

**K + K**  
**průzkum**  
s.r.o.

**NOVÁKOVÝCH 6, PRAHA 8, 180 00**

266310101, 266316273

[www.pruzkum.cz](http://www.pruzkum.cz)

e-mail: [kucera@pruzkum.cz](mailto:kucera@pruzkum.cz)

## **ZDIBY - BRNKY a KLECANY** **SOUBĚŽNÁ CYKLOSTEZKA S MÍSTNÍ** **KOMUNIKACÍ - NÁBŘEŽNÍ ULICÍ**

### ***INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ A HYDROGEOLOGICKÝ PRŮZKUM***

Mgr. Jan Kučera, Ph.D., Mgr. Martin Schreiber



**Objednatel: PPU spol. s.r.o.**

Vyžlovská 2243/36, 100 00 Praha 10 - Strašnice

**Praha, prosinec 2021**

## OBSAH

1. Úvod, metodika průzkumu .....	3
2. Klimatické, geomorfologické a geologické poměry.....	3
2.1. Klima a geomorfologie .....	3
2.2. Předkvartérní podloží.....	4
2.3. Pokryvné útvary – kvartérní zeminy .....	4
3. Hydrogeologické poměry .....	6
4. Hydrogeologické posouzení možnosti vsakování .....	7
5. Geotechnické vlastnosti a zařídění místních zemin .....	9
6. Inženýrskogeologické zhodnocení.....	10
6.1. Založení cyklostezky.....	10
6.2. Zemní práce .....	11
6.3. Použitelnost zemin z výkopů do násypů .....	11

## PŘÍLOHY

- č. 1. Přehledná situace v měřítku 1 : 10 000
- č. 2. Situace průzkumných sond v měřítku 1 : 1500
- č. 3. Schematické geologické profily v měřítku 1 : 100
- č. 4. Dokumentace průzkumných sond
- č. 5. Fotodokumentace terénních prací

## 1. Úvod, metodika průzkumu

Na základě objednávky Ing. Tomáše Vejražky ze společnosti PPU spol. s.r.o. jsme v prosinci 2021 provedli inženýrskogeologický průzkum pro výstavbu cyklostezky ve Zdibech – Brnkách a Klecanech. Cílem realizovaného průzkumu bylo zatřídění zemin v trase projektované cyklostezky.

Projektovaná cyklostezka je vedena mezi Nábřežní ulicí a řekou Vltavou v obci Zdiby – Brnky a v místě Povltavské ulice v obci Klecany (severní okrajová část cyklostezky). Její trasa je přehledně znázorněna v příloze č.1. Situována bude na parcelách č. 145, 153, 154, 155, 158, 159, 160/1, 161, 162, 163, 164, 166 a 168 v katastrálním území Brnky a č. 343/3 a 697/10 v katastrálním území Klecany. Jako podklad pro vypracování tohoto průzkumu jsme od objednatele obdrželi koordinační situaci s trasou projektované cyklostezky v měřítku 1:1000, polohopisné a výškopisné zaměření zájmového území, situaci inženýrských sítí a katastrální mapu.

Terénní inženýrskogeologický průzkum byl proveden pomocí dvou zarážených jádrových sond ZS1 a ZS2 o hloubce 2,0 m a jedné sondy střední dynamické penetrace DP1 o hloubce 2,0 m, umístěných v trase projektované cyklostezky. Principem dynamického penetračního sondování je zarážení ocelového soutyčí opatřeného normovým hrotem do zeminy beranem konstantní hmotnosti 30 kg o stálé výšce pádu. Při tom se zjišťuje počet úderů nutných k zaražení soutyčí o 10 cm –  $N_{10}$ . Jedná se o nepřímou metodu sondování. Umístění sond je patrné z přílohy č. 2 a jejich dokumentace je uvedena v příloze č. 4. V místě projektované cyklostezky se nenachází žádná dostupná archivní sonda. Místní geologickou stavbu názorně představují schematické geologické profily v místě provedených sond (příloha č. 3).

## 2. Klimatické, geomorfologické a geologické poměry

### 2.1. Klima a geomorfologie

Podle klimatické rajonizace (Quitt, 1971) spadá zájmové území do teplé klimatické oblasti T2, která se vyznačuje dlouhým teplým a suchým létem, velmi krátkým přechodným obdobím s teplým až mírně teplým jarem i podzimem a krátkou mírně teplou a suchou až velmi suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Teplá klimatická oblast je charakterizována srážkovými úhrny ve vegetačním období 350-400 mm a v zimním období 200-300 mm, počtem letních dnů 50-60, počtem mrazových dnů 100-110, počtem dnů se sněhovou pokrývkou 40-50 a průměrnou roční teplotou 9°C.

Podle geomorfologického členění České republiky (Demek, 1987) náleží zájmové území k provincii Česká vysočina, subprovincii Poberounská soustava (V), Brdské oblasti (VA), celku Pražská plošina (VA-2), podcelku Kladenská tabule (VA-2B) a okrsku Turská plošina (VA-2B-c).

Trasa cyklostezky je vedena v údolní nivě v blízkosti pravého břehu řeky Vltavy. Povrch terénu je zde převážně plochý, místy s drobnými násypy, které jsou patrně sekundárního původu. Povrch terénu trasy cyklostezky se bude pohybovat v nadmořské výšce mezi 176,02 až 177,56 m n. m. Rozdíl nadmořských výšek v trase projektované cyklostezky dosahuje max. až 1,54 m.

