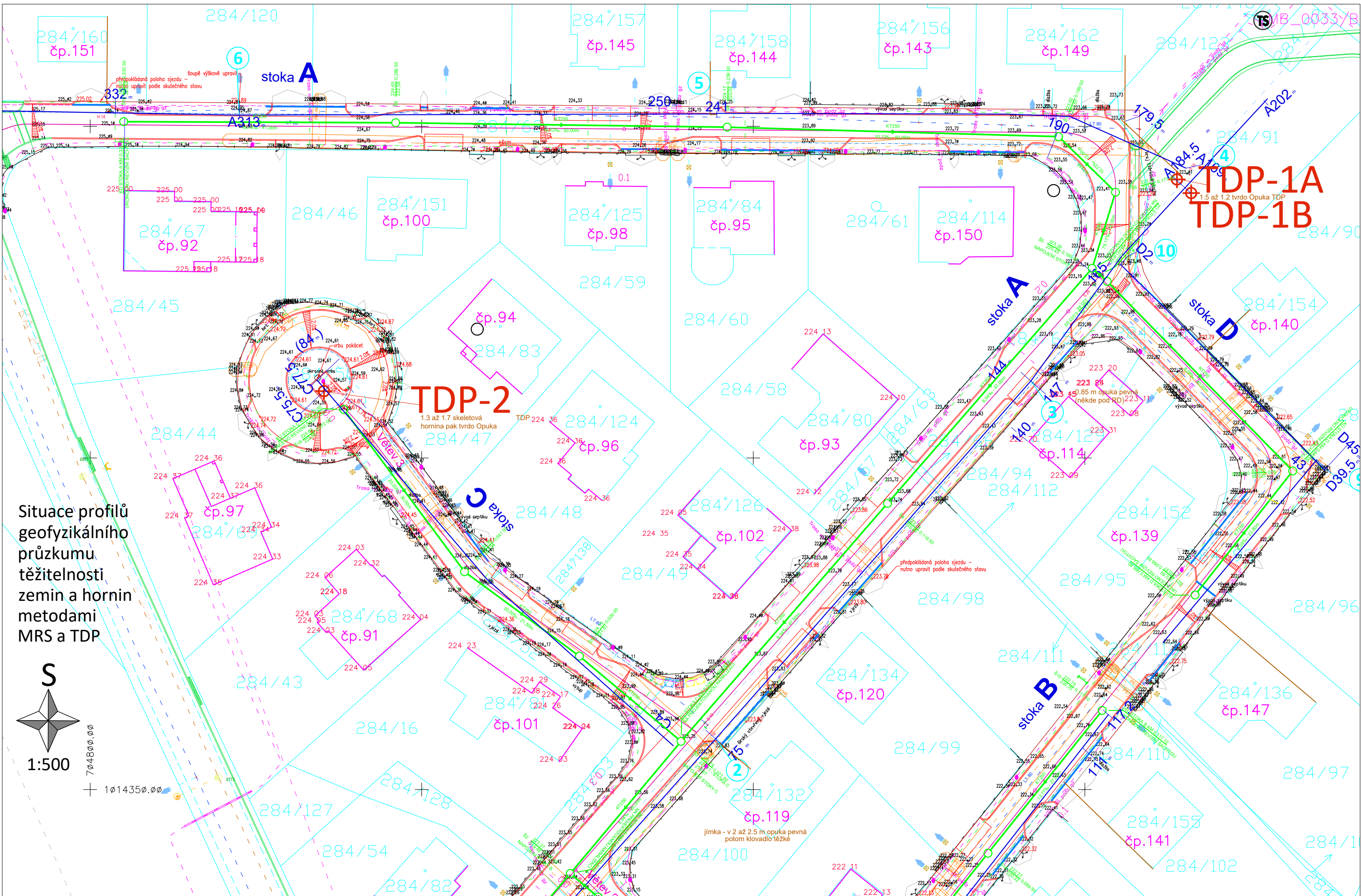
vypracoval: Viktor Valtr
 **SIHAYA**, spol. s r. o.
 Veleslavínova 6, Brno, www.sihaya.cz

akce:	Gf průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace
název přílohy:	Přehledná situace geofyzikálního měření

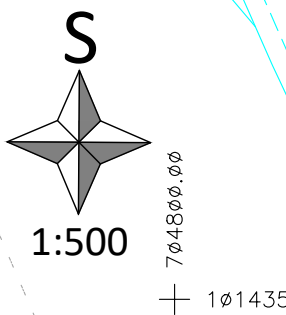
měřítko: (A3)
1:750

zadavatel: **GEVOS** -
Ing. Milan Ulbrych
Dvorská 9, Jablonec nad Nisou

příloha
číslo: **1a**




Situace profilů
geofyzikálního
průzkumu
těžitelnosti
zemín a hornin
metodami
MRS a TDP



