

GEOSLUŽBY KOŘÁN, s.r.o.

Generála Píky 1901
272 01 KLADNO – Kročehlavy

IČO: 06996574

Tel: 723 402 688
E-mail: vaclav.koran@tiscali.cz

PLZEŇ

LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI

**NAPOJENÍ AREÁLOVÉ KANALIZACE KAMPUSU UNIMEC
NA ROUDENSKÝ KANALIZAČNÍ SBĚRAČ**

INŽENÝRSKOGEOLOGICKÝ PRŮZKUM



Objednatel : INGEM a.s.

Barrandova 366/26
326 00 Plzeň

Září 2020

Obsah :

1. Úvod
2. Podklady a průzkumné práce
3. Lokalizace a morfologické poměry území
4. Geologické a hydrogeologické poměry
5. Inženýrskogeologické zhodnocení, geotechnické vlastnosti zemin a hornin
6. Inženýrskogeologické poměry v trase stoky
7. Zemní práce, svahování výkopů, použití zemin a hornin z výkopů pro zpětné zásypy
8. Závěr
Popisy nově provedených a archívních sond

Přílohy:

1. Přehledná situace 1 : 20 000
2. Situace sond 1 : 500
3. Geologický řez s vysvětlivkami
4. Laboratorní rozbory zemin a hornin
5. Fotodokumentace

1. Úvod

V souladu s objednávkou společnosti INGEM a.s. Plzeň byl vypracován předkládaný inženýrskogeologický průzkum pro projekt výstavby „Napojení areálové kanalizace kampusu UniMeC na Roudenský kanalizační sběrač“ v Kampusu UniMeC Lékařské fakulty v Plzni. Průzkum byl zpracován na základě studia dostupné archivní geologické dokumentace a podrobné rekognoskace terénu s realizací nových průzkumných sond. V projektantem vyznačené trase kanalizace byly provedeny a vyhodnoceny 4 jádrově vrtané sondy; dále byly vyhodnoceny dostupné archivní materiály. Pro předběžné určení jednotlivých geologických prostředí byla použita Základní geologická mapa v měřítku 1 : 50 000, list 12 – 33 Plzeň. Dne 25. 8. 2020 byla provedena podrobná rekognoskace pozemků v rámci níž nebyly zjištěny žádné odkryvy nebo výkopy, které by pomohly upřesnit geologické poměry trasy.

Z archivu pražského Geofondu bylo využito některých starších průzkumů provedených v blízkém okolí zkoumané trasy kanalizace:

- „Výsledky HG průzkumu v areálu staveniště FN Plzeň“ (GP Stříbro, 1967)
- „Průzkum základové půdy na staveništi FN Plzeň“ (GP Praha, 1967)
- „Posouzení základových poměrů staveniště kanalizačního sběrače v Plzni na Roudné“ (Stavoprojekt Plzeň 1970))

Z uvedených průzkumů byla převzata dokumentace některých archivních sond, jejichž pozice je vynesena v příložené situaci, příloha č. 2. Umístění nově provedených sond je patrné rovněž z příložené situace. Dokumentace nových sond je rovněž u zprávy přiložena.

Účelem předkládaného průzkumu bylo ověření geologických a hydrogeologických poměrů v trase projektované stoky, zatřídění zemin a hornin z hlediska těžitelnosti a vhodnosti pro využití do zpětných zásypů a pro podloží komunikací. Zastižené zeminy a horniny byly zatříděny dle ČSN EN ISO 14689-1, ČSN EN ISO 14688-2 a ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“. Ve zprávě jsou dále aplikovány a citovány normy ČSN 72 1006 „Kontrola zhutnění zemin a sypanin“, ČSN 73 6114 „Vozovky pozemních komunikací“ a ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí a další. Použity byly také normy, jejichž platnost skončila k 1. 4. 2010 : ČSN 73 1001 „Základová půda pod plošnými základy“, ČSN 73 3050 „Zemní práce“. Geotechnické vlastnosti zastižených geologických prostředí jsou uvedeny v přehledné tabulce.

Dále byl proveden orientační průzkum kontaminace zkoumaného pozemku s provedením analýz pro určení druhu odpadu, který tvoří samostatnou zprávu.

2. Podklady a průzkumné práce

Jako podklad pro tento inženýrskogeologický průzkum jsme od objednatele obdrželi geodetické zaměření v digitální formě se zákresem trasy projektované kanalizace. Dále jsme obdrželi povolení vstupů na dotčené pozemky včetně informací o průběhu podzemních inženýrských sítí. V lokalitě jsme realizovali s ohledem na předpokládanou geologickou stavbu zájmového území celkem 4 průzkumné sondy, které byly rozmístěny v souladu s průběhem trasy kanalizace; metráž průzkumných vrtů byla finálně upravena podle zjištěných geologických poměrů v průběhu průzkumných prací, s ohledem na předpokládanou hloubku výkopů.

Průzkumné sondy realizovala firma Klement-geologické vrtý Vinoř; vytýčení sond bylo provedeno zpracovatelem průzkumu, který rovněž provedl dokumentaci a vyhodnocení průzkumných prací.

Z nově provedených sond byly odebrány 3 vzorky zemin a hornin (poloporušené a technologické) k laboratornímu stanovení indexových vlastností, zkoušek PS a pevnosti v prostém tlaku; laboratorní rozbory vyhotovil geotechnický servis T. Ouřady v Praze; výsledky jsou uvedeny v Příloze 5. Při zhodnocení geotechnických vlastností zemin a hornin v lokalitě byly využity také archivní laboratorní rozbory získané z posudků uvedených v předchozí kapitole. Vzorky podzemní vody pro chemický a stavební laboratorní rozbory odebrány nebyly, neboť podzemní voda v průzkumných vrtech nebyla zastižena. Pro posouzení agresivity pevného prostředí na beton byly využity archivní rozbory. Dále byly odebrány vzorky zemin pro stanovení míry kontaminace zastiženého prostředí.

3. Lokalizace a morfologické poměry území

Zájmové území se nachází v městě Plzeň, stranou husté městské zástavby, v areálu Plzeňské Fakultní nemocnice; lokalizace zájmového území je zřejmá z přehledné mapy v měřítku 1: 20 000, která tvoří vázanou Přílohu 1. Trasa stoky vyznačená v situaci 1 : 500 je navržena ve volně přístupném terénu porostlém vegetací.

Podle regionálního geomorfologického členění ČR leží zpracovávané území v Poberounské soustavě, v oblasti Plzeňská pahorkatina, celek Plaská pahorkatina, podcelek Kaznějovská pahorkatina, okrsek Hornobřížská pahorkatina. Současná tvářnost území je výsledkem rozdílnosti svrchnokarbonských hornin vůči zvětrávání a erozi; jedná se o území se zvlněným reliéfem oživené erozí řek a potoků. Z morfologie širšího území je patrné, že zkoumané území je součástí erozní splachové mísy otevřené k východu, k údolní nivě Berounky; tato erozní rýha byla občasně protékána drobnou vodotečí.

Povrch území, které je výrazně svažité se generelně svažuje k JJV; nadmořské výšky terénu se v prostoru trasy stoky pohybují v rozmezí od 319 do 334 m n.m.

Zájmové území náleží do povodí Berounky (1 – 10 -04 – 002), průměrný roční úhrn srážek za období 1901 – 1950 činí dle srážkoměrné stanice Plzeň – Bílá Hora 518 mm, průměrná roční teplota je cca 8°.

4. Geologické a hydrogeologické poměry

Geologické poměry

Geologická stavba širšího území je dána pozicí lokality při východním okraji severní části plzeňské permokarbonské pánve. V rámci staveniště tvoří horninový podklad paleozoické svrchnokarbonské **kladenské (spodní šedé) souvrství**; horniny tohoto souvrství mají pestré petrografické složení od pískovců, písčitých slepenců a hrubozrnných arkózových pískovců přes prachovce až po jílovce, s lokálně vyvinutými sloji uhlí (území není poddolované). V zájmovém území převládají převážně **jílovce** a středně zrnité **kaolinické a arkózové pískovce**, které místy přecházejí do hrubozrnných arkózových pískovců, případně do pískovců s křemitým tmelem. Kaolinické pískovce jsou slabě zpevněné pískovce s vápnitým tmelem, jejichž nejsvrchnější partie bývají značně zvětřelé až zcela rozpadlé na písek až jílovitý písek s valouny. Arkózové pískovce jsou pískovce zpevněné, lavicovité až masívní, s různou intenzitou rozpukání převážně strmými puklinami. Lokálně v nich mohou být přítomny polohy železitých pískovců, které při zvětřování tvoří kameny až balvany.

V prostoru zkoumaného pozemku jsou dále zachovány **červenohnědé jílovce**, které byly zastíženy v průzkumných sondách J2, J3, J4 do hloubky 6 m pod stávajícím povrchem terénu. Místy přecházejí do jemně písčitých prachovců (vrt J3). Geotechnická kvalita svrchního patra jílovců je ovlivněna zvětřovacími procesy – v rámci staveniště vystupují při povrchu zvětřelé jílovce, charakteru slabě písčitého jílu s konzistencí na rozhraní tuhá/pevná, hlouběji (cca 0,5 až 1 m pod povrchem horninového podkladu) vystupují jílovce (místy prachovce), které již mají charakter měkké poloskalní horniny, rozpadavé na ploché měkké úlomky.

Úroveň svrchnokarbonského horninového podkladu byla nově provedenou sondáží zjištěna v zájmovém území v hloubkách cca od 0,3 do 4,5 m pod stávajícím povrchem terénu.

Kvartérní pokryv je tvořen málo mocnými deluviálními sedimenty; v jižní části trasy se vyskytuje mocnější poloha sedimentů deluvio-fluviálních. V nejsvrchnější poloze se hojně nacházejí navážky.

Deluvio-fluviální sedimenty vyplňují údolní depresi v jižní části zkoumaného území, která tvoří západovýchodní osu erozní rýhy občasně protékanou drobnou vodotečí. V průzkumné sondě J1 byly zastiženy převážně slabě písčité jíly tuhé/pevné konzistence, s vrstvami písčitých jílu a jílovitých písků o celkové mocnosti kolem 4 m. Při bázi náplavů byly zjištěny jílovité písky s valouny o mocnosti 0,2 m. Vrtem J1 byly deluviofluviální sedimenty zastiženy do hloubky 4,5 m pod povrchem terénu. Na bázi jsou silně vlhké, nicméně podzemní voda se v nich neobjevila.

Deluviální sedimenty vznikly uložením krátce transportovaného a často rovněž přeplaveného materiálu, který pochází ze zvětralinového obalu horninového podloží tvořeného převážně permokarbonskými slabě zpevněnými pískovci a lokálně i jílovci. Byly popsány jako hlinité a jílovité písky až silně písčité jíly s obsahem úlomků a kamenů; úlomkovitou frakci tvoří opracované úlomky pískovců. V zájmovém území se tyto sedimenty nacházejí pouze v malých mocnostech nepřesahující 1 m.