## 2.2. Předkvartérní podloží

Předkvartérní podloží trasy projektované cyklostezky je z hlediska regionálně geologického členění součástí jednotky svrchního proterozoika Barrandienu. Proterozoické horniny jsou podle údajů geologické mapy v měřítku 1:25 000 (list 12-241 Rožtoky) budovány flyšoidním sedimentárním komplexem hornin kralupsko-zbraslavské skupiny, která představuje nejstarší stratigrafický oddíl barrandienského svrchního proterozoika. Z litologického hlediska zde dochází ke střídání usměrněných drob, jemných prachovců a prachovitých břidlic. Horniny byly postiženy slabou regionální metamorfózou. Povrch předkvartérního podkladu nebyl průzkumnými sondami do finální hloubky 2,0 m pod terénem zastižen, proto se horninami předkvartérního podkladu ve zprávě dále nezabýváme.

## 2.3. Pokryvné útvary – kvartérní zeminy

Z pokryvných útvarů kvartérního stáří se v zájmovém území vyskytují kulturní vrstvy půdy, navážky a fluviální sedimenty o celkové mocnosti přesahující 2 m.

Svrchní patro kvartérních sedimentů v místě provedených sond představují **kulturní vrstvy půdy (ornice)**, které jsou reprezentovány 0,15 až 0,50 m mocnou vrstvou světle hnědé, tmavě hnědé a šedohnědé humózní až slabě humózní silně písčité hlíny až hlinitého písku pevné konzistence. K ornici přiřazujeme rovněž i podorničí, které obsahuje ojedinělé poloostrohranné úlomky hornin o velikosti do 2 cm. Tyto humózní vrstvy nezařazujeme do žádného geotechnického typu. Budou sejmuty v rámci skrývky ornice.

**Navážky (antropogenní sedimenty, geotechnický typ GT1)** se vyskytují v podloží ornice a podorničí v obou provedených sondách ZS1 a ZS2. Jsou reprezentovány šedohnědými a žlutošedými hlinitými štěrky a štěrkovitými hlínami. Konzistence jemnozrnné frakce je aktuálně pevná. Navážky obsahují příměs úlomků a valounů hornin (zejména břidlice, prachovce a křemence), křemene, betonu a ojedinělých cihel o velikosti až přes průměr sondy 5 cm. Zastoupení štěrkovité frakce se pohybuje mezi 30 až 60%. Lze

očekávat, že navážky jsou v trase projektované cyklostezky heterogenní. Dle provedené penetrační sondy DP1 jsou navážky charakterizovány počty úderů  $N_{10} = 12-15$  a nízkým krouticím momentem  $5 \text{ N.m}^{-1}$ . Vypočtený měrný dynamický penetrační odpor ( $q_{\text{dyn}}$ ) se pohybuje v intervalu 12-15 MPa. Jejich mocnost v místě sond ZS1 a ZS2 se pohybuje mezi 0,20 až 0,85 m. Vyskytují se v hloubce 0,15 až 0,50 m pod terénem. Podle ČSN P 73 1005 lze klasifikovat dané navážkové zeminy třídami **G4-Y** (štěrk hlinitý) a **F1-Y** (hlína šterkovitá).

**Fluviální sedimenty** (náplavy) jsou výsledkem akumulární činnosti řeky Vltavy v holocénu. Zastiženy byly v bazální části všech nově provedených sond. Jejich mocnost přesahuje 1,00 až 1,30 m. Novými sondami nebyla jejich báze zastižena. V prostředí fluviálních sedimentů lze vyčlenit na základě zrnitostního složení tři základní geotypy:

**a) štěrk písčité až hlinito-písčité – geotechnický typ GT2**

Svrchní poloha fluviálních sedimentů je v sondách ZS1 a ZS2 reprezentována šedými až hnědošedými písčitými až hlinito-písčitými štěrky. Zeminy obsahují příměs polozaoblených, poloostrohranných a zaoblených úlomků a valounů hornin (zejména břidlice a prachovce) a křemene o velikosti do 5 cm. Objemový podíl štěrku se pohybuje mezi 40 až 70%. Mezerní hmotu tvoří středně až hrubě zrnitý slabě hlinitý až hlinitý písek. Konzistence jemnozrné frakce je pevná. Štěrky jsou středně ulehlé. Dle provedené penetrační sondy DP1 jsou charakterizovány počty úderů  $N_{10} = 4-9$  a krouticím momentem  $5 \text{ N.m}^{-1}$ . Vypočtený měrný dynamický penetrační odpor ( $q_{\text{dyn}}$ ) se pohybuje v intervalu 3,5-8,0 MPa. Jejich povrch se nachází v hloubce 0,70 až 1,00 m pod terénem, v podloží navážek GT1. Jejich mocnost se pohybuje mezi 0,50 až více než 1,00 m. Podle ČSN P 73 1005 lze klasifikovat dané zeminy třídami **G3 G-F** (štěrk s příměsí jemnozrné zeminy) až **G4 GM** (štěrk hlinitý).

**b) jíl písčité – geotechnický typ GT3**

Zahrnuje šedé, slabě slídnaté písčité jíly. Zeminy obsahují příměs poloostrohranných úlomků břidlice o velikosti do 4 cm. Zastoupení šterkovité frakce dosahuje do 5%. Zeminy obsahují ojedinělou příměs černé organické hmoty. Podle ČSN P 73 1005 lze klasifikovat dané zeminy třídou **F4 CS** (jíl písčité).

S ohledem na rozdílnou konzistenci zastižených zemin byly vyčleněny dva podtypy:

- **geotechnický typ GT3a** reprezentuje písčité jíly tuhé konzistence. Dle provedené penetrační sondy DP1 jsou charakterizovány počty úderů  $N_{10} = 2-3$  a nízkým krouticím momentem  $5 \text{ N.m}^{-1}$ . Vypočtený měrný dynamický penetrační odpor ( $q_{\text{dyn}}$ ) se pohybuje v intervalu 1,7-2,6 MPa. Jejich povrch byl v místě sond ZS2 a DP1 zastižen v hloubce 1,20 m pod terénem v podloží šterkovitých zemin GT2. Jejich mocnost dosahuje 0,50 m.
- **geotechnický typ GT3b** reprezentuje písčité jíly měkké konzistence. Dle provedené penetrační sondy DP1 jsou charakterizovány počty úderů  $N_{10} = 1$  a nízkým krouticím momentem  $5 \text{ N.m}^{-1}$ . Vypočtený měrný dynamický penetrační odpor ( $q_{\text{dyn}}$ ) =

0,88 MPa. Jejich povrch byl v místě sond ZS2 a DP1 zastižen v hloubce 1,70 m pod terénem v podloží zemin GT3a. Jejich mocnost dosahuje 0,20 m.