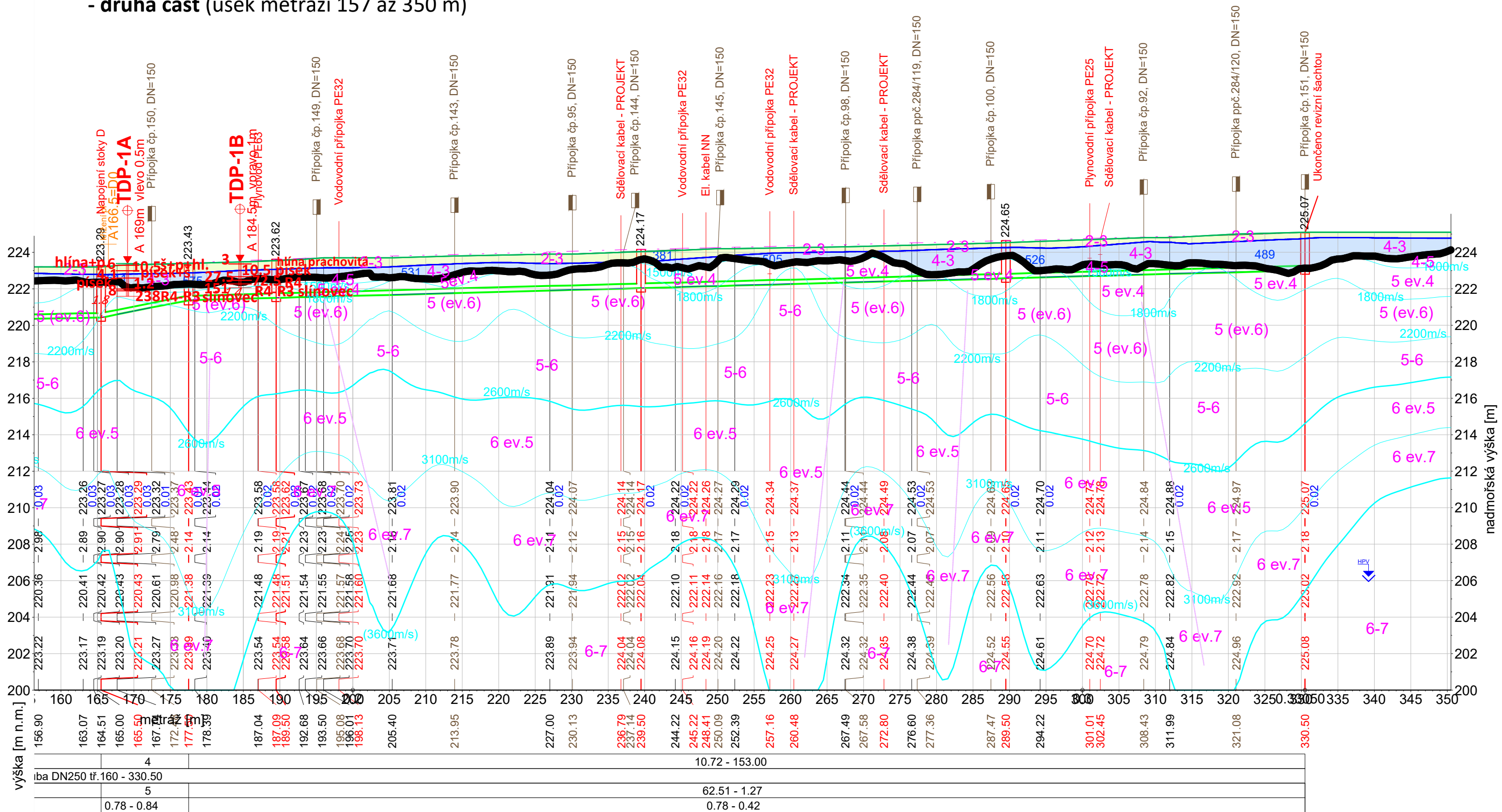
<p>Legenda:</p> <ul style="list-style-type: none">profil A - název profilu MRSTDP-1 - název bodu těžké dynamické penetrace--- bod těžké dynamické penetrace 1-15331 m --- metráž profilu MRS a TDP	<p>vypracoval:</p> <p>SIHAYA, spol. s r. o.</p> <p>Veleslavínova 6, Brno, www.sihaya.cz</p>	<p>akce: Gf průzkum těžitelností zemín a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace</p> <p>název přílohy: Detailní situace geofyzikálního měření - sever</p>	<p>měřítko: (A3)</p> <p>1:500</p>	<p>zadavatel: GEVOS - Ing. Milan Ulbrých</p> <p>Dvorská 9, Jablonec nad Nisou</p>	<p>příloha číslo: 1c</p>
---	--	---	--	--	---------------------------------

This detailed geological cross-section illustrates the subsurface conditions for a road construction project. The vertical axis represents elevation in meters above sea level (nadmořská výška [m]), ranging from 200 to 224. The horizontal axis represents distance in meters (m n.m.), ranging from 0.00 to 192.68. The profile shows a thick layer of fill (hlina) with varying thicknesses and elevations. Key features include:

- Infrastructure:** Various utility lines and structures are marked, including water supply (Napojení stoky), gas supply (Plynovodní přípojka), and electrical cables (EI. kabel NN, EI. kabel VO).
- Geological Layers:** Different soil and rock layers are identified, such as 2-3, 4-3, 5 (ev.6), 5-6, 6 ev.5, 6-7, and 6 ev.7.
- Elevations and Distances:** Numerous data points are provided for each layer, including elevations (e.g., 222.87, 222.81, 222.83) and horizontal distances (e.g., 3.67, 1.57, 6.35).
- Construction Details:** Specific construction elements like 'Přípojka čp. 101, DN=150' and 'Přípojka čp. 119, DN=150' are noted.
- Topography:** The ground surface profile is shown as a solid black line, with various points labeled (e.g., 222.87, 222.81, 222.83).