Navážky tvoří převážně lokální akumulace vzniklé po drobných úpravách místního terénu. Jedná se vesměs o hlinité písky s příměsí úlomků pískovce, cihel, betonu a různorodého drobného šterku. Místy se vyskytují konstrukční vrstvy odstraněných i ponechaných zpevněných ploch bývalého zařízení staveniště, jejich násypy a dále zásypy inženýrských sítí (teplovod). Nelze místy vyloučit ani výskyt ojedinělých betonových konstrukcí (bývalých základů).

Místní navážky je možno klasifikovat jako středně ulehlé. Jejich mocnosti se pohybují převážně od 1 do 2 m, v zásypech některých sítí až kolem 3 m.

Hydrogeologické poměry

Obecné hydrogeologické poměry zájmové oblasti závisí zejména na množství a rozložení srážek, na litologickém charakteru pevného prostředí tj. především na jeho propustnosti, a dále na morfologii terénu, potenciálních zdrojích podzemní vody a v neposlední řadě také na antropogenních vlivech.

Podzemní voda se v zájmovém území objevuje v **prostředí paleozoických (karbonských) hornin a lokálně v prostředí zemín kvartérního pokryvu.**

Oběh podzemní vody v horninách svrchnokarbonského podkladu je vázaný na pukliny ve svrchních rozvolněných partiích a poruchová pásma. Horniny svrchnokarbonského podkladu reprezentované převážně **arkózovými pískovci a jílovci** se vyznačují převažující omezenou průlinovou a puklinovou propustností. Pukliny jsou v horninách často sepnuté, nebo sekundárně vyplněné. Průlinová propustnost u pískovců je do značné míry omezena jednak kolísajícím obsahem jemnozrnné frakce a jednak celkovou jemnozrnností pískovců s proměnlivou intenzitou tmelení (křemitý – vápnitý i železitý tmel). Dalším omezujícím

faktorem jsou polohy a vrstvy jemně písčitéch oproti pískovcům téměř nepropustných jílovců a prachovců. Podzemní voda zde tedy většinou nevytváří souvislou hladinu, ale spíše lokální omezené horizonty v různých úrovních propustnějších poloh pískovců.

Podzemní voda je v převážné části zájmovém území hlouběji zakleslá v prostředí pískovcového souvrství; podle archívních měření ustálené hladiny podzemní vody v archívních vrtech se podzemní voda nachází v hloubce cca 6 až 15 m pod terénem. Výjimku tvoří lokální místa s podložím jílovců, na kterých se nadržuje mělce infiltrovaná srážková nebo podzemní voda v lokálních průlinově propustných polohách zvětralých pískovců, nebo v deluviálních zeminách. Takovýto horizont byl v zájmovém území zastižen v archívním vrtu J14; jednalo se patrně o periodický horizont v závislosti na srážkách zastižený ještě před výstavbou FN.

V jižní části území, blízko osy údolí vyplněné deluvio-fluviálními sedimenty se patrně v závislosti na srážkách periodicky objevuje horizont podzemní vody vázaný na písčité polohy těchto kvartérních zemin. Ve vrtu J1 bylo indikováno silné zvlhčení na bázi deluvio-fluviálních sedimentů a ve svrchní zcela zvětralé zóně pískovců. V této nejnižší položené části trasy stoky doporučujeme ve výkopu s podzemní vodou počítat, cca od hloubky 3 m pod terénem (vydatnost i úroveň hladiny bude kolísat v závislosti na srážkách).

V této části zájmového území (vrt J1) bude patrně (v závislosti na srážkách) podzemní voda ovlivňovat výkopové práce. Předpokládaný rozsah a průběh hladiny tohoto občasného horizontu je přibližně vyznačen v geologickém řezu. Báze, ke které směřuje proudění podzemní vody je dána úrovní hladiny Berounky. Lze předpokládat, že lokální přítoky vody do výkopu v této nejnižší části trasy by mohli v období dlouhodobých a intenzivních srážek dosáhnout i vydatnosti 0,5 – 1,0 l/sec na 10 m délky výkopu. Oproti tomu v období dlouhodobého sucha se ve výkopu podzemní vody nemusí vůbec objevit.

Podle provedených archívních chemických rozborů vzorků vody jsou zkoumané vody kalcium-hořečnato-bikarbonátového typu se zvýšeným obsahem síranů. Z hlediska agresivity na betonové konstrukce jsou vzorky podzemní vody agresivní obsahem síranů i agresivního CO₂. Obsah SO₄²⁻ byl u archívních vzorků zjištěn v rozsahu 88 až 270 mg/l, což reprezentuje nízkou až střední agresivitu. Obsah CO₂ činil 26 až 59 mg/l, odpovídá silné agresivitě. Podle ČSN 73 1214 se tedy jedná v důsledku obsahu agresivního CO₂ o vody silně agresivní (stupeň ha), podle **ČSN EN 206 – 1 je to stupeň XA2**.

5. Inženýrskogeologické zhodnocení, geotechnické vlastnosti zemin a hornin

Geologické poměry zájmového území lze hodnotit spíše jako složité, neboť situace je zde komplikována složitější geologickou stavbou s možným lokálním výskytem horizontu podzemní, resp. mělce infiltrované srážkové vody v dosahu projektovaných výkopů. Geologické poměry v trase projektované kanalizace (stoky) jsou schematicky znázorněny v geologickém řezu **A – A'**.

V předkládaném řezu jsou průzkumem zastižená prostředí zemin a hornin vyčleněna do jednotlivých geotechnických typů, ve kterých mají tato prostředí obdobné geotechnické vlastnosti. V následujících odstavcích je uveden stručný přehled a charakteristika těchto geotypů.

Geotechnický typ 1 (GT1) – navážky – převážně zeminy použité k lokálním drobným úpravám terénu, konstrukce zpevněných ploch, zásypy inženýrských sítí. V některých místech nelze pod povrchem terénu vyloučit možný výskyt starých základových konstrukcí bývalého zařízení staveniště. Na základě makroskopických popisů lze místní navážky zařadit podle **ČSN EN ISO 14688-2** do zemin **grsiSaMg**, **sasiGrMg**, omezeně **grsaSiMg**, podle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ klasifikujeme tento geotyp převážně třídami S4 – Y a G4 – Y tedy hlinitý písek a písčitohlinitý štěrk s polohami písčitého jílu třídy F4 – Y, Dle dříve platné ČSN 73 3050 „Zemní práce“ je lze převážně zařadit do 3. třídy těžitelnosti, nelze však vyloučit i omezené, hrubě kamenité polohy a části betonu 4. až 5. třídy těžitelnosti.

Podle ČSN 73 6133 jsou zeminy tohoto zatřídění dle Tab. A.1 zařazeny jako podmíněčně vhodné do násypů; pro podloží komunikací jsou rovněž podmíněčně vhodné. Jsou namrzavé, při převlhlčení obtížně zhutnitelné. Geotechnickou kvalitu navážek GT1 bude třeba z hlediska jejich využití do zásypů či pro podloží komunikací celoplošně posoudit na místě; předběžně lze počítat s tím, že je bude možno využít. Eventuelní nevhodnost místních navážek pro podloží komunikací i do zásypů se může projevat zejména obsahem nevhodných příměsí - stavebního odpadu (kusy cihel, škvára, dřevo apod.), organických zemin (humózní hlíny s kořeny a kořínky rostlin), rozměrných kamenů až balvanů.

Geotechnický typ 2 (GT2) – deluvio-fluviální slabě písčité až písčité jíly s vrstvy jílovitého písku, které se vyskytují v dolní části trasy stoky (od vrtu J2 směrem k jihu). Byly zastiženy ve vrtu J1, kde zasahují do hloubky 4,5 m a v archívním vrtu S13 do hloubky 3,4 m.

Podle ČSN 73 6133 je řadíme do třídy F6 CI až F4 CS s polohami třídy S5 SC. Na základě laboratorního rozboru technologického (směsného) vzorku odebraného z vrtu J1 náleží podle **ČSN EN ISO 14688-2** do zemin **sasiCI**, podle ČSN 73 6133 do třídy F4 CS. V průzkumném vrtu měli tyto zeminy převážně tuhou konzistenci. Jsou to podmíněčně vhodné zeminy do násypů i zásypů i pro silničního podloží, podléhající objemovým změnám. Při převlhčení, které se vyznačuje právě jejich tuhou konzistencí jsou prakticky nezhutitelné. Dle těžitelnosti náleží do 2. až 3. třídy dle lepivosti jílu.

Jedná se o zeminy namrzavé, citlivé na změny vlhkosti; proto je třeba je důsledně chránit před povětrnostními vlivy. Podle provedené Proctorovy standardní zkoušky z technologického vzorku odebraného z vrtu J1 byla zjištěna max. objemová hmotnost suché zeminy po zhutnění na 100% při optimální vlhkosti : $\rho = 1816 \text{ kg/m}^3$, $w_{\text{opt}} = 13,9 \%$.

Geotechnický typ 3 (GT3)

Tento geotechnický typ reprezentují málo mocné přemístěné zvětraliny - deluviální sedimenty, zahrnující hlinité písky s příměsí valounů a opracovaných úlomků pískovce. Na základě makroskopického popisu je dle **ČSN EN ISO 14688-2** řadíme do zemin **siSa** dle ČSN 73 6133 do třídy **S4**, symbol **SM** (hlinitý písek). Jejich rozšíření je patrné z geologického řezu.

Podle ČSN 73 6133, tabulka A.1 jsou tyto zeminy třídy S4 SM podmíněčně vhodné jak do násypů, tak i pro silniční podloží. Pokud nejsou převlhčené, lze je dobře hutnit.

Geotechnický typ 4 (GT4) zahrnuje prostředí **zvětralých až navětralých jílovců** charakteru středně plastických slabě písčitých jíloven pevné konzistence, které tvoří poměrně mocnou polohu ve střední části trasy. Místy mohou přecházet do prachovců, které jsou rozpadavé na měkké drobné úlomky (vrt J3). Na základě provedeného laboratorního rozboru je řadíme dle **ČSN EN ISO 14688-2** do zemin **siCI**. Podle ČSN 73 6133 zařazujeme zeminy tohoto geotechnického typu do třídy F6CI. Dle Tab. A.1 jsou zařazeny jako podmíněčně vhodné do násypů a bez úpravy **nevhodné pro podloží komunikací**. Jsou nebezpečně namrzavé, při převlhčení jsou nezhutitelné. Proto je třeba je důsledně chránit před povětrnostními vlivy. Použití výše uvedených zemin GT4 do podloží komunikací je podmíněno zejména požadovanou hodnotou návrhového modulu deformace ze 2. větve statické zatěžovací zkoušky E_{def2} . V případě požadované hodnoty $E_{\text{def2}} > 30 \text{ MPa}$ je již nutno u této horniny GT3 charakteru zeminy v aktivní zóně komunikace stabilizovat, případně provést výměnu. Po rozpojení a vytěžení poskytují podmíněčně vhodný materiál (jíl se střední plasticitou F6CI) pro zpětný zásyp, který v případě převlhčení nelze vůbec zhutnit.

Optimální vlhkost pro hutnění lze dle provedené laboratorní zkoušky uvažovat $w_{opt} = 15,1\%$, při maximální objemové hmotnosti $\rho_{max} = 1720 \text{ kg/m}^3$. Dle dříve platné ČSN 73 3050 „Zemní práce“ je řadíme do 3. až 4. třídy těžitelnosti.