#### c) písek jílovitý – geotechnický typ GT4

Reprezentuje šedé, jemně až středně zrnité jílovité písky. Konzistence jemnozrnné frakce je měkká. Písky jsou středně ulehlé. Zastiženy byly v bazální části sond ZS2 a DP1. Dle provedené penetrační sondy DP1 jsou charakterizovány počtem úderů  $N_{10} = 1$  a nízkým krouticím momentem  $5 \text{ N.m}^{-1}$ . Vypočtený měrný dynamický penetrační odpor ( $q_{\text{dyn}}$ ) = 0,78 MPa. Jejich povrch se vyskytuje v hloubce 1,90 m pod terénem. Jejich mocnost přesahuje 0,10 m. Podle ČSN P 73 1005 lze klasifikovat dané zeminy třídou **S5 SC** (jílovitý písek).

### 3. Hydrogeologické poměry

Zájmové území je možno zařadit do hlavního povodí 1-12-02 (Vltava od Rokytky po ústí), číslo hydrologického pořadí lokality je možno označit jako 1-12-02-015 – Vltava.

Hydrogeologický rajón ve smyslu Vyhlášky č. 5/2011 Sb. O vymezení hydrogeologických rajónů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod je možno zájmové území začlenit do rajónu 6250 – Proterozoikum a paleozoikum v povodí přítoků Vltavy. Toto vymezení souvisí s místní geologickou predispozicí, která je specifikována v textu posudku.

Vodohospodářsky chráněná území a ochranná pásma nejsou v daném území stanovena. Nenachází se zde ani pásmo ochrany přírodních léčivých zdrojů nebo zdrojů minerálních vod.

Hydrogeologické poměry zájmového území a jeho širšího okolí závisí zejména na charakteru zvodnělého prostředí (jeho propustnosti a prostorovém rozsahu) a hydrologických podmínkách v blízkém říčním korytě Vltavy a v menší míře na množství atmosférických srážek.

Projektovaná cyklostezka se nachází ve vzdálenosti cca 8 až 30 m východně od toku řeky Vltavy a vzhledem k souvislé poloze říčních písčito-štěrkovitých náplavů údolní terasy je místní hydrogeologický režim v přímé souvislosti s povrchovou vodou řeky. Podzemní vody lze označovat jako vody poříční, což znamená, že jsou úzce spjatý s povrchovým vodním tokem. Rozkvy hladiny Vltavy způsobuje i oscilaci hladin podzemní vody v blízkém okolí. Celá plocha zájmového území se nachází v dosahu úrovně 5-leté vody řeky Vltavy. Směr proudění podzemní vody se uskutečňuje směrem k řece Vltavě, tj. od východu k západu, respektive subparalelně s ní.

Hydrogeologický režim masivní zvodně v prostředí písčito-štěrkovitých náplavů údolního terasového stupně je z velké části podřízen režimu povrchové vodoteče. Tento

spojitý horizont podzemní vody je vázán na bazální polohu kvartérní akumulace říčních sedimentů charakteru převážně hrubě zrnitých písčitých štěrků. Zvodeň je dotována poříční vodou Vltavy. V popisovaném průlinově propustném prostředí bez výrazných hydraulických bariér může podzemní voda téměř volně proudit. Kolektor hrubě zrněných písčitých štěrků je na své bázi ostře vymezen povrchem horninového podkladu drob, prachovců a břidlic. Horniny skalního podkladu reprezentují velmi omezeně puklinově propustné prostředí, tvořící prakticky hydrogeologický izolátor, nadržující průlinovou kvartérní zvodeň.

Hladina podzemní vody (HPV) byla naražena v obou nově provedených zarážených sondách ZS1 a ZS2 v hloubce 1,28 a 1,40 m a ustálila se v úrovni 1,24 a 1,38 m pod současným povrchem terénu. Úroveň ustálené HPV jsme stanovili na kótě 175,15 až 175,18 m n.m. Z výše uvedených měření je patrné, že se **ustálená hladina podzemní vody** v trase projektované cyklostezky pohybuje převážně v úrovni cca **1,00 až 1,50 m pod současným povrchem terénu**.

#### 4. Hydrogeologické posouzení možnosti vsakování

Hydrogeologické posouzení možnosti vsakování srážkových vod ze zpevněných ploch zájmového území je zpracováno na základě archivních výsledků nálevových vsakovacích zkoušek provedených ve stejném geologickém prostředí. Vsakovací zkoušky byly provedeny jako zkoušky s proměnlivou hladinou. Tato zkouška se provádí tak, že se do sondy najednou nalije určité množství vody a následně se pak průběžně proměřují zároveň výška vodního sloupce a čas (časovým počátkem je okamžik ukončení nálevu). Výsledkem této terénní části je získání podkladů pro výpočet koeficientu vsaku. Hodnota koeficientu vsaku byla určena výpočtem podle ČSN 75 9010 „Vsakovací zařízení srážkových vod“, kde je koeficient vsaku  $k_v$  stanoven jako poměr přítoku vody do průzkumné sondy za určitý časový úsek během zkoušky  $Q_{zk}$  a zkušební vsakovací plochy během zkoušky  $A_{zk}$ .