akce: Gf průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace			
název přílohy: Geologicko-geofyzikální řez - profil stoky A - první část			
zhotovitel:  SIHAYA , spol. s r. o. Veleslavínova 6, Brno, www.sihaya.cz	Viktor Valtr měřítko: (A3) 1:500/ 1:200	zadavatel: GEVOS - Ing. Milan Ulbrých Dvorská 9, Jablonec nad Nisou	příloha číslo: 2a


Geologicko-geofyzikální řez podél stoky **A** se zatříděním kvazihomogenních bloků podle těžitelnosti zemin a hornin dle ČSN 733050 - druhá část (úsek metrů 157 až 350 m)



akce: Gf průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace

název přílohy: **Geologicko-geofyzikální řez - profil stoky A - druhá část**

zhotovitel: Viktor Valtr

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

Veleslavínova 6, Brno, www.sihaya.cz

měřítko: (A3) 1:500/1:200

zadavatel: **GEVOS** - Ing. Milan Ulbrých

Dvorská 9, Jablonec nad Nisou

příloha číslo: **2b**

Geologicko-geofyzikální řez podél stoky B se zatříděním kvazihomogenních bloků podle těžitelnosti zemin a hornin dle ČSN 733050

Podélný profil stoky B

MĚŘÍTKO 1:500 / 1:200

KÓTA UPRAVENÉHO TERÉNU / HLADINA

HLOUBKA VÝKOPU

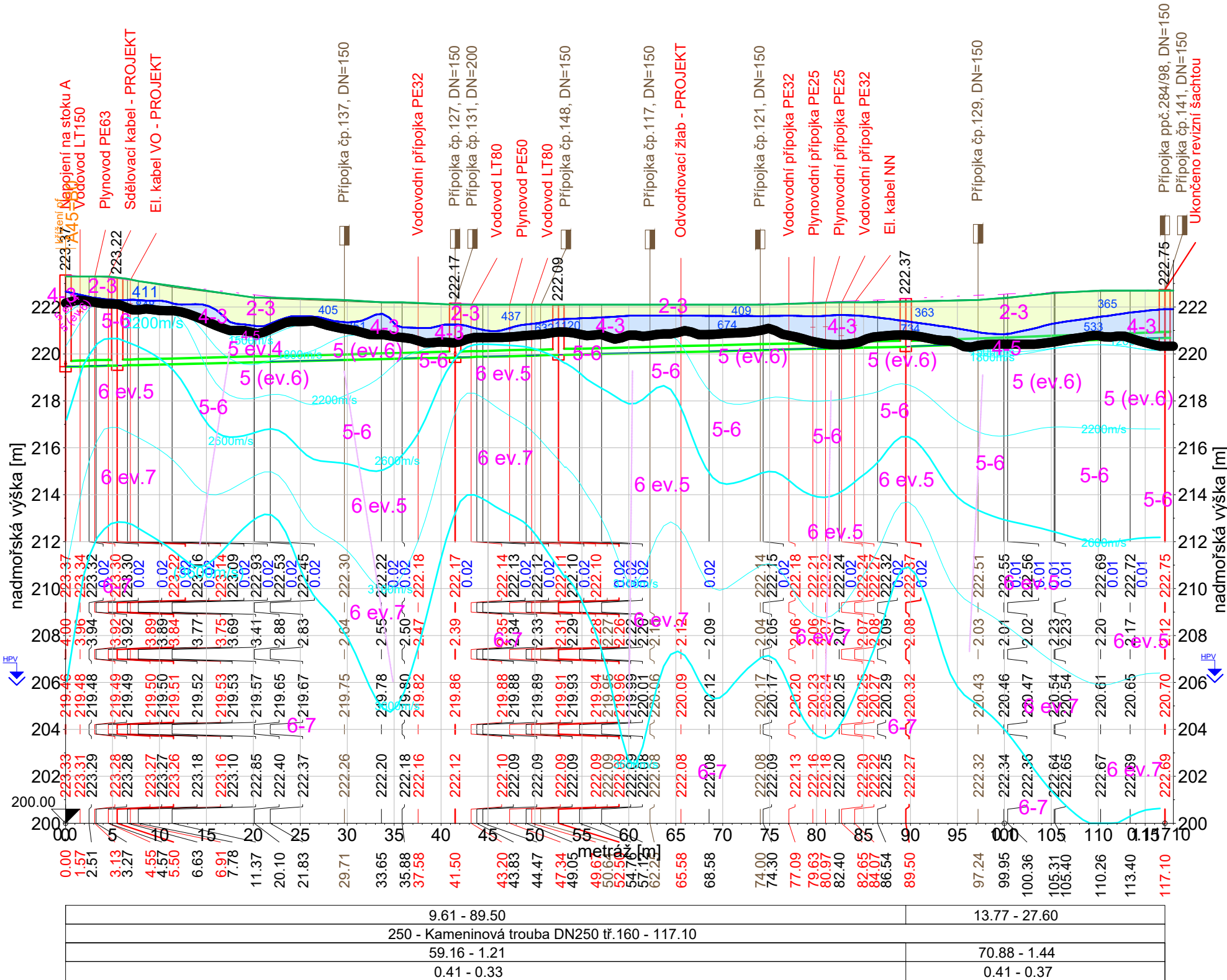
KÓTA DNA POTRUBÍ

KÓTA TERÉNU

SROVNÁVACÍ ROVINA [m]