Geotechnický typ 5 (GT5) reprezentuje prostředí **silně zvětralých až zvětralých rozpadavých arkózových pískovců**, podle ČSN EN ISO 14689-1 jsou klasifikovány jako hornina zcela zvětralá. Při povrchu jsou snadno rozpojitelné (řadíme je do třídy S3/R6), charakteru ulehleho střednězrnitého písku hlouběji jsou rozpadavé na drolitelné úlomky s výplní písku, odpovídají již třídě R6. Podle dříve platné ČSN 73 3050 „Zemní práce“ náleží pískovce GT5 převážně do 4. třídy těžitelnosti. Po rozpojení se jedná o zeminy vhodné do násypů a zásypů, které jsou mírně namrzavé; zásypy jsou ale propustné. Vytěžený materiál má charakter slabě jílovitého písku s drolitelnými, lámatelnými úlomky odpovídající třídě S3, S - F (zemina třídy **Sa** až **grSa** dle **ČSN EN ISO 14688-2**). V pláni komunikace či v zásypu je postačí, pokud nejsou rozmáčené dobře dohutnit – reprezentují stabilní a dostatečně únosné podloží. Podle ČSN 73 6133 jsou vhodné do násypů, podmíněčně vhodné pro silniční podloží (pokud je písek stejnozrný, s nízkým obsahem jemnozrné frakce, je zhutnitelný obtížně).

Geotechnický typ 6 (GT6) – navětralé arkóзовé pískovce tř. R4 až R4/R3, hornina mírně až slabě zvětralá do hloubky až zdravá podle ČSN EN ISO 14689-1. Jedná se o pískovce převážně s křemennovápnným tmelem; lokálně mohou být zastoupeny pevnější křemenné pískovce nebo pískovce se železitým tmelem. Podle dříve platné ČSN 73 3050 řadíme navětralé pískovce GT6 do 5. až 6. třídy těžitelnosti, dle stupně rozpukání a druhu tmelu. Po rozpojení poskytují spíše kamenitý a balvanitý materiál, málo vhodný do zásypů, zvláště úzkých rýh. Na základě provedené zkoušky pevnosti v prostém tlaku na vzorku úlomků pískovce GT6 z vrtu J2 byla stanovena pevnost v prostém tlaku 28,26 MPa. To odpovídá třídě R3 dle ČSN 73 1005.

GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI ZASTIŽENÝCH ZEMIN A HORNIN

Geotechnické zhodnocení je zpracováno na základě místních charakteristik zemin a hornin stanovených v rámci tohoto průzkumu a převzatých z archívních průzkumů.

Tabulka geotechnických hodnot :

Geologické prostředí		ČSN 73 6133 třída symbol	ρ (kg/m ³)	E_{def} (MPa)	C_{ef} (kPa)	C_u (kPa)	ϕ_{ef} (°)	ϕ_u (°)	ν	T
Navážka GT1	hlinitý písek, písčitohlinitý štěrk, písčité jíly	S4 SMY G4 GMY F4 CSY	1600-1800	2 – 6	-	-	-	-	-	3 (4-5)
Deluvio-fluviální sediment GT2	Slabě písčité jíly	F6 CI	1900	2 – 4	8 – 12	80	19	0	0,40	3
	Silně písčité jíly a jílovitý písek se štěrkem	F4 CS S5 SC	1850	4 – 6	6 – 10	60	21	0	0,35	2-3
	Deluviální sediment	S4 SM	1850	6 – 8	4 - 8	---	24	---	0,35	3
Svrchní karbon	Zvětralé až navětralé jílovce GT4	F6/R6	2000	8 - 12	12 - 20	70	19 - 21	0	0,40	3 – 4
	Silně zvětralé pískovce GT5	S3/R6	2000-2100	12 - 14	10 - 12	---	28 - 32	---	0,30	4
	Navětralé arkóзовé pískovce GT6	R4 – R4/R3	2200-2400	40 - 120*	20 - 45	---	35 - 40	---	0,25	5 – 6

* narůstá s hloubkou

 ρ - objemová hmotnost E_{def} - modul přetvárnosti C_{ef} - efektivní soudržnost, u hornin třídy R zdánlivá soudržnost ϕ_{ef} - efektivní úhel vnitřního tření, u hornin třídy R úhel pevnosti ν - Poissonovo číslo

T - zatřídění těžitelnosti dle dříve platné ČSN 73 3050

 C_u - totální soudržnost ϕ_u - totální úhel vnitřního tření

Zatřídění těžitelnosti dle ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ :

Geotechnický typ 1 až 5 I. třída

Geotechnický typ 6 II. třída

6. Inženýrskogeologické poměry v trase stoky

V následujícím textu jsou zhodnoceny inženýrskogeologické poměry v trase projektované kanalizace, kde bude prováděn výkop rýhy pro uložení potrubí. Trasou výkopu je také veden geologický řez, který byl sestaven dle předaného výškopisu. Dále je trasa vyznačena a označena v příložené situaci v měřítku 1 : 500. Geologické a hydrogeologické poměry v trase jsou popsány podle nově provedených a archivních sond s použitím geologické mapy.

Projektovaná stoka je vedena od šachty Š2-ŠJ1 stávající kanalizace v horní části území směrem k jihu do mírné údolní deprese, kde bude napojena na stávající roudenský kanalizační řad. Terén v trase klesá z kóty 333,90 m n. m. v místě stávající šachty na kótu

318,80 m n. m. v místě budoucího napojení. Dno roury bude uloženo v hloubce cca 2 až 5 m pod terénem. Geologické a hydrogeologické poměry v trase jsou znázorněny v geologickém řezu A – A' příloha č. 3.

Výkop kanalizace bude v úseku od stávající šachty Š2-ŠJ1 zhruba k pozici vrtu V14 hlouben v prostředí navážky GT1, málo mocných zemin GT3 a podložních zvětralých pískovců GT5. U dna výkopu budou lokálně zastiženy jílovce GT4. Třidu těžitelnosti uvedených prostředí lze ve smyslu dříve platné ČSN 73 3050 uvažovat 3. až 4. V prostředí navážky budou stěny výkopu převážně nestabilní, bude třeba je zajistit svahováním v poměru 1 : 1, rovněž tak hlubší polohu zvětralých pískovců. V prostředí jílovců lze svahovat v poměru 1 : 0,5 až 1 : 0,2, dle charakteru jílovce (vrstevnatost, obsah písčité frakce). Pokud je výkop hlubší než 3 m je nutné stěnu svahu výkopu rozdělit vodorovnou lavičkou šíře min. 0,5 m. Podzemní voda nebude výkop ovlivňovat, pouze po období dlouhodobých srážek by se mohly objevit lokální průsaky mělce infiltrované srážkové vody, zejména na bázi navážky, případně i v poloze zvětralých pískovců. V případě zastižení průsaku podzemní vody je třeba sklon výkopu okamžitě zmírnit. Vhodný způsob pažení hlubších výkopů s případnými lokálními přítoky podzemní vody je pomocí příložných rozpíraných desek (kombiboxů).

Dále k jihu, zhruba v úseku mezi vrty J3 a J2 bude výkop proveden v málo mocných navážkách GT1 a zeminách GT3, hlouběji ve zvětralých jílovcích GT4. Výkop bude veden do hloubky cca 2 m pod stávající terén; v prostředí GT4 (jílovce) je možno krátkodobě svahovat v poměru 1 : 0,2. V prostředí GT1, GT3 je třeba s ohledem na předpokládanou nesoudržnost těchto zemin svahovat v poměru 1 : 1. Dle těžitelnosti náleží uvedená prostředí GT1, GT3, GT4 do 3. až 4. třídy dle dříve platné ČSN 73 3050. Ve spodní části svahu byla vrtem J2 zastižena poloha navětralých arkózových pískovců třídy R3 s křemitým tmelem vyčleněná do GT6. Tyto pískovce jsou již obtížně těžitelné (třída 6.), sklony svahu lze v ponechat kolmé, bez zapažení, pokud nejsou porušeny hustou sítí puklin a nedochází u nich ke kamenitému rozpadu. Pak je nutno je svahovat v poměru 1 : 0,5.

Hladina podzemní vody je v celém úseku hlouběji zakleslá a realizaci výkopu do hloubky cca 3 m nebude ovlivňovat. Nelze ovšem opět vyloučit lokální průsaky mělce infiltrované srážkové vody. V případě zastižení lokálního průsaku nebo drobného vývěru mělce infiltrované srážkové vody je nutno sklon stěny výkopu okamžitě zmírnit.

Poslední úsek stoky je možno vyčlenit přibližně od vrtu J2 přes vrt J1 až k napojení na stávající kanalizační řad. Z geologického řezu A – A' je patrné, že výkop bude hlouben (hloubka výkopu až 5 m) směrem k jihu v poloze navážky GT1 a deluvií GT3. Následně budou zastiženy deluviofluviální písčité jíly GT2, v jejich podloží vystupují zvětralé jílovce GT4 a zejména zvětralé, písčité rozpadavé pískovce GT5. V okolí vrtu J2 mohou být ještě

zastiženy navětralé, obtížně těžitelné pískovce GT6. Těžitelnost a svahování zde plně koresponduje s předchozími úseky.

Zásadním problémem by mohla být v závislosti na srážkách přítomnost podzemní vody, která sice nebyla vrtem J1 do hloubky 6 m pod terénem zastižena, avšak v sondě byly patrné silně provlhčené polohy, svědčící o sestupných cestách mělce infiltrované srážkové vody, případně o nástupech občasného horizontu podzemní vody. Výkop stoky zde bude nutné zapážet; zeminy GT2 a zvětralé horniny GT5 budou ve stěnách výkopu zejména vlivem možných průsaků podzemní vody zcela nestabilní. V případě zastižení průsaků až vývěrů podzemní vody bude třeba vodu odčerpávat – vydatnost lze předpokládat cca 0,5 l/s na 10 m výkopu. Při pažení výkopu je pak nutno přihlídnout ke skutečnosti, že by výkop měl být zatěsněný – intenzivní odčerpávání podzemní vody z výkopu může způsobit nežádoucí lokální vyplavování jemnozrnné frakce ze zemin GT2, což může nepříznivě ovlivnit okolí výkopu (poklesy terénu). Případně bude potřeba výkop provádět po jednotlivých kratších segmentech. Na základě archívních laboratorních rozborů podzemní vody zde byla zjištěna **silná uhličitánová agresivita** na betonové konstrukce (stupeň XA2).

Pokud bude dno výkopu stoky lokálně situováno v rozbředlé zemině GT2 (slabě písčité a písčité jíly), bude jej nutné sanovat, např. nahutněním hrubé šterkodrti.

V zájmovém území nejsou evidovány žádné projevy svahové nestability; výkop pro uvažovanou stoku, vedený paralelně se svahem nepovede k narušení jeho stability.