Při navrhování systému likvidace srážkových vod vsakováním je nutné postupovat v souladu s platnou ČSN 75 9010 „Vsakovací zařízení srážkových vod“, která stanovuje podmínky pro vsakování srážkových povrchových vod.

Z geologického a hydrogeologického hlediska jsou zásadními vstupními faktory pro posouzení vhodnosti infiltrace srážkových vod do podloží:

- a) **vymezení úrovně hladiny podzemní vody** - podle ČSN 75 9010 by dno vsakovacího zařízení mělo být alespoň 1 metr nad maximální hladinou podzemní vody. V daném případě, kdy se hladina podzemní vody nachází převážně v hloubce cca 1,0 až 1,5 m pod terénem, je možno uvažovat s hloubkovým osazením dna potenciálního vsakovacího objektu max. do 0,50 m pod terén. Prakticky zde nezbyvá žádný prostor nad hladinou podzemní vody, do kterého by bylo možné vsakovat.

**b) geologické vstupní podmínky** (propustnost a související geomechanické vlastnosti přípovrchových zón geologického profilu) - tyto jsou pro návrh funkčních vsakovacích systémů v zájmovém území z hlediska vhodnosti pro cílený vsak příznivé. Charakteristika geologických prostředí nesaturované zóny pro případné vsakování srážkových vod:

- **navážky GT1** (mocnosti 0,20 až 0,85 m) jsou pro vsakování obecně nevhodné, neboť vlivem zasáknutí srážkové vody do navážek může dojít k jejich druhotnému sedání. Podzemní voda se může akumulovat v propustnějších polohách a vytvářet zvodnělé polohy s možnými nežádoucími vlivy na okolí, proto navážky pro vsakování srážkových vod nedoporučujeme.
- fluviální **píscité až hlinito-píscité štěrky GT2** jsou v zájmovém území pro vsakování nejvhodnější s ohledem na jejich dobrou průlinovou propustnost s koeficientem vsaku  $k_v$  cca  $5,0 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Vyskytují se v hloubce 0,70 až 1,00 m pod terénem. Jejich mocnost se pohybuje mezi 0,50 až více než 1,00 m. Pro vsakování je lze využít s ohledem na mělkou hladinu podzemní vody jen v místech s malou mocností navážek.

Kromě výše uvedených přírodních faktorů je dalším důležitým prvkem dle ČSN 75 9010 i **dodržení bezpečné odstupové vzdálenosti** od stávajících a nově navrhovaných komunikací z důvodu eliminace negativního ovlivnění jejich podloží. V daném případě doporučujeme uvažovat odstupovou vzdálenost od okolních objektů minimálně 3 m po směru proudění podzemní vody.

Podle ČSN 75 9010 je nutno volit hloubku vsakovacího objektu tak, aby ke vsakování docházelo minimálně 1 metr nad úroveň hladiny podzemní vody. Na základě provedeného průzkumu se hladina podzemní vody nachází převážně v hloubce cca 1,00 až 1,50 m pod terénem. Z tohoto důvodu prakticky již nezbývá prostor nad hladinou podzemní vody, do kterého by bylo možné vsakovat. V daném případě je možné srážkové vody vsakovat pouze za předpokladu udělení výjimky spočívající ve snížení odstupu dna od maximální běžné HPV (neuvažujeme zde povodňové stavy) na úroveň cca 0,5 m. V tomto případě by bylo možné uvažovat s umístěním mělkých vsakovacích rýh západně od projektované cyklostezky a uložením jejich dna do hloubky max. 1,0 m pod stávající terén. Vycházet bude třeba z aktuální nadmořské výšky v místě vsakovacího objektu. Vsakování by probíhalo do prostředí písčitých až hlinito-písčitých štěrků GT2 u nichž počítáme s koeficientem vsaku  $k_v = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .



## 5. Geotechnické vlastnosti a zařazení místních zemin

Jednotlivá kvalitativně odlišná geologická prostředí, popisovaná v rámci kapitoly 2, jsou zařazena do geotechnických typů zájmového území. Dílčí geotechnické typy s odlišnými mechanicko-fyzikálními vlastnostmi jsou dále hodnoceny v rámci tabulky 1. Zařazení je provedeno na základě nově provedených průzkumných sond.

**Tabulka 1.** Vybrané geotechnické parametry vymezených geotypů kvartérních zemin

označení geotypu	GT1	GT2	GT3a	GT3b	GT4
Stratigrafie	recent	kvartér			
Geneze	navážka (antropogenní sediment)	fluviální sediment			
petrografické složení	štěrk hlinitý a hlína štěrkovitá s úlomky a valouny hornin, křemene, betonu a ojedinělých cihel o velikosti až přes 5 cm (30-60%)	štěrk písčitý až hlinito-písčitý s úlomky a valouny hornin a křemene o velikosti do 5 cm (40-70%), mezní hmotu tvoří slabě hlinitý až hlinitý písek	jíl písčitý s úlomky břidlice o velikosti do 4 cm (do 5%)		písek jílovitý
zařazení podle ČSN P 73 1005 „Inženýrsko-geologický průzkum“	G4, F1-Y	G3 G-F/G4 GM	F4 CS	F4 CS	S5 SC
tabulková výpočtová únosnost (orientační hodnoty) $R_{dt}$ /kPa/ *	-	250***	150**	80**	100***
konzistence/ulehlost podle ČSN P 73 1005	pevná	středně ulehlý	tuhá	měkká	měkká
ČSN EN ISO 14688-2 „Pojmenování a zařizování zemin“	siGr (Mg)	saGr, sisaGr	sacI Si	sacI Si	sicI Sa
objemová hmotnost v přirozeném uložení /kg.m <sup>3</sup> /	1800 - 1950	1950 - 2000	1850 - 1900	1850 - 1900	1800 - 1850
modul deformace $E_{def}$ /MPa/	(4 - 8)	70 - 80	4 - 6	3 - 4	4 - 5
Poissonova konstanta $\nu$ /1/	0,35	0,26	0,35	0,35	0,35
soudržnost efektivní $c_{ef}$ /kPa/	4 - 8	0 - 2	12 - 14	10 - 12	11 - 12
efektivní úhel vnitřního tření $\phi_{ef}$ /°/	18 - 20	32 - 33	23 - 24	22 - 23	26
ČSN 73 6133 "Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací" vhodnost do násypů	podmínečně vhodná až nevhodná	podmínečně vhodná až vhodná	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
ČSN 73 6133 "Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací" vhodnost do podloží vozovky	nevhodná	podmínečně vhodná až vhodná	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná	podmínečně vhodná
ČSN 73 6133 "Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací" třída těžitelnosti	I	I	I	I	I