STANIČENÍ [Km],[m]

SKLON [promile] - DÉLKA [m]
DN [mm] - MATERIÁL - DÉLKA [m]
KAPACITA [l/s] - RYCHLOST [m/s] (dle: Colebrook)
NAVR.PRUTOK [l/s] - RYCHLOST [m/s]



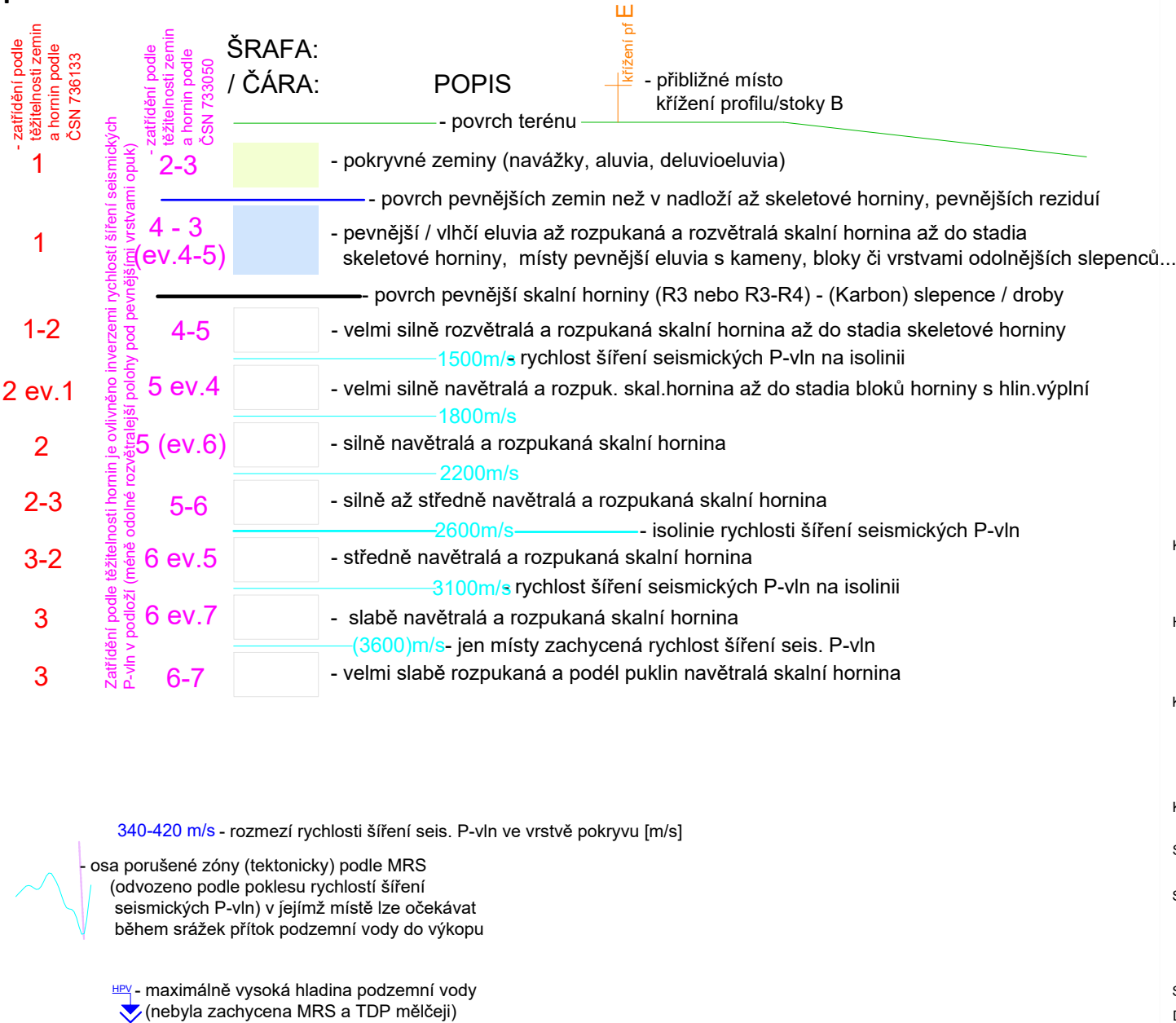
Legenda těžitelností a geologicko-geofyzikálního řezu viz příloha 2d

akce: Gf průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace			
název přílohy: Geologicko-geofyzikální řez - profil stoky B			
zhotovitel: <div><div></div><div>SIHAYA, spol. s r. o.</div><div>Veleslavínova 6, Brno, www.sihaya.cz</div></div>	měřítko: (A3) 1:500/ 1:200	zadavatel: GEVOS - Ing. Milan Ulbrých Dvorská 9, Jablonec nad Nisou	příloha číslo: <div>2c</div>