6. Zemní práce, svahování výkopů, použití zemin a hornin z výkopů pro zpětné zásypy

Těžitelnost klasifikujeme dle platné ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“ a dle zrušené ČSN 73 3050 „Zemní práce“. Ve svrchních partiích výkopů budou převážně zastiženy navážky, deluviální a deluvio-fluviální sedimenty, zvětralé pískovce a jílovce, GT1, GT2, GT3, GT4 GT5, které řadíme do I. třídy (3. - 4. třídy) těžitelnosti a jsou rozpojitelné středně výkonnými bagry. Omezeně mohou být zastiženy výše jmenované zeminy s kamenitou příměsí, která náleží do 4. třídy. Zvětralé až navětralé pískovce řadíme do I. třídy, resp. třídy 4. – 5. a je možno je rozpojovat rovněž středně výkonnými bagry. Určitým problémem při realizaci výkopů budou navětralé pískovce s křemitým nebo železitým tmelem GT6, které jsou obtížně rozpojitelné. Místy tvoří tyto navětralé křemité pískovce GT6 spíše omezené polohy v jílovcích GT4. Zde je nutno zařazení z hlediska těžitelnosti posunout do 6. třídy a při rozpojení křemenných a železitých pískovců použít těžkou techniku (impaktor).

Toto rámcové zatřídění je nutno podle potřeby při zemních pracích upravit podle skutečnosti.

Svahování u dočasných výkopů otevřených po dobu více než několika dnů do předpokládané hloubky 3 m (při hloubce větší než 3 m je nutno svah rozdělit vodorovnou lavičkou šíře min. 0,5 m) je třeba provádět v prostředí zemin GT1, GT2, GT3, GT5 v poměru 1 : 1. V prostředí GT4, GT6 v poměru 1 : 0,5 až 1 : 0,2. V případě zastižení průsaků podzemní vody je třeba sklon stěny výkopu okamžitě zmírnit. V soudržných zeminách je nutná včasná ochrana před negativními klimatickými vlivy, neboť stabilita zemin se výrazně zhoršuje při zvýšení jejich okamžité vlhkosti. Výkopy ovlivněné podzemní vodou bude nutno v každém případě zapažit.

Podle geologických poměrů zájmového území ověřených inženýrskogeologickým průzkumem lze předpokládat, že zeminy pokryvných útvarů a rozpojené horniny pískovcového horninového podloží těžené ve většině výkopů budou mít ve směsi charakter písčitého jílu F4 se štěrkem a jílovitého písku S5 až štěrkovitého písčitého jílu F2. Jedná se o zeminy podmíněčně vhodné do násypů i pro silniční podloží (ČSN 73 6133). Pro použití do zásypu výkopů z nich bude nutno zejména odstranit rozmáčené polohy a velké ostrohranné kameny a balvany. Dále je třeba materiál výkopku ochránit před klimatickými vlivy a zamezit jeho převlhčení. Ve střední části území bude u výkopů v prostředí jílovců vytěžen materiál charakteru středně plastického jílu třídy F6 CI. Tyto zeminy je nutno dle ČSN 73 6133 klasifikovat jako podmíněčně vhodné do násypů a nevhodné pro podloží komunikací. Jsou nebezpečně namrzavé, silně citlivé na převlhčení, obtížně zhutnitelné, při napojení vodou nestabilní a velmi rozbídné.

Norma ČSN 73 1006 "Kontrola zhutnění zemin a sypanin" požaduje zhutnit zeminy v exponovaných zásypech na 100 % PS na pláni a v aktivní zóně zásypu, 95 % PS do hloubky 50 cm pod aktivní zónu a hlouběji 92 % PS. Požadovaného zhutnění lze dosáhnout na jmenovaných zeminách použitím vibračních hutnicích prostředků při vhodné vlhkosti a ukládání zemin po vrstvách 20 - 30 cm mocných. Mimo komunikace postačí zhutnění v celé výšce zásypu na 92 % PS. Při provádění hutněného zpětného zásypu vykopaných rýh je třeba plochy v místech plání komunikací chránit před škodlivými účinky povrchové vody a zajistit její odvedení. Po celou dobu zemních prací a budování zásypu je třeba také ochránit materiál výkopku, neboť zejména kvartérní zeminy GT2 a výkopek jílovců GT4 jsou citlivé na změny vlhkosti, rozbídné a nelze je dále zpracovat. K zamezení dlouhodobé deformace komunikací vybudovaných na zasypaných kanalizačních rýhách, je třeba pokyny pro hutnění důsledně dodržet a kontrolovat.

Na základě nově provedených zkoušek Proctor Standard byly zjištěny pro zeminy a horniny geotypů GT2 GT4 max. objemové hmotnosti suché zeminy po zhutnění na 100% při optimální vlhkosti :

Sonda J1 (deluviofluviální písčité jíl)	$\rho_{\max} = 1816 \text{ kg/m}^3$	$w_{\text{opt}} = 13,9 \%$
Sonda J3 (eluviální jíl)	$\rho_{\max} = 1720 \text{ kg/m}^3$	$w_{\text{opt}} = 15,1 \%$

Zjištěné fyzikální charakteristiky vzorku písčitého jílu GT2 a jílovce GT4:

Sonda	Vlhkost $w(\%)$	Mez plasticity $w_p(\%)$	Index plasticity $I_p(\%)$	Mez tekutosti $W_L(\%)$
J1	19,1	15	17	32
J3	15,8	23	25	48

Je patrné, že zemina odebraná ze sondy J1 je již v přirozeném uložení značně převlhčená oproti optimální vlhkosti dle zkoušky PS a nebude ji možno řádně zhutnit.

8. Závěr

V souladu s objednávkou společnosti INGEM a.s. Plzeň byl vypracován předkládaný inženýrskogeologický průzkum pro projekt výstavby „Napojení areálové kanalizace kampusu UniMeC na Roudenský kanalizační sběrač“ v Kampusu UniMeC Lékařské fakulty v Plzni. Průzkum byl zpracován na základě podrobné rekognoskace terénu s realizací nových průzkumných sond. Zpráva podává projektantovi informace o inženýrskogeologických poměrech v trase projektované kanalizace. Zhodnoceny byly jednotlivé úseky výkopu z hlediska inženýrské geologie, včetně doporučení způsobu zabezpečení v průběhu provádění zemních prací. Zpráva podává rovněž informace o agresivních účincích podzemní vody a použitelnosti zemin a hornin pro zpětné zásypy. Geologické a hydrogeologické poměry v trase kanalizace jsou nejlépe patrný z přiloženého geologického řezu. Situování nově provedených a archívních sond je zřejmé z přiložené situace 1 : 500.

V jednotlivých úsecích se mohou vyskytovat určité odchylky v geologických poměrech oproti geologickému řezu a popisu trasy. Při jejich zjištění je třeba, aby dodavatel či investor informoval zpracovatele této zprávy a projektanta. Ti pak po zvážení situace doporučí další postup.

U výkopu rýh pro uložení kanalizačních potrubí budou převažovat vesměs prostředí zemin a hornin 3. až 4. třídy těžitelnosti. Místa budou však mohou být výkopové práce ztíženy výskytem slabě navětralých arkózových pískovců, obtížně těžitelných, které zařazujeme do 5. – 6. třídy těžitelnosti. Jako potenciálně problematický byl vyhodnocen úsek

v dolní části napojení stoky, kde bude výkop ve srážkovém období patrně ovlivněn vývěry podzemní vody.

Svahování výkopu stoky patrně bude z prostorových důvodů možné – prosté svahování je ovšem problematické značným navyšováním objemu zemních prací, neboť při daných hydrogeologických a geologických poměrech by bylo nutno svahovat převážně v poměru 1 : 1 až 1 : 0,5. Lze proto preferovat formu zabezpečení stěn pažením.

Z hlediska zpětného použití do zásypů řadíme popsané zeminy pouze jako podmíněčně vhodné; je třeba uvážit jejich potenciální možnost znehodnocení vlivem zvýšení vlhkosti. V úseku jižním, nejnižší položeném nutno předpokládat výrazné převlhčení zemin v přirozeném uložení oproti optimálním vlhkostem dle zkoušky Proctor Standard.

Podzemní voda byla na základě archívních laboratorních rozborů vyhodnocena jako silně agresivní; doporučujeme pro potrubí uložené pod hladinou podzemní vody použít plastové roury a při obetonování použít struskoportlandský cement.

Vzhledem k citlivosti místních geologických prostředí na změny vlhkosti doporučujeme, pokud to bude možné, volit z hlediska klimatických vlivů vhodné období s nejnižšími průměrnými srážkovými úhrny.

V Kladně dne 29. 9. 2020

Vypracoval : Mgr. Václav Kořán

POPISY NOVĚ PROVEDENÝCH A ARCHÍVNÍCH SOND

DOKUMENTACE SONDY č.

J1

Zakázka : Plzeň – napojení kanalizace

Dokumentoval : Mgr. V. Kořán

Datum : 7. 9. 2020

Mapa : 12-33 Plzeň

Souřadnice :

x: 1068208,50 **y:** 822265,05 **z:** 319,80 m n.m.

Technologie sondování :

Jádrový vrt

Podzemní voda : nebyla zastižena, po 24 hod. se neustálila

Vzorkování : odebrán technologický vzorek zeminy z hloubky 1,0 – 2,5 m, vzorek na kontaminaci

Metráž (m) :

0,00 – 0,05 travní drn

0,05 – 0,45 šedý písek se škvárou a s úlomky cihel

navážka

0,45 – 4,30 světle narezavěle hnědý slabě písčitý jílu, konzistence na rozhraní tuhá/pevná s vrstvami střednězrnitého jílovitého písku a s ojedinělými opracovanými kameny pískovců

4,30 – 4,50 šedý jílovitý písek

kvartér - deluvio-fluviální sediment

4,50 – 5,20 šedý silně zvětralý pískovec, svrchu s uhelnou substancí, charakteru písčitého jílu až jílovitého písku, silně

5,20 – 6,00 šedý zvětralý arkózový pískovec rozvrtaný na střednězrnitý písek s valouny a s vrstvami hnědého písčitého jílu tuhé konzistence

svrchní karbon – kladenské souvrství

DOKUMENTACE SONDY č.

J2

Zakázka : Plzeň – napojení kanalizace

Dokumentoval : Mgr. V. Kořán

Datum : 7. 9. 2020

Mapa : 12-33 Plzeň

Souřadnice :

x: 1068173,70 **y:** 822262,80 **z:** 321,05 m n.m.

Technologie sondování :

Jádrový vrt

Podzemní voda : nebyla zastižena, po 24 hod. se neustálila

Vzorkování : odebrán poloporušený vzorek horniny z hloubky 3,0 – 3,5 m, vzorek na kontaminaci

Metráž (m) :

0,00 – 0,10 travní drn

0,10 – 0,60 hnědý hlinitý písek s úlomky cihel

0,60 – 0,80 převrtaný beton – deska

0,80 – 1,70 hnědý hlinitý písek s drtí cihel

navážka

1,70 – 2,50 hnědošedý střednězrnitý hlinitý písek s opracovanými úlomky pískovce

kvartér - deluviální sediment

2,50 – 3,60 šedý arkózový pískovec rozvrtaný na pevná jádra o síle 5 až 10 cm

3,60 – 4,00 šedý až šedohnědý zvětralý písčitý jílovec, v ruce drolitelný

svrchní karbon – kladenské souvrství

DOKUMENTACE SONDY č.