\* orientační údaje (dle zrušené ČSN 73 1001)

\*\* orientační hodnota  $R_{dt}$  platná pro základ šířky  $\leq 3$  m při hloubce založení 0,8 až 1,5 m

\*\*\* orientační hodnota  $R_{dt}$  platná pro základ šířky 1 m při hloubce založení 1,0 metru

## 6. Inženýrskogeologické zhodnocení

### 6.1. Založení cyklostezky

Projektována je nová cca 660 m dlouhá cyklostezka vedoucí SSV-JJZ směrem podél pravého břehu řeky Vltavy, která se bude na jihu napojovat na stávající cyklostezku. Pláň a aktivní zónu cyklostezky budou po skrývce ornice patrně celoplošně tvořit navážky GT1 (byly zjištěny v obou nově provedených sondách ZS1 a ZS2) a v menší míře případně i fluviální písčité až hlinito-písčité štěrky GT2. V případě výskytu navážek GT1 se z hlediska ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ – vhodnost pro podloží vozovky jedná o nevhodné zeminy z důvodu nízké geotechnické kvality (slabá ulehlost), předpokládané nehomogenity a s ní spojeného rizika nerovnoměrného sedání podloží. Pokud by sanace podloží měla zcela eliminovat tato rizika, znamenalo by to v rámci HTÚ kompletně odtěžit navážky v celém jejich rozsahu. Mocnost navážek dosahuje v trase projektované cyklostezky až 1,0 m.

Kompletní výměna navážek v uvedené mocnosti až cca 1,0 m (místy nelze zcela vyloučit ani vyšší mocnosti) představuje výrazné navýšení ceny úprav podloží komunikace. Na základě zkušeností z jiných lokalit navrhujeme ke zvážení variantu sanace v menším rozsahu, se zaměřením na potenciálně riziková místa a s připuštěním určité míry rizika konsolidace podloží a s ním spojených možných lokálních deformací povrchu terénu. V podloží komunikace s povrchem ze zámkové dlažby přichází v úvahu možnost následných lokálních oprav, u komunikace s živičným povrchem je tato varianta diskutabilnější.

V případě volby této varianty sanace podloží by postup prací byl následující – skrývky provést do úrovně -0,30 m pod konstrukční vrstvu cyklostezky. Takto vzniklá parapláň by byla podrobně zdokumentována s cílem vytipovat potenciálně oslabené a rizikové plochy s výrazně nižší geotechnickou kvalitou. V těchto místech by bylo nutno provést lokální sanaci nevhodných zemin v celém rozsahu jejich výskytu. Sanaci je možno provést odtěžením nevhodných zemin a jejich nahrazením hutněným kamenivem nebo betonovým recyklátem. Na lokálně upravenou parapláň je možno navézt kamenivo nebo betonový recyklát v jedné vrstvě o mocnosti 0,30 m se zhutněním. Pro eliminaci rizika lokálního sedání podloží je možné použít výztužnou geotextilii.

V případě výskytu písčitých až hlinito-písčitých štěrků GT2 (ty odpovídají zatřídění G3 G-F až G4 GM) v úrovni pláň cyklostezky se podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ – vhodnost pro podloží vozovky jedná o podmíněčně vhodné až vhodné zeminy. U tohoto geotypu lze předpokládat, že po provedených zemních úpravách (HTÚ) by následným prostým dohutněním pracovní pláň za optimálních podmínek vyhověla požadavkům příslušných ČSN v hodnotách poměru únosnosti CBR, modulu deformace ze druhé větve statické zatěžovací zkoušky  $E_{\text{def},2}$  ( $= 30 \text{ MPa}$ ) a patrně i poměru  $E_{\text{def},2} / E_{\text{def},1}$ .

## 6.2. Zemní práce

Náročnost provádění zemních prací v jednotlivých geotypech je určena příslušnými třídami rozpojitelnosti dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“. Obecně lze konstatovat, že těžené hmoty budou tvořit lehce rozpojitelné zeminy I. třídy rozpojitelnosti. V trase cyklostezky budou zastiženy kromě ornice i navážky GT1 a zřejmě v menší míře i fluviální písčité až hlinito-písčité štěrky GT2. Zeminy uvedených geotypů je možné rozpojovat běžnými typy rypadel.

## 6.3. Použitelnost zemin z výkopů do násypů


Při hodnocení vhodnosti výkopku do případných násypů v místě některých nerovností terénu vycházíme z klasifikace podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění tělesa pozemních komunikací“ - zatřídění je uvedeno v tabulce 1. Navážky GT1 hodnotíme jako podmíněčně vhodné až nevhodné z důvodu jejich předpokládané heterogenity a případné příměsi stavebního odpadu (ověřeny byly jen sporadické cihly). Písčité až hlinito-písčité štěrky GT2 hodnotíme jako podmíněčně vhodné až vhodné do násypů.