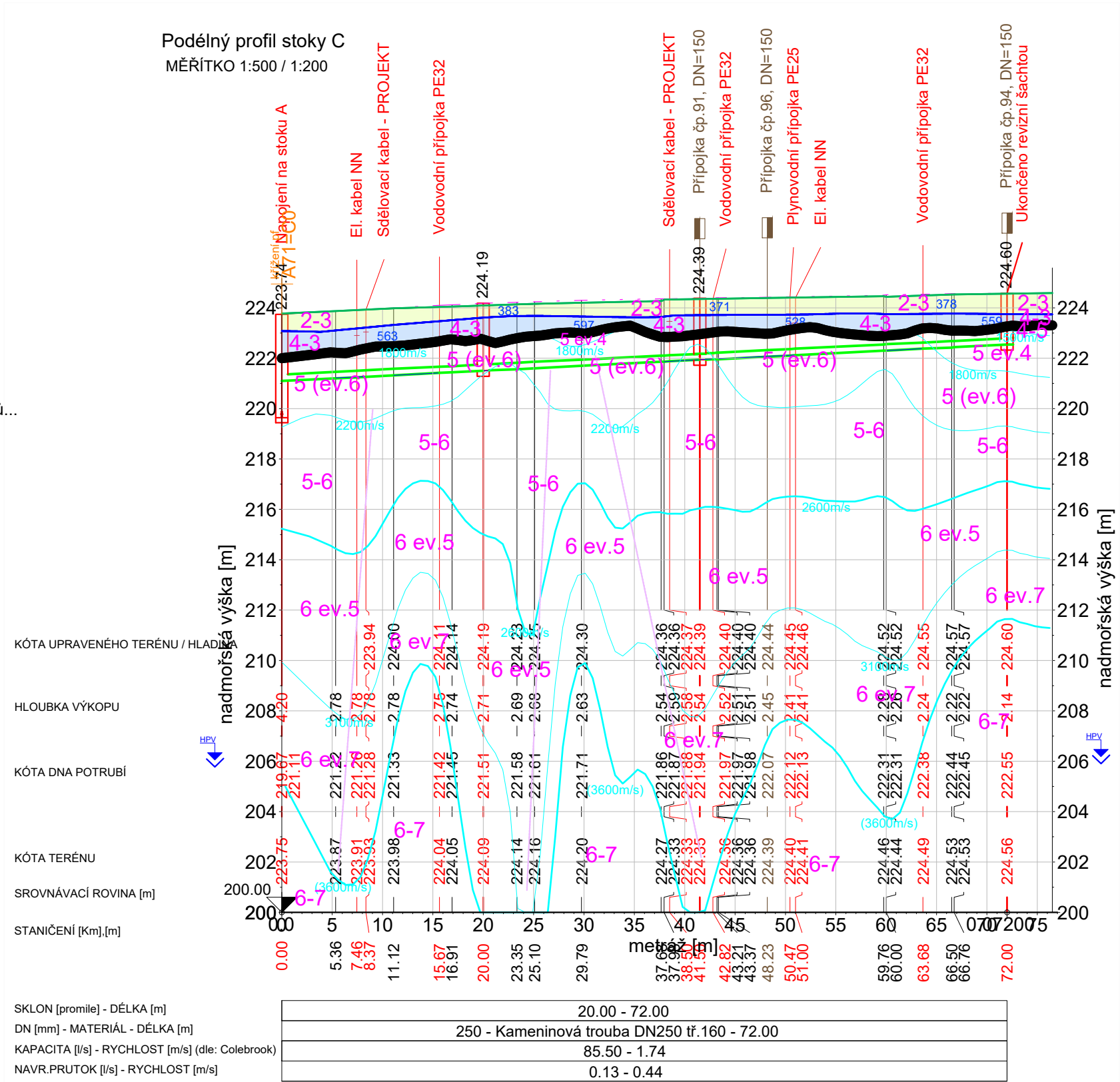
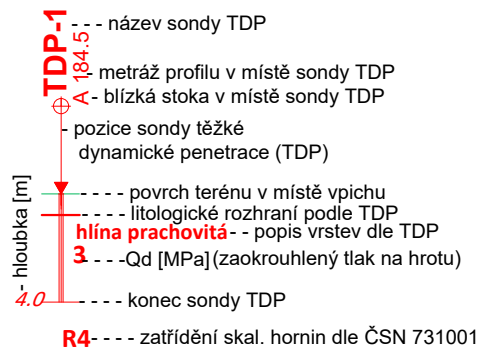
Geologicko-geofyzikální řez podél stoky **C** se zaříděním kvazihomogenních bloků podle těžitelnosti zemin a hornin dle ČSN 733050


Legenda:

Legenda výplně řezu a klasifikace podle těžitelnosti zemin a hornin:



Legenda TDP:



akce: Gf průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace			
název přílohy: Geologicko-geofyzikální řez - profil stoky C a legenda řezů			
zhotovitel:  SIHAYA , spol. s r. o. Veleslavínova 6, Brno, www.sihaya.cz	Viktor Valtr měřítko: (A3) 1:500/ 1:200	zadavatel: GEVOS - Ing. Milan Ulbrych Dvorská 9, Jablonec nad Nisou	příloha číslo: 2d

Geologicko-geofyzikální řez podél stoky D se zatříděním kvazihomogenních bloků podle těžitelnosti zemin a hornin dle ČSN 733050