J3

Zakázka : Plzeň – napojení kanalizace

Dokumentoval : Mgr. V. Kořán

Datum : 7. 9. 2020

Mapa : 12-33 Plzeň

Souřadnice :

x: 1068136,30 **y:** 822263,90 **z:** 327,20 m n.m.

Technologie sondování :

Jádrový vrt

Podzemní voda : nebyla zastižena, po 24 hod. se neustálila

Vzorkování : odebrán technologický vzorek horniny z hloubky 0,5 – 2,0 m

Metráž (m) :

0,00 – 0,05 travní drn

0,05 – 0,30 šedá škvára

navážka

0,30 – 2,20 šedohnědý rudě a fialově pruhovaný zvětralý jílovec charakteru slabě písčitého jílu pevné konzistence, od hloubky cca 1,5 m střípkovitě rozpadavý

2,20 – 3,10 světle šedý jemně písčítý navětralý jílovec, drobivý

3,10 – 4,00 šedý jemně písčítý navětralý prachovec, ploše úlomkovitě rozpadavý, úlomky v ruce lámatelné

svrchní karbon – kladenské souvrství

DOKUMENTACE SONDY č.

J4

Zakázka : Plzeň – napojení kanalizace

Dokumentoval : Mgr. V. Kořán

Datum : 7. 9. 2020

Mapa : 12-33 Plzeň

Souřadnice :

x: 1068080,50 **y:** 822261,10 **z:** 333,70 m n.m.

Technologie sondování :

Jádrový vrt

Podzemní voda : nebyla zastižena, po 24 hod. se neustálila

Vzorkování : odebrán vzorek na kontaminaci

Metráž (m) :

0,00 – 0,10 travní drn

0,10 – 0,30 červený písek s kameny pískovce

0,30 – 1,30 šedý střednězrnitý písek zahliněný s úlomky cihel a s ostrohranným štěrkem
navážka

1,30 – 4,05 světle šedožlutý silně zvětralý arkózový pískovec střednězrnitý, rozvrtaný na písek, od hloubky 3,6 m rozpadavý na drolitelné úlomky

4,05 – 6,00 šedý zvětralý jílovec charakteru slabě písčitého drobného jílu pevné konzistence, od hloubky 5,5 m úlomkovitě rozpadavého, úlomky měkké, v ruce lámatelné

svrchní karbon – kladenské souvrství

DOKUMENTACE ARCHÍVNÍ SONDY č.

S13

Zakázka : Plzeň –kanalizace ROUDNÁ

Dokumentoval : Stavoprojekt Plzeň

Datum : 1970

Mapa : 12-33 Plzeň

Souřadnice :

x: y: z:

Technologie sondování :

Jádrový vrt

Podzemní voda : naražena 3,2 m pod terénem
ustálena 3,5 m pod terénem

Vzorkování : xxxx

Metráž (m) :

0,00 – 0,20 travní drn

0,20 – 1,50 písčité jíly pevné konzistence

1,50 – 3,40 písčité jíly tuhé až měkké konzistence

kvartér - deluvio-fluviální sediment

3,40 – 5,50 silně zvětralý pískovec charakteru střednězrnitého ulehlého písku

5,50 – 7,50 zvětralý, úlomkovitě rozpadavý pískovec

7,50 – 15,0 slabě navětralý arkózový pískovec s křemitým a místy železitým tmelem

svrchní karbon – kladenské souvrství

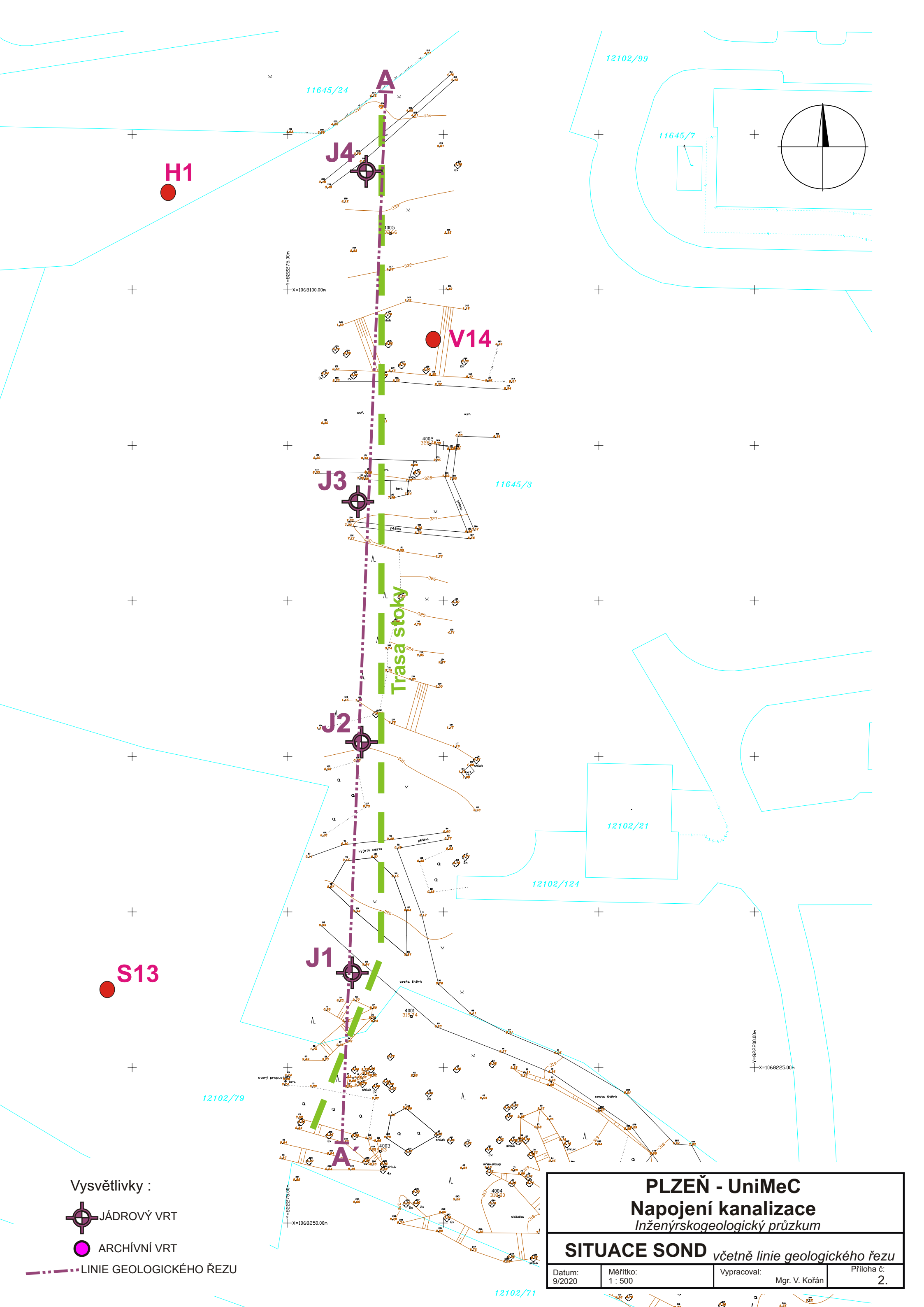
H1

Popis vrtu :

Terén -	0,00	-	0,10	ornice
	0,10	-	0,60	razavě hnědý, středně zrnitý jílovitý písek
	0,60	-	2,50	písčito-jílovitá rudohnědá hlína
	2,50	-	3,00	šedohnědý písčitý jílovec
	3,00	-	7,00	tmavošedý pevný jílovec
	7,00	-	9,5	šedá arkosa
	9,5	-	11,5	zvětralý pískovec
	11,5	-	15	středně zrnitý pískovec



Přehledná situace v měřítku 1 : 20 000



Vysvětlivky :



JÁDROVÝ VRT



ARCHÍVNÍ VRT



LINIE GEOLOGICKÉHO ŘEZU

PLZEŇ - UniMeC

Napojení kanalizace

Inženýrskogeologický průzkum

SITUACE SOND včetně linie geologického řezu

Datum:

9/2020

Měřítko:

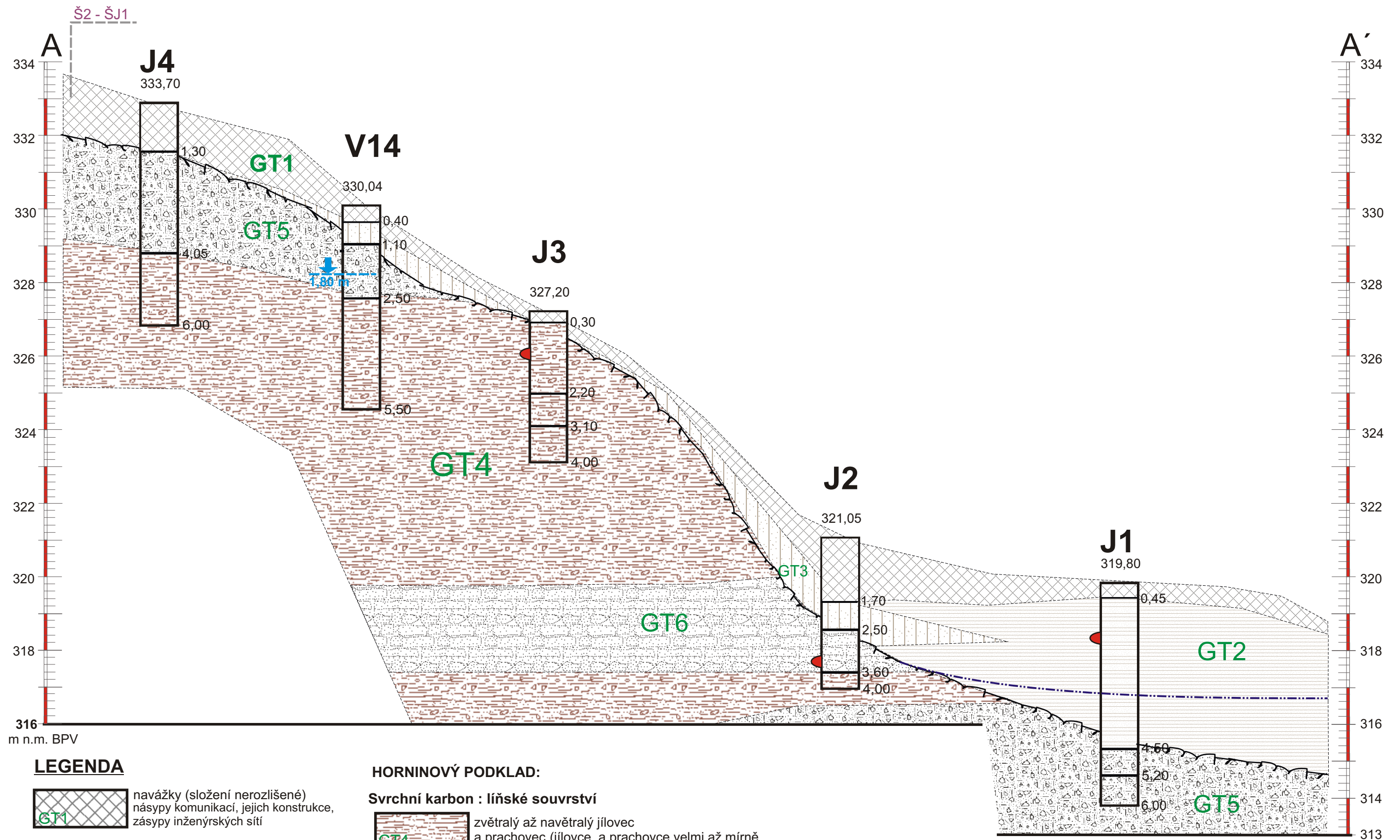
1 : 500

Vypracoval:

Mgr. V. Kořán

Příloha č.:

2.