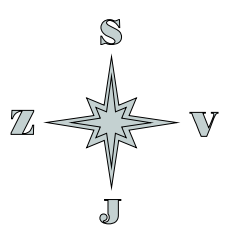
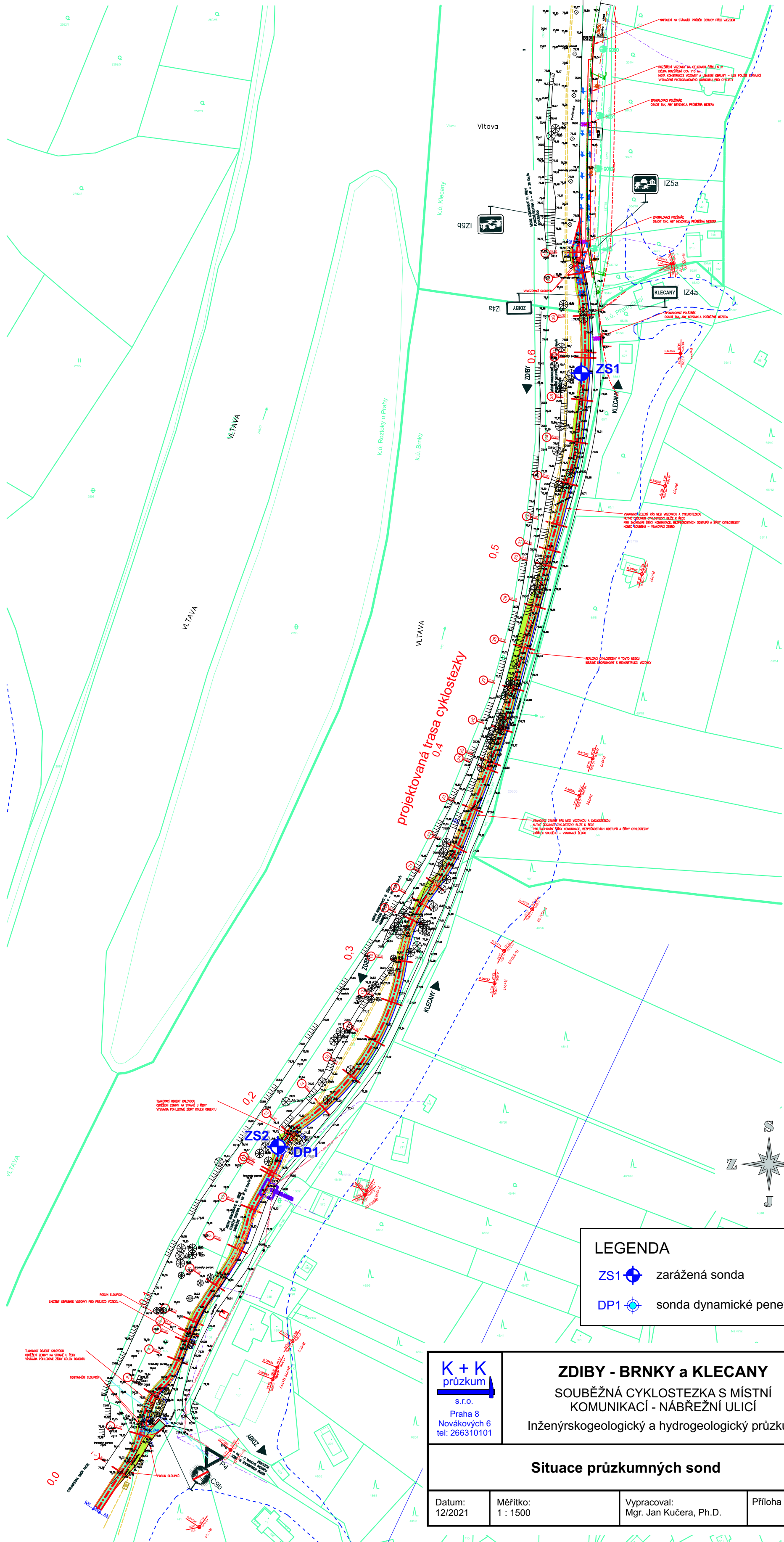
V Praze dne 20. 12. 2021

Vypracoval: Mgr. Jan Kučera, Ph.D.

Kontroloval: Mgr. Martin Schreiber



<div><div><div>K + K</div><div>průzkum</div><div></div><div>S.r.o.</div><div>Praha 8</div><div>Novákových 6</div><div>tel: 266310101</div></div></div>	<div><div><div>ZDIBY - BRNKY a KLECANY</div><div>SOUBĚŽNÁ CYKLOSTEZKA S MÍSTNÍ KOMUNIKACÍ - NÁBŘEŽNÍ ULICÍ</div><div>Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum</div></div></div>		
<div><div><div>Přehledná situace</div></div></div>			
<div><div><div>Datum:</div><div>12/2021</div></div></div>	<div><div><div>Měřítko:</div><div>1 : 10 000</div></div></div>	<div><div><div>Vypracoval:</div><div>Mgr. Jan Kučera, Ph.D.</div></div></div>	<div><div><div>Příloha č:</div><div>1</div></div></div>



- LEGENDA
- ZS1

zarážená sonda
- DP1

sonda dynamické penetrace

K + K

průzkum

s.r.o.