Podélný profil stoky D

MĚŘÍTKO 1:500 / 1:200

KÓTA UPRAVENÉHO TERÉNU / HLADINA

HLOUBKA VÝKOPU

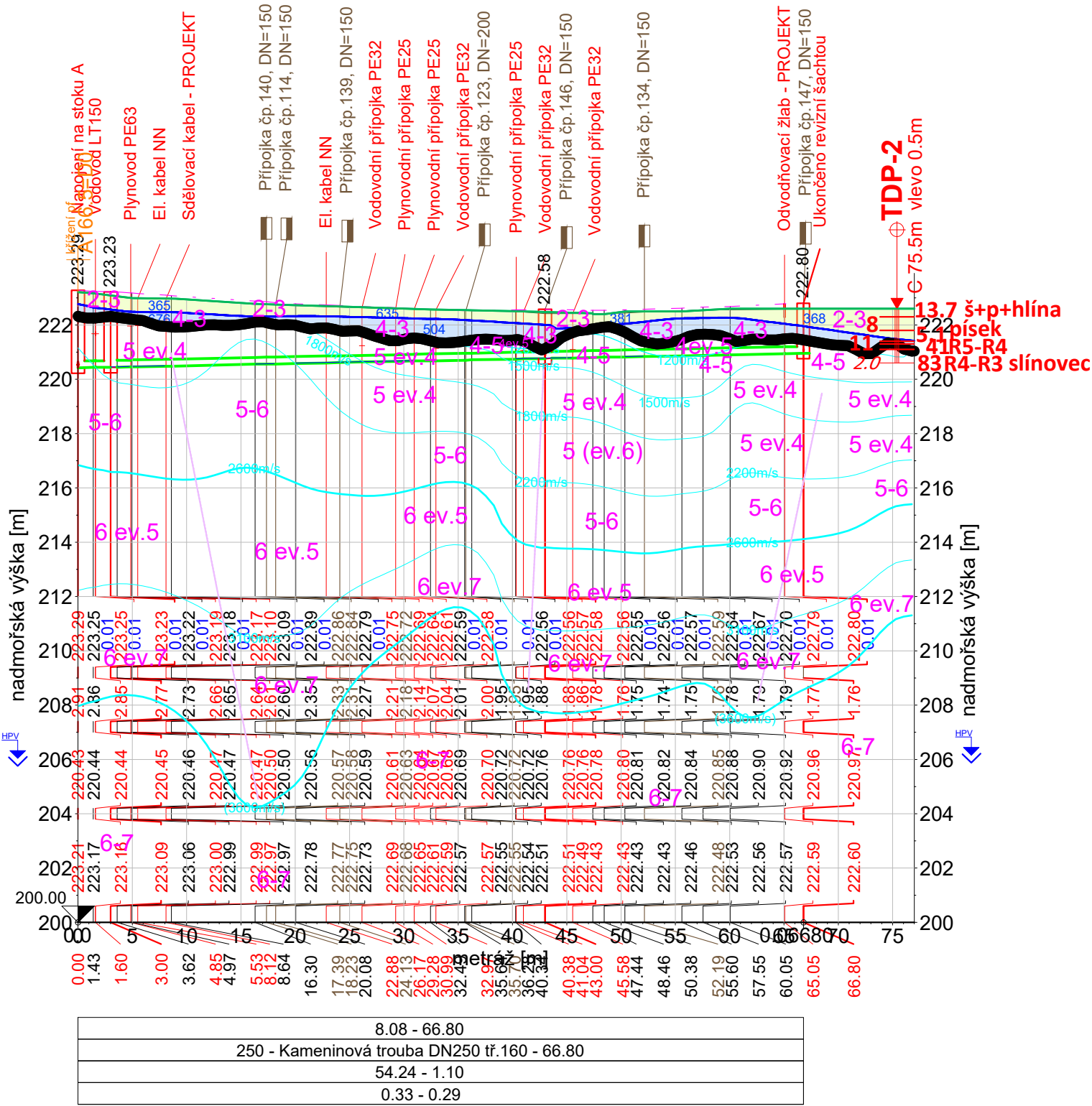
KÓTA DNA POTRUBÍ

KÓTA TERÉNU


SROVNÁVACÍ ROVINA [m]

STANIČENÍ [Km],[m]


SKLON [promile] - DÉLKA [m]
DN [mm] - MATERIÁL - DÉLKA [m]
KAPACITA [l/s] - RYCHLOST [m/s] (dle: Colebrook)
NAVR.PRUTOK [l/s] - RYCHLOST [m/s]



Legenda těžitelností a geologicko-geofyzikálního řezu viz příloha 2d

akce: Gf průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace			
název přílohy:		Geologicko-geofyzikální řez - profil stoky D	
zhotovitel:	Viktor Valtr	měřítko: (A3)	zadavatel: GEVOS -
 SIHAYA, spol. s r. o. Velešlavínova 6, Brno, www.sihaya.cz	1:500/ 1:200	Ing. Milan Ulbrých Dvorská 9, Jablonec nad Nisou	příloha číslo: 2e

Protokoly TDP bodů: TDP-1A až TDP-2 s vyhodnocením

akce: Gf průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace			
název přílohy: Protokoly TDP bodů: TDP-1A až TDP-2 s vyhodnocením			
zhotovitel:  SIHAYA , spol. s r. o. Vešlavínova 6, Brno, www.sihaya.cz	měřítko: (A4)	zadavatel: GEVOS - Ing. Milan Ulbrych Dvorská 9, Jablonec nad Nisou	příloha číslo: 3



zpracování dat z měření metodou dynamické penetrace

PROTOKOL zpracování měření TĚŽKÉ DYNAMICKÉ PENETRACE soupravou NORDMEYER LMSR V6

Sonda: **TDP-1A** (pf: A metráž: 169 ods.:L1)