LEGENDA

GT1 navážky (složení nerozlišené)
násypy komunikací, jejich konstrukce,
zásypy inženýrských sítí

kvarterní sediment, deluvio-fluviální

GT2 slabě písčité jíly s vrstvami jílovitých
písků a silně písčitých jílů,
místa s organickou příměsí

kvarterní sediment, deluviální

GT3 Hlinité písky s úlomky a kameny

HORNINOVÝ PODKLAD:

Svrchní karbon : liňské souvrství

GT4 zvětralý až navětralý jílovec
a prachovec (jílovce a prachovce velmi až mírně
zvětralé dle ČSN EN ISO 14689-1)

GT5 silně zvětralý arkóзовý pískovec
(pískovce zcela zvětralé
dle ČSN EN ISO 14689-1)

GT6 navětralý arkóзовý pískovec
(pískovce mírně až slabě zvětralé
dle ČSN EN ISO 14689-1)

— předpokládaný povrch horninového podkladu

— předpokládaná úroveň hladiny podzemní vody

● úroveň odběru vzorku

3,35 m

ustálená hladina podzemní vody
ve vrtech

PLZEŇ - UniMeC

Napojení kanalizace

Inženýrskogeologický průřez

Geologický řez A - A'

Datum: 9/2020	Měřítko: 1:500/100	Vypracoval: Mgr. V. Kořán	Příloha č.: 3.
------------------	-----------------------	------------------------------	-------------------

VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Název úkolu : **PLZEŇ – KANÁL**

Zakázkové číslo 20204432
Laboratorní čísla vzorků 569 – 571
Datum ukončení zakázky 23.09.2020

Předmět zkoušení indexové zkoušky, klasifikace
podle norem pro zakládání
staveb, zhutnitelnost

Místo měření laboratoř – Papírenská 1, Praha 6

Odběratel KOŘÁN

Zpracoval: Tomáš O u ř a d a – GEOTECHNICKÝ SERVIS

Osvědčení o odborné způsobilosti čj.3362/96 ze dne
1.7.1996, zákon ČNR č.61/1988 Sb, vystavil OBÚ Kladno

Za protokol o zkoušce odpovídá Tomáš Ouřada.

Zpracoval : Tomáš Ouřada

září 2020

PROHLÁŠENÍ SHODY

My Tomáš Ouřada - GEOTECHNICKÝ SERVIS

(Název dodavatele)

Zikova 21, Praha 6, 160 00

(adresa)

Prohlašujeme na svou výlučnou odpovědnost, že požadovaná
stanovení na vzorcích akce : **PLZEŇ - KANÁL (3vz.)**

(název, typ, počet jednotek)

na něž se vztahuje toto prohlášení, jsou ve shodě s
následující normou (normami), nebo jiným normativním
dokumentem (dokumenty) :

ČSN uvedené v textu zprávy

Praha 23.09.2020

(Místo a datum)

Tomáš Ouřada

(Jméno a podpis pověřené
osoby)

DECLARATION OF CONFORMITY

We Tomáš Ouřada - GEOTECHNICKÝ SERVIS

(supplier's name)

Zikova 21, Praha 6, 160 00

(address)

Declare under our sole responsibility that the test(s) of
soil mechanics - job :

(name, type, numbers of items)

To which this declaration relates is in conformity with the
following standard(s), or other normative document(s) :

Czech Standards in following Report of test

(Date and place)

Tomáš Ouřada

(name and signature of
authorized person)

Ú v o d

Do laboratoře G T S byly dodány 2 vzorky zemin a 1 vzorek skalní horniny odebrané z lokality **PLZEŇ – KANÁL**.

Dodané vzorky zemin byly odebrány jako technologické, tj. se zachováním vlhkosti materiálu v době odběru vzorku. Bylo požadováno stanovení základních indexových zkoušek a zatřídění vzorků podle norem pro zakládání staveb. Z technického hlediska, byly vzorky velmi kvalitně odebrány a v průběhu zkoušek nebyly zjištěny žádné nepříznivé okolnosti, které by měly vliv na kvalitu provedených laboratorních prací.

Způsob provedení laboratorních prací

Laboratorní zkoušky byly prováděny postupy podle současně platných norem. Protože předpokládáme, že zpracovatelům úkolu jsou postupy zkoušek známe, neuvádíme podrobné popisy způsobů provedení, ale pouze výčet provedených stanovení a odkazy na čísla použitých norem.

stanovení zdánl.hustoty pevných	ČSN CEN ISO/TS 17892-3
stanovení vlhkosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-1
stanovení konzistenčních mezí	ČSN CEN ISO/TS 17892-12
stanovení zhutnitelnosti	ČSN EN 13286-1
stanovení zrnitosti	ČSN CEN ISO/TS 17892-4

Pevnost na nepravidelných vzorcích horniny

Ze vzorku horniny dodané na stanovení pevnosti v prostém tlaku nebylo možno připravit zkušební tělíska (velikostí neodpovídaly) pro zkoušku pevnosti v jednoosém (prostém) tlaku. Bylo proto zvoleno stanovení pevnosti na nepravidelných těliscích. Toto stanovení bývalo součástí původní ČSN 73 1001, a je rovněž uvedeno ve skriptech ČVUT stavební fakulty :

Doc.Ing.J.Pauli,CSc.,Ing.T.Holoušová **Mechanika hornin**.

Laboratorní zkoušky hornin. (1991). Pevností nepravidelných vzorků se rozumí podíl nejvyšší dosažené síly v jednoosém zatěžovacím systému k i d e á l n í p r ů ř e z o v é p l o š e vzorku objemu 100 cm³, která se určí výpočtem z objemu. Hodnota této pevnosti (R) není přirozeně hodnotou pevnosti horniny v tlaku. Její poměr k pevnosti v prostém tlaku $u = R / RD$ bývá stálý pro určitý druh hornin a lze jej označit jako ukazatel plastických vlastností horniny (hodnoty jsou uvedeny v protokolu o zkoušce). Z této relace lze orientačně usoudit na vztah mezi hodnotou RD a R

Na základě provedených laboratorních zkoušek byly vzorky klasifikovány podle systémů obsažených v těchto základních stavebních normách pro zakládání staveb :

ČSN EN ISO 14688	Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zatřídování zemin
ČSN 73 6133	Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
ČSN 73 1001	norma neplatná
ČSN 75 2410 (1997)	Malé vodní nádrže

Z výsledků provedených laboratorních zkoušek jsou vypočteny u plastických materiálů charakterizující vlastnosti podle těchto vztahů :

$$\text{index konzistence} : I_c = \frac{w_L - w_n}{I_p}$$

I_c = index konzistence

w_L = mez tekutosti

w_n = Vlhkost

I_p = index plasticity

$$\text{index koloidní aktivity} \quad I_A = \frac{I_p}{\text{obsah částic} < 0.002 \text{ mm}}$$

I_A = index koloidní aktivity

I_p = index plasticity

Empirické stanovení propustnosti

Stanovení koeficientu filtrace (propustnost) - k je prováděno empiricky ze zrnitostní křivky, způsobem podle MALLLET-PACQUANT a podle HAZENA.

V případě jemnozrnných materiálů, kdy nelze tímto způsobem určit koeficient propustnosti, je stanovení provedeno způsobem CARMAN-KOZENY.

Výsledky laboratorních zkoušek

Přílohy zjištěných laboratorních výsledků jsou uspořádány v tomto pořadí:

Souhrn základních laboratorních výsledků

Grafické znázornění zrnitostního složení vzorků

Grafické znázornění namrzavosti zemin v kritériu dle Schaibla

Číselné vyjádření zrnitosti na skupině vybraných velikostí zrn

Empirické stanovení propustnosti ze zrnitosti

Stanovení propustnosti zeminy pro radon

Z á v ě r

Charakteristika dodaného materiálu pro základní klasifikační soubor je uvedena v následujícím certifikátu vzorku.

V tomto certifikátu laboratorního vzorku jsou kromě grafického znázornění zrnitostní křivky uvedeny podíly jednotlivých frakcí tj. jílu, prachu, písku a štěrku.

U písčitých a štěrkových zemin jsou vypočteny postupem podle ČSN 73 1001 hodnoty čísla stejnozrnnosti a čísla křivosti.

U zemin plastických (kde lze stanovit hodnotu Atterbergových mezí) jsou hodnoty meze tekutosti a meze plasticity graficky znázorněny.

U těchto plastických materiálů je uveden SKEMPTONův diagram, kde na základě vztahu indexu plasticity a obsahu jílovitých částic ve vzorku je možno orientačně určit mineralogický typ jílové frakce.

Graficky je rovněž u těchto plastických materiálů znázorněn diagram plasticity (např. podle ČSN 73 1001) a čárkovanými souřadnicemi je znázorněno položení tohoto vzorku v grafu.

V případě neplastických materiálů tyto grafy nejsou uvedeny.
V konečné tabulce tohoto certifikátu vzorku jsou uvedeny všechny současné i minulé klasifikace podle běžných norem pro zakládání staveb a faktory ovlivňující tuto klasifikaci (například obsah organických příměsí).

Uveden je rovněž nejen název zeminy podle ČSN 73 1001, ale i původní název zeminy, který dříve určovala ČSN 72 1002 z roku 1972.

Na základě provedených laboratorních zkoušek jsou dodané vzorky zemin klasifikovány takto :

Sonda : J 1, hloubka 1 - 2,5 m, lab.č. 569

VÝŠKA KAPILÁRNÍ VZLÍNAVOSTI URČENÁ ZE ZRNITOSTNÍ KŘIVKY:

kapilární výška 100% nasycené zeminy - $H_s = 2,4$

maximální kapilární vzlínavost - $H_{max} = 7,8$

KLASIFIKACE ČSN EN ISO 14688

Hnědý **HLINITOPÍŠČITÝ JÍL**

Vzorek obsahuje 13 % jílu, 42 % prachu (jemnozrnná zemina $f = 55\%$), 44 % písku a 1 % štěrku.

Jemnozrnná zemina je málo plastická- $I_p=17\%$, $W_l=32\%$

index konzistence = $0,76 = \text{konzistence tuhá}$.

Zemina neobsahuje uhličitany

Podle **ČSN EN ISO 14688** je zemina zařazena do třídy **sasiCl**.