Praha 8

Novákových 6

tel: 266310101

ZDIBY - BRNKY a KLECANY

SOUBĚŽNÁ CYKLOSTEZKA S MÍSTNÍ

KOMUNIKACÍ - NÁBŘEŽNÍ ULICÍ

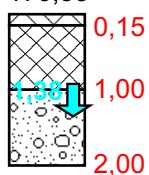
Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum

Situace průzkumných sond

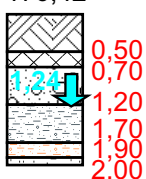
Datum: 12/2021	Měřítko: 1 : 1500	Vypracoval: Mgr. Jan Kučera, Ph.D.	Příloha č.: 2
-------------------	----------------------	---------------------------------------	------------------

**ZS1**

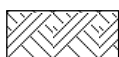
176,53

**ZS2**

176,42

**Vysvětlivky ke geologickým profilům****Zeminy kvartérního pokryvu**

geotyp



hlína silně písčitá hlína až písek hlinitý, pevné konzistence, s ojedinělými úlomky hornin o velikosti do 2 cm - humózní horizont a podorničí

GT1



štěrk hlinitý a hlína štěrkovitá, pevné konzistence, s úlomky a valouny hornin, křemene, betonu a ojedinělých cihel o velikosti až přes 5 cm (30-60%), G4, F1-Y - navážka

GT2



štěrk písčitý až hlinito-písčitý s úlomky a valouny hornin a křemene o velikosti do 5 cm (40-70%), středně ulehlý, mezerní hmotu tvoří slabě hlinitý až hlinitý písek, G3 G-F/G4 GM - fluvialní sediment

GT3a



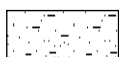
jíl písčitý, tuhé konzistence, s úlomky břidlice o velikosti do 4 cm (do 5%), F4 CS - fluvialní sediment

GT3b



jíl písčitý, měkké konzistence, s úlomky břidlice o velikosti do 4 cm (do 5%), F4 CS - fluvialní sediment

GT4



písek jílovitý, měkké konzistence, středně ulehlý, S5 SC - fluvialní sediment

**Podzemní voda**

1,38



měření ustálené hladiny podzemní vody v sondě

**K + K**  
průzkum  
s.r.o.  
Praha 8  
Novákových 6  
tel: 266310101

**ZDIBY - BRNKY a KLECANY**

SOUBĚŽNÁ CYKLOSTEZKA S MÍSTNÍ  
KOMUNIKACÍ - NÁBŘEŽNÍ ULICÍ

Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum

**Schematické geologické profily**

Datum:  
12/2021

Měřítko:  
1 : 100

Vypracoval:  
Mgr. Jan Kučera, Ph.D.

Příloha č: **3**

<b>K + K</b> <b>průzkum,</b> <b>s.r.o.</b> Novákových tel. 266 310 101	<b>ZDIBY- BRNKY a KLECANY</b> SOUBĚŽNÁ CYKLOSTEZKA S MÍSTNÍ KOMUNIKACÍ - NÁBŘEŽNÍ ULICÍ Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum		
<b>Dokumentace průzkumných sond</b>			
Datum : 12/2021		Vypracoval : Mgr. Jan Kučera, Ph.D.	Příloha č. : <b>4</b>

<b>K + K</b> <b>průzkum s.r.o.</b> Praha 8 Novákových 6	<b>DOKUMENTACE SONDY č. ZS1</b> <b>Zakázka:</b> Zdiby-Brnky a Klecany, Cyklostezka podél Nábřežní ulice <b>Dokumentoval:</b> Mgr. Jan Kučera, Ph.D. <b>Datum:</b> 3.12.2021 <b>Mapa 1:25 000:</b> list 12-241 Roztoky
<b>Souřadnice:</b> <b>x:</b> 1034.453,86 <b>y:</b> 742.785,63 <b>z:</b> 176,53 (B.p.v.)	<b>Technologie sondování:</b> zarážená sonda
<b>Podzemní voda : naražená hladina : 1,40 m</b> <b>ustálená hladina : 1,38 m</b>	
<b>Vzorkování : 0</b>	

		ČSN P 73 1005	
<b>0,00 – 0,15 :</b>	Písek hlinitý, jemně zrnitý, světle hnědý, humózní, pevné konzistence - <i>půdní horizont</i>	-	-
<b>0,15 – 1,00 :</b>	Štěrk hlinitý až štěrk hlinito-písčitý, šedohnědý, s úlomky a valouny hornin (zejména břidlice, prachovce a křemence), křemene, betonu a ojedinělých cihel o velikosti až přes 5 cm (40-60%) - <i>navážka</i>	<b>G4-Y</b>	<b>GT1</b>
<b>1,00 – 2,00 :</b>	Štěrk písčitý, s polozaohlenými až poloostrohrannými úlomky a valouny hornin a ojedinělého křemene o velikosti do 4 cm (40-70%), mezerní hmotu tvoří šedý až hnědošedý středně až hrubě zrnitý slabě hlinitý písek, středně uhlý - <i>fluviální sediment</i>	<b>G3</b>	<b>GT2</b>

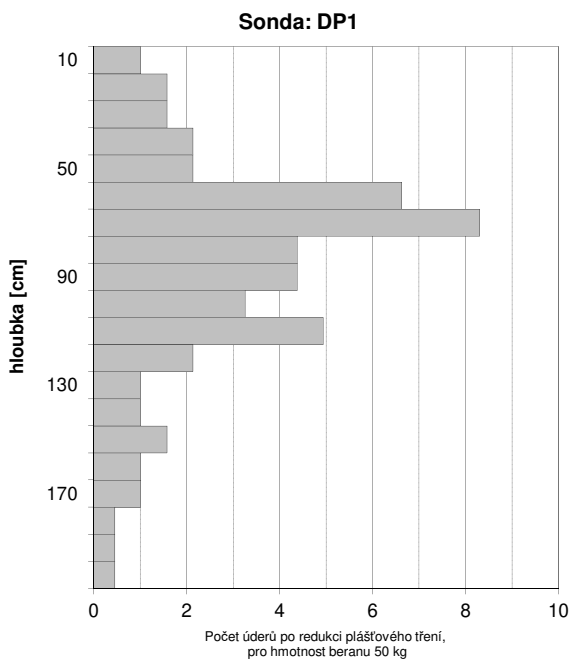
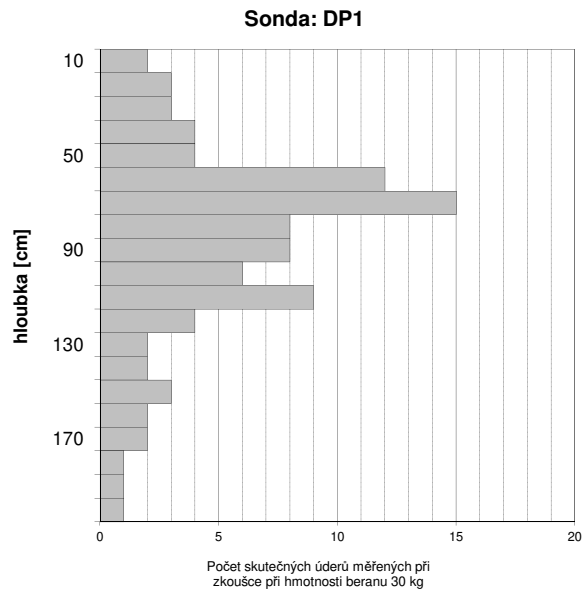