Geofyzikální průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace

Výška terénu oproti trase kanalizace: +0.0 m

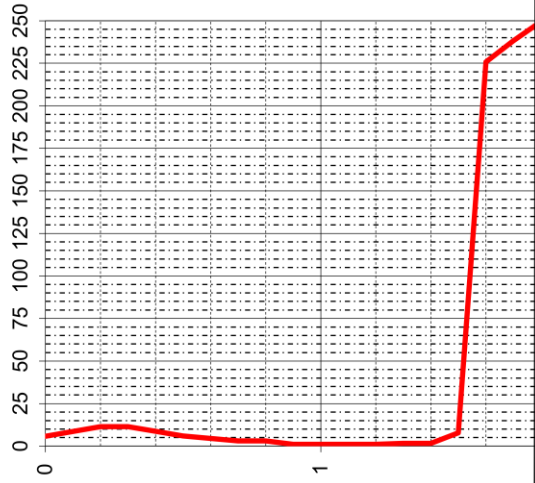
Zpracoval: Viktor Valtr
Dne: 21. 12. 2020
Měřil: Jan Mana-Alan Červinka
Dne: 8. 12. 2020

VÝPOČET

Hloubka	Krouticí moment	Počet	Odpor
[m]	[Nm]	[N10]	Qdyn [MPa]
0-0,1	2	4	5.9
0.2	2	8	11.4
0.3	2	8	11.4
0.4	2	6	8.6
0.5	2	4	5.9
0.6	2	3	4.5
0.7	2	2	3.1
0.8	2	2	3.1
0.9	2	0.5	1.1
1.0	2	0.5	1.0
1.1	3	1	1.0
1.2	4	0.5	1.0
1.3	5	1	1.6
1.4	6	1	1.5
1.5	7	6	7.8
1.6	8	180	225.8
1.7	9	190	238.3
1.8	10	199	249.6

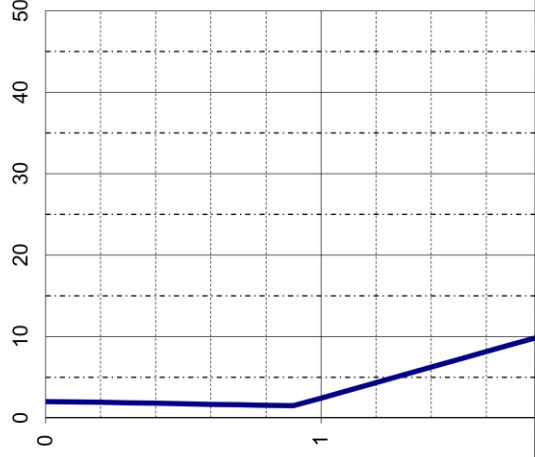
— Qd(MPa)

(tlak na hrotu/dynamic cone resistance)



— F_s (Nm)

(plášťové tření)/cone sleeve



VYHODNOCENÍ

Hloubka [m]	Popis polohy	Qd průměr [Mpa]	Id	Ic
0 až 0.1	hlína s pískem asi	5.9		0.6
0.1 až 0.4	šterk s pískem a hlinou asi navážka	10.5	0.5	
0.4 až 0.8	písek event. s jemnozn. šterkem	4.1	0.3	
0.8 až 1.4	jemnozrnější písek asi s příměsí hlíny	1.2	0.2	
1.4 až 1.5	šterk+P eluv.	7.8	0.5	
1.5 až 1.8	skalní hornina (asi slinovec)	237.9	R4-R3	

238.3	249.6
-------	-------



, spol. s r.o.

SIHAYA, spol. s r.o., Veleslavínova 6, 612 00 Brno, sihaya@sihaya.cz, www.sihaya.cz, IČ: 46346414, DIČ: CZ46346414

PROTOKOL zpracování měření TĚŽKÉ DYNAMICKÉ PENETRACE soupravou NORDMEYER LMSR V6

Akce: Geofyzikální průzkum těžitelností zemin a hornin pro akci: Bezděčín, dostavba kanalizace

Sonda: **TDP-1B** (pf: A metráž: 184.5 ods.:P1)

Výška terénu oproti trase kanalizace: + 0.0 m

H.p.v. od terénu: nezastižena (dle vlhkosti tyčí)

Zpracoval: Viktor Valtr

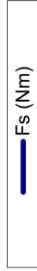
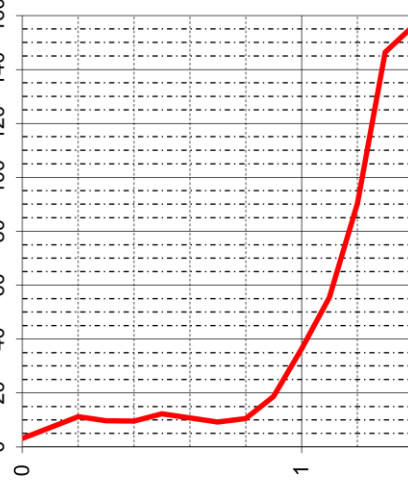
Měřil: Jan Mana-Alan Červinka
Dne: 8. 12. 2020