KLASIFIKACE ČSN 73 6133

Zatřídění podle ČSN 73 6133 - Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací (2010) :

Zemina je zařazena do třídy : ***F4 CS - jíl písčitý***

*Pro aktivní zónu komunikace je zemina **podmínečně vhodná***

*Pro násyp je zemina **podmínečně vhodná***

Sonda : J 3, hloubka 0,5 - 2 m, lab.č. 570

VÝŠKA KAPILÁRNÍ VZLÍNAVOSTI URČENÁ ZE ZRNITOSTNÍ KŘIVKY:

kapilární výška 100% nasycené zeminy - $H_s = 3,9$

maximální kapilární vztlínavost - $H_{max} = 17,8$

KLASIFIKACE ČSN EN ISO 14688

Kaštanově hnědý **HLINITÝ JÍL**

Vzorek obsahuje 19 % jílu, 65 % prachu (jemnozrnná zemina $f = 84 \%$), 14 % písku a 2 % štěrku.

Jemnozrnná zemina je středně plastická- $I_p=25\%$, $W_l=48\%$
index konzistence = 1,29 = **konzistence pevná**.

Zemina neobsahuje uhličitany

Podle **ČSN EN ISO 14688** je zemina zařazena do třídy **siCl**.

KLASIFIKACE ČSN 73 6133

Zatřídění podle ČSN 73 6133 - Návrh a provádění zemního tělesa
pozemních komunikací (2010) :

Zemina je zařazena do třídy : ***F6 CI - jíl se střední
plasticitou***

*Pro aktivní zónu komunikace je zemina **nevhodná***

*Pro násyp je zemina **podmínečně vhodná***

Sonda : J 2, hloubka 3 - 3,5 m, lab.č. 571

Skalní hornina

Objemová hmotnost: 2316 / 2249 kg.m⁻³.

Průměrná pevnost nepravidelných vzorků : 5,37 MPa

Přepočtená pevnost v prostém tlaku : 28,26 MPa

Klasifikace podle ČSN 73 6133 : **R 3**

Klasifikace podle ČSN EN ISO 14689 : **Hornina středně pevná**

Tomáš Ouřada – GEOTECHNICKÝ SERVIS
 Zikova 21, 160 00, Praha 6, tel. mobil: 722 647 336
 laboratoř: Papírenská 1, 160 00, Praha 6, tel/fax : 220 561 285

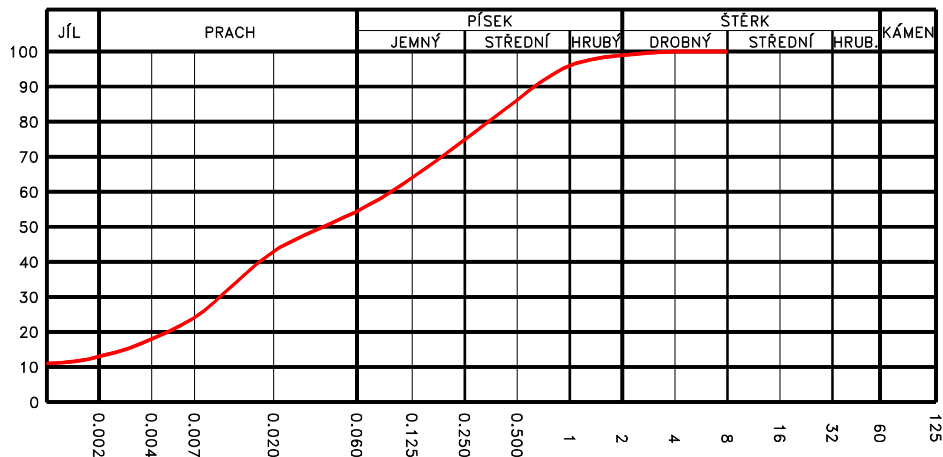
LABORATORNÍ VZOREK ZEMINY

Popisné a fyzikální charakteristiky, klasifikace

Úkol : PLZEŇ – KANÁL

Sonda: J 1 hloubka [m]: 1.0– 2.5 lab. číslo: 569

KŘIVKY ZRNITOSTI ZEMIN



Obsah frakce [%]	
JÍL	13
PRACH	42
PÍSEK	44
ŠTĚRK	1

Vlhkost $w = 19.1 \%$

Atterbergovy meze : $I_p = 17$ $w_p = 15$ $w_L = 32 \%$

Konzistence : 0.76

KOLOIDNÍ AKTIVITA

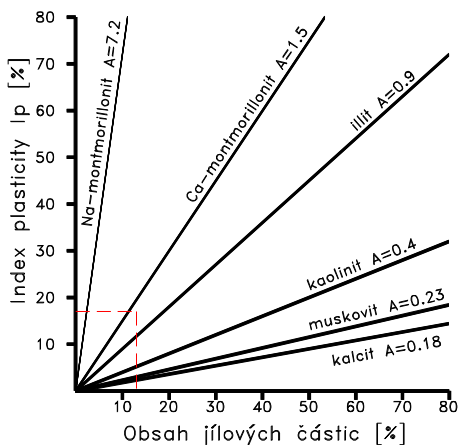
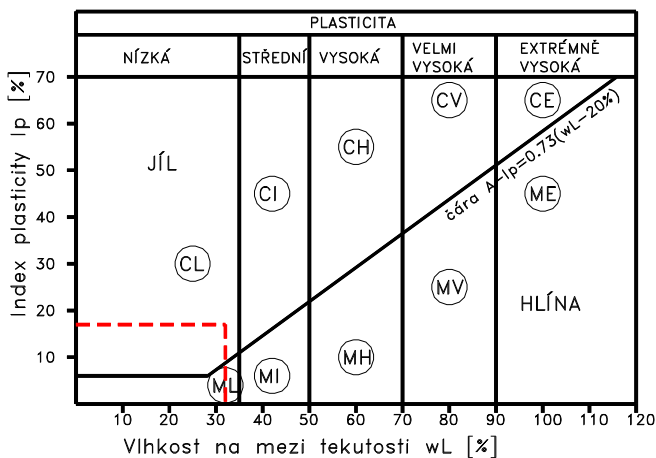


DIAGRAM PLASTICITY



Pórovitost [%]	Číslo pórovitosti
Saturace [%]	Barva vzorku HNĚDÁ
Organ. příměsi	Uhličitany NEOBSAHUJE UHLIČITANY
Klasifikace ČSN EN14688 sasi C1	Název zeminy PÍŠČITO HLINITÝ JÍL
Klasifikace ČSN 731001 NEPLATNÁ	
Klasifikace ČSN 736133 F4 CS	Podloží PODMÍNEČNE VHODNÁ
Klasifikace ČSN 752410 F4 CS	Násyp PODMÍNEČNE VHODNÁ

Tomáš Ouřada – GEOTECHNICKÝ SERVIS
 Zikova 21, 160 00, Praha 6, tel. mobil: 722 647 336
 laboratoř: Papírenská 1, 160 00, Praha 6, tel/fax : 220 561 285