<b>K + K</b> <b>průzkum s.r.o.</b> Praha 8 Novákových 6	<b>DOKUMENTACE SONDY č. ZS2</b> <b>Zakázka:</b> Zdiby-Brnky a Klecany, Cyklostezka podél Nábřežní ulice <b>Dokumentoval:</b> Mgr. Jan Kučera, Ph.D. <b>Datum:</b> 3.12.2021 <b>Mapa 1:25 000:</b> list 12-241 Roztoky
<b>Souřadnice:</b> <b>x:</b> 1034.818,81 <b>y:</b> 742.928,90 <b>z:</b> 176,42 (B.p.v.)	<b>Technologie sondování:</b> zarážená sonda
<b>Podzemní voda : naražená hladina : 1,28 m</b> <b>ustálená hladina : 1,24 m</b>	
<b>Vzorkování : 0</b>	

		ČSN P 73 1005	
<b>0,00 – 0,30 :</b>	Hlína silně jemně písčitá, tmavě hnědá, humózní, pevné konzistence - <i>půdní horizont</i>	-	-
<b>0,30 – 0,50 :</b>	Hlína silně jemně písčitá, šedohnědá, slabě humózní, pevné konzistence, s ojedinělými poloostrohrannými úlomky hornin o velikosti do 2 cm - <i>podorní</i>	-	-
<b>0,50 – 0,70 :</b>	Štěrk hlinitý až hlína štěrkovitá, žlutošedý, pevné konzistence, s úlomky břidlice, prachovce a ojedinělého křemene a cihel o velikosti do 5 cm (30-50%) - <i>navážka</i>	<b>G4/F1- Y</b>	<b>GT1</b>
<b>0,70 – 1,20 :</b>	Štěrk hlinitý až štěrk písčitý, s poloostrohrannými až polozaoblenými úlomky břidlice a prachovce a zaoblenými valouny křemene o velikosti do 5 cm (40-60%), mezerní hmotu tvoří šedý středně zrnitý hlinitý až slabě hlinitý písek, středně ulehlý - <i>fluviální sediment</i>	<b>G4/G3</b>	<b>GT2</b>
<b>1,20 – 1,70 :</b>	Jíl písčitý, šedý, slabě slídnatý, tuhé konzistence, s poloostrohrannými úlomky břidlice o velikosti do 4 cm (do 5%), s ojedinělou příměsí černé organické hmoty - <i>fluviální sediment</i>	<b>F4</b>	<b>GT3a</b>
<b>1,70 – 1,90 :</b>	Jíl písčitý, šedý, slabě slídnatý, měkké konzistence, s poloostrohrannými úlomky břidlice o velikosti do 1 cm (do 5%), s ojedinělou příměsí černé organické hmoty - <i>fluviální sediment</i>	<b>F4</b>	<b>GT3b</b>
<b>1,90 – 2,00 :</b>	Písek jílovitý, jemně až středně zrn., šedý, měkké konzistence - <i>fluviální sediment</i>	<b>S5</b>	<b>GT4</b>

Akce:	<b>Zdíby - Brnky a Klecany, Souběžná cyklostezka s místní komunikací</b>				
Sonda č.:	<b>DP1</b>				
Datum provedení:	03.12.2021				
Zkoušku provedl:	Mgr. Jan Kučera, Ph.D. K + K průzkum s.r.o., Novákových 6, Praha 8				

Hloubka [m]	Počet úderů	Dynam. odpor [MPa]	Moment	Počet úderů snížený o kroučící moment pro q = 30 kg	Počet úderů snížený o kroučící moment pro q = 50 kg
0,1	2	1,99	5	1,8	1
0,2	3	3,00	5	2,8	2
0,3	3	3,00	5	2,8	2
0,4	4	4,00	5	3,8	2
0,5	4	4,00	5	3,8	2
0,6	12	12,01	5	11,8	7
0,7	15	15,01	5	14,8	8
0,8	8	8,00	5	7,8	4
0,9	8	8,00	5	7,8	4
1	6	5,29	5	5,8	3
1,1	9	7,94	5	8,8	5
1,2	4	3,53	5	3,8	2
1,3	2	1,76	5	1,8	1
1,4	2	1,76	5	1,8	1
1,5	3	2,64	5	2,8	2
1,6	2	1,76	5	1,8	1
1,7	2	1,76	5	1,8	1
1,8	1	0,88	5	0,8	0
1,9	1	0,88	5	0,8	0
2	1	0,78	5	0,8	0



Příloha č. 5 Fotodokumentace terénních prací



**Foto 1.** Realizace zarážené sondy ZS1.



**Foto 2.** Realizace zarážené sondy ZS2.



**Foto 3.** Jádru ze sondy ZS2.