VÝPOČET

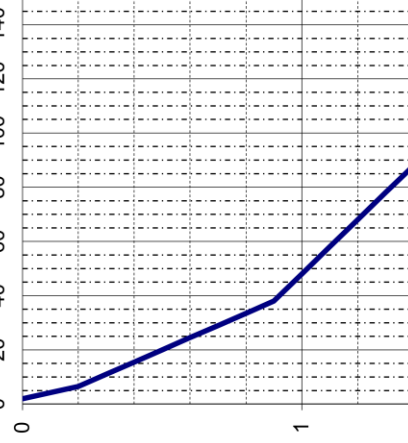
Hloubka	Krouticí moment	Počet úderů	Odpor Qdyn
[m]	[Nm]	[N10]	[MPa]
0-0,1	2	2	3.1
0.2	7	8	11.3
0.3	11	7	9.8
0.4	16	7	9.6
0.5	20	9	12.3
0.6	25	8	10.8
0.7	29	7	9.3
0.8	34	8	10.5
0.9	38	14	18.7
1.0	48	27	36.3
1.1	58	45	55.4
1.2	68	73	90.2
1.3	78	118	146.4
1.4	88	126	156.1



(tlak na hrotu/dynamic cone resistance)



(plášťové tření)/cone sleeve





SIHAYA, spol. s r.o.

SIHAYA, spol. s r.o., Veveřská 6, 612 00 Brno, sihaya@sihaya.cz, www.sihaya.cz, IČ: 46346414, DIČ: CZ46346414

zpracování dat z měření metodou dynamické penetrace

PROTOKOL zpracování měření TĚŽKÉ DYNAMICKÉ PENETRACE soupravou NORDMEYER LMSR V6

Akce: Geofyzikální průzkum těžitelnosti zemin a hornin pro akci: Bezpečnost, dostavba kanalizace

Výška terénu oproti trase kanalizace: + 0.0 m

H.p.v. od terénu: nezastížena (dle vlhkosti týči)

Zpracoval: Viktor Valtr

Dne: 21. 12. 2020

Měřil: Jan Mana-Alan Červinka

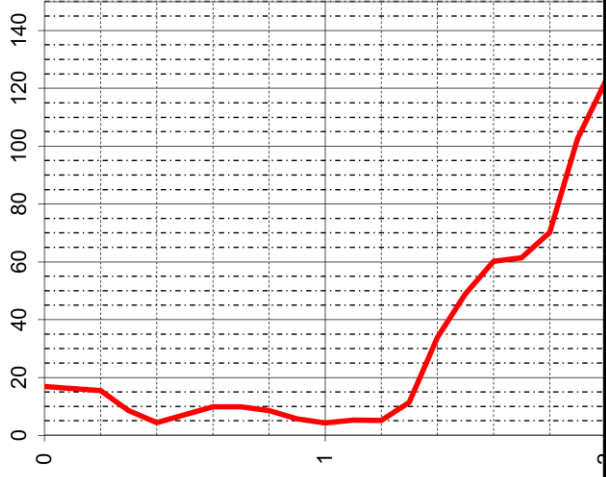
Dne: 8. 12. 2020

VÝPOČET

Hloubka [m]	Krouticí moment [Nm]	Počet úderů [N10]	Odpor Qdyn [MPa]
0.0,1	2	12	16.9
0.2	3	11	15.5
0.3	3	6	8.6
0.4	4	3	4.4
0.5	5	5	7.2
0.6	5	7	9.9
0.7	6	7	9.9
0.8	6	6	8.5
0.9	7	4	5.7
1.0	9	3	4.3
1.1	10	4	5.2
1.2	12	4	5.2
1.3	13	9	11.4
1.4	15	27	33.9
1.5	16	39	48.9
1.6	18	48	60.2
1.7	19	49	61.4
1.8	21	56	70.1
1.9	22	82	102.6
2.0	25	98	122.6

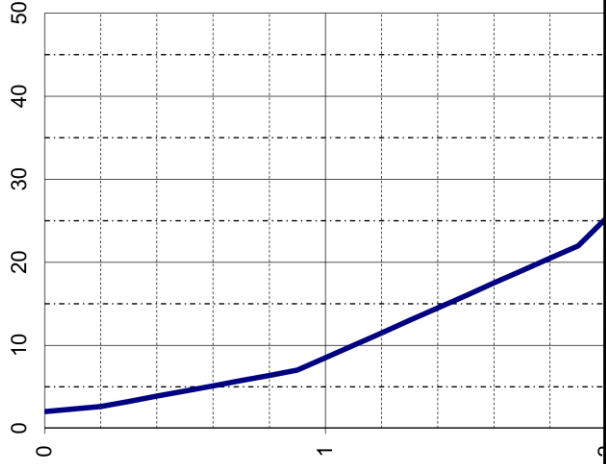
Qd(MPa)

(tlak na hrotu/dynamic cone resistance)



Fs (Nm)

(plášťové tření/cone sleeve)



Sonda: **TDP-2** (pf. C metráž: 75.5 ods.:L0.5)

VYHODNOCENÍ

Hloubka [m]	Popis polohy	Qd průměr [MPa]	Id	Ic
0 až 0.3	šterk s písekem a hlinou - asi hutnější navážka	13.7	0.4	
0.3 až 0.8	hrubozrnnější písek s příměsemi	8.0	0.5	
0.8 až 1.2	jemnozrnnější písek s příměsemi	5.1	0.5	
1.2 až 1.3	eluvium šterk s P	11.4	0.3	R6
1.3 až 1.5	skeletová hornina, úlomky slínovce,	41.4	R5-R4	
1.5 až 2	silně až slabě navětralý slínovec	83.4	R4-R3	