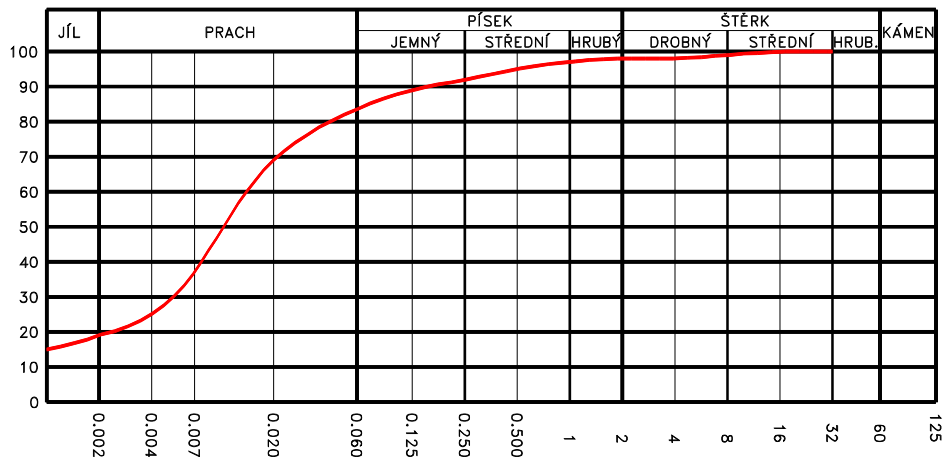
LABORATORNÍ VZOREK ZEMINY

Popisné a fyzikální charakteristiky, klasifikace

Úkol : PLZEŇ – KANÁL

Sonda: J 3 hloubka [m]: 0.5– 2.0 lab. číslo: 570

KŘIVKY ZRNITOSTI ZEMIN



Obsah frakce [%]	
JÍL	19
PRACH	65
PÍSEK	14
ŠTĚRK	2

Vlhkost $w = 15.8 \%$

Atterbergovy meze : $I_p = 25$ $w_p = 23$ $w_L = 48 \%$

Konzistence : 1.29

KOLOIDNÍ AKTIVITA

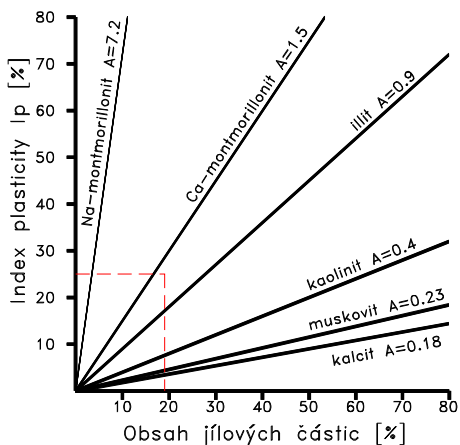
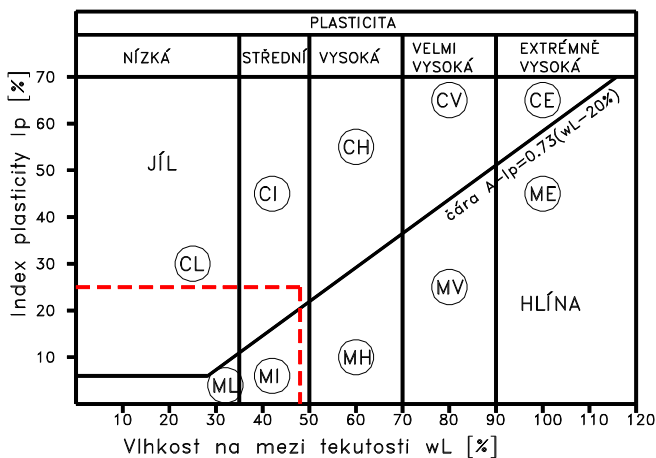
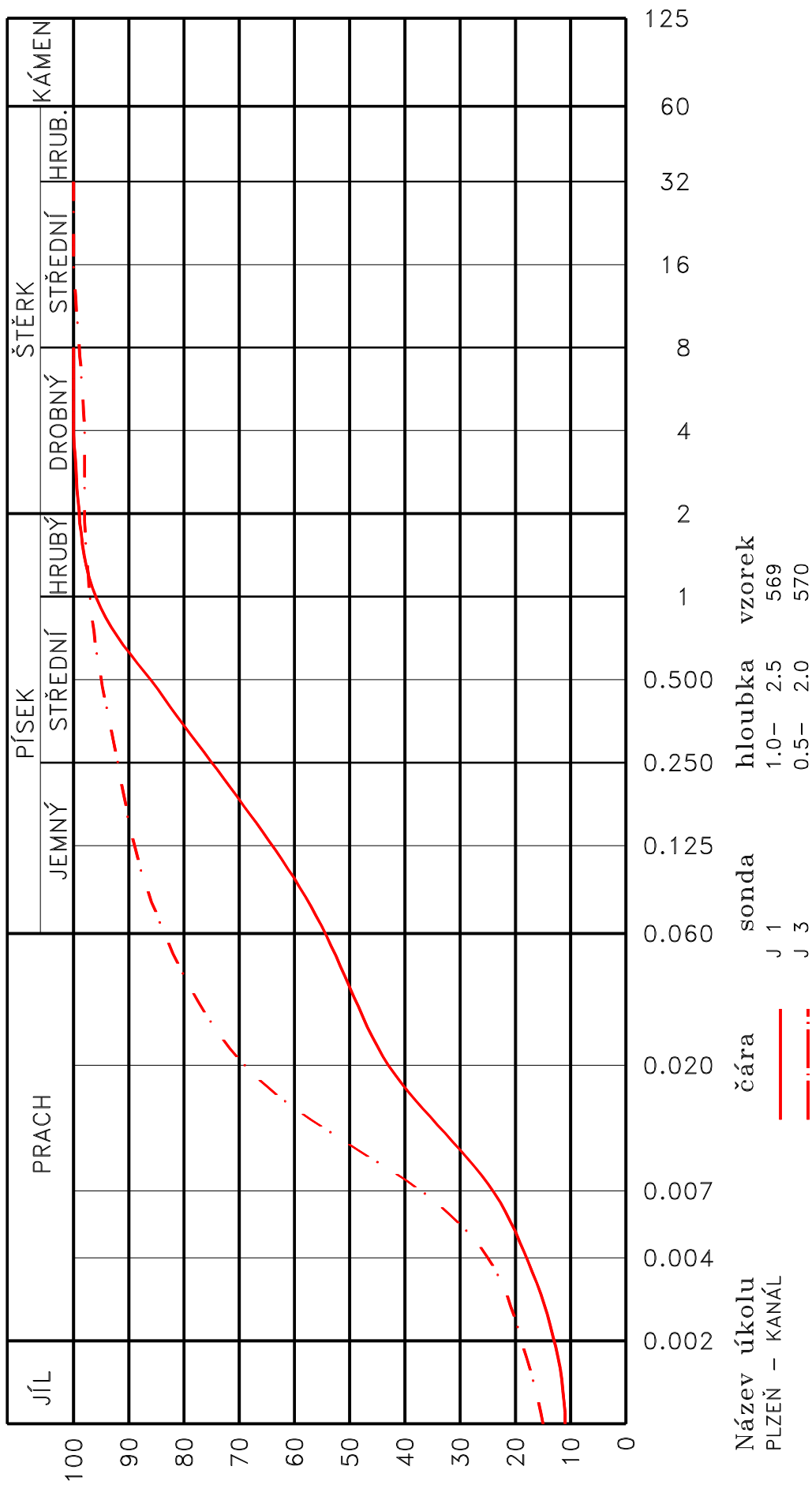


DIAGRAM PLASTICITY

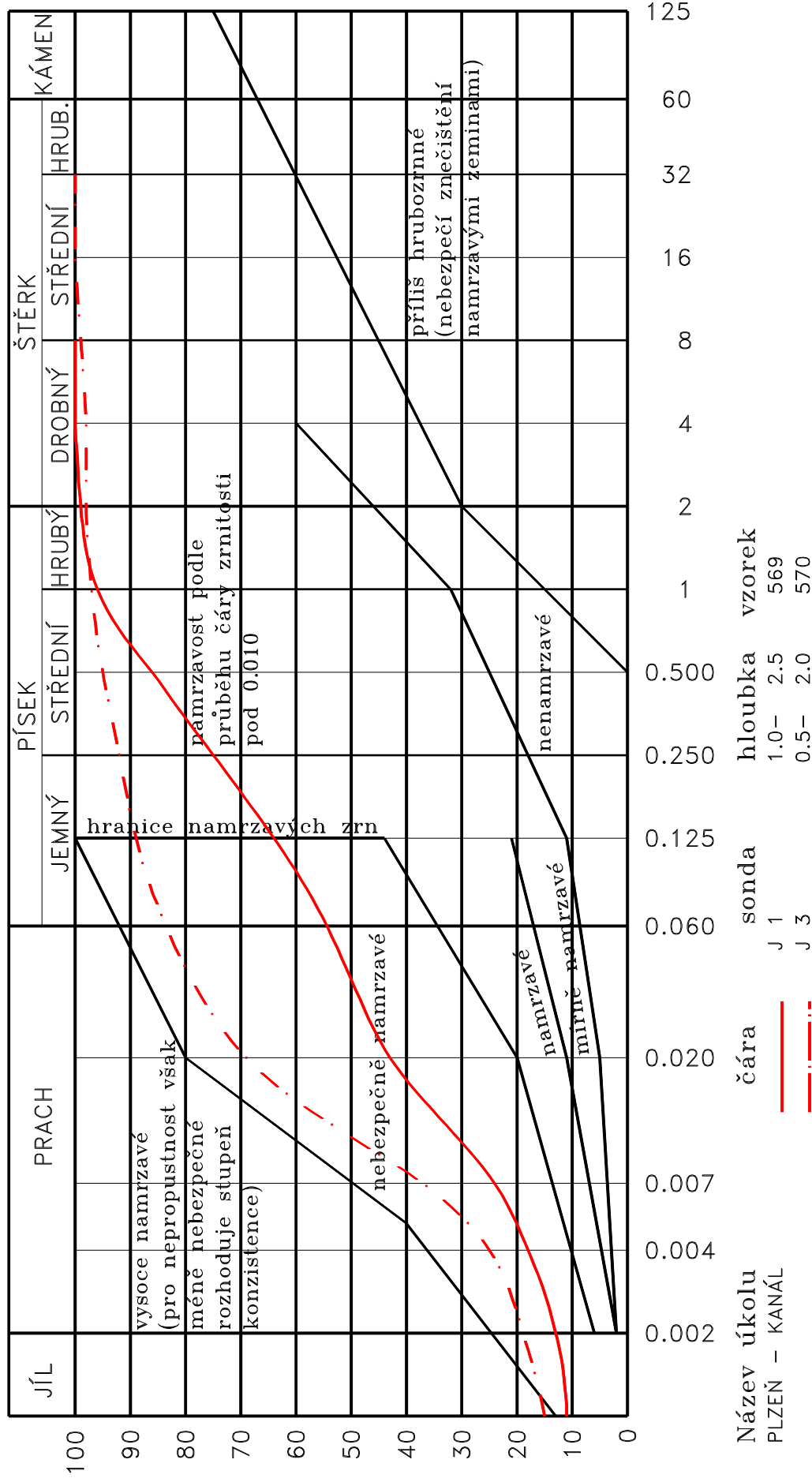


Pórovitost [%]	Číslo pórovitosti
Saturace [%]	Barva vzorku HNĚĚ KAŠTANOVÁ
Organ. příměsi	Uhličitany NEOBSAHUJE UHLIČITANY
Klasifikace ČSN EN14688 si C1	Název zeminy HLINITÝ JÍL
Klasifikace ČSN 731001 NEPLATNÁ	
Klasifikace ČSN 736133 F6 CI	Podloží NEVHODNÁ
Klasifikace ČSN 752410 F6 CI	Násyp PODMÍNEČNE VHODNÁ

KŘIVKY ZRNITOSTI ZEMIN



KRITÉRIUM NAMRZAVOSTI PODLE ZRNITOSTI ZEMINY



VÝSLEDKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK ZEMIN

NÁZEV ÚKOLU : PLZEŇ - KANÁL

ČÍSLO ÚKOLU
:20204432

SONDA HLOUBKA [m] LAB. Č. DRUH VZORKU	J 1 1,0 - 2,5 569 TECHNOL.	J 3 0,5 - 2,0 570 TECHNOL.	J 2 3,0 - 3,5 571 SKALNÍ HOR.
VLHKOST	0,191	0,158	0,030
VLHKOST OBJEMOVÁ [%]			6,7
OBJ. HMOTNOST VLHKÁ [kg/m³]			2316
OBJ. HMOTNOST VYSUŠENÁ [kg/m³]			2249
OBJEMOVÁ TÍHA [N/m³]			22712
ZDÁNLIVÁ HUSTOTA [kg/m³]	2712	2771	
MEZ TEKUTOSTI [%]	32	48	
MEZ PLASTICITY [%]	15	23	
INDEX PLASTICITY [%]	17	25	
KLASIFIKACE ČSN EN 14688-2	sasiCl	siCl	NELZE
KLASIFIKACE ČSN 73 1001	F4 CS	F6 CI	R3
KLASIFIKACE ČSN 73 6133	F4 CS	F6 CI	R3
KLASIFIKACE ČSN 75 2410	F4 CS	F6 CI	R3
KONZISTENCE VYPOČTENÁ	TUHÁ	PEVNÁ	
INDEX KONZISTENCE	0,76	1,29	NELZE
INDEX KOLOIDNÍ AKTIVITY	1,31	1,32	NELZE
BARVA VZORKU	HNĚDÁ	HNĚD KAŠTANOVÁ	
TVAR ZRN	nestanoveno	nestanoveno	
TVAR ZRN	nestanoveno	nestanoveno	
ST. ZPEV. POLOSKAL. HORNIN [MPa]			5,37
PŘEPOČÍTANÁ. KRYCHELNÁ [MPa]			28,26
PEVNOST			
PROCTOR STAN.-MAX OB.HM. [kg/m³]	1816	1720	
OPTIMÁLNÍ VLHKOST [%]	13,9	15,1	

Stanovení zrnitosti

NÁZEV ÚKOLU : PLZEŇ - KANÁL

ČÍSLO ÚKOLU : 20204432

VZOREK	.001	.002	.004	.007	.02	.063	.125	.25	.5	1	2	4	8	16	32	63	125
569	11	13	18	24	43	55	64	75	86	96	99	100	100	100	100	100	100
570	15	19	25	37	69	84	89	92	95	97	98	98	99	100	100	100	100

Filtrační součinitel (K)

VZOREK	SONDA	HLOUBKA [m]	KONSTANTNÍ SPÁD [m/s]	CARMAN - KOZENY [m/s]	METODA U. S. BUREAU OF SOIL CLASSIFICATION (CH. MALLET J.PACQUANT) [m/s]	METODA PODLE HAZENA [m/s]
569	J 1	1,0 - 2,5			3,0000.10 ⁻⁸	mino oblast
570	J 3	0,5 - 2,0			3,0000.10 ⁻⁸	mino oblast

STANOVENÍ ZHUTNITELNOSTI

PROCTOR STANDARD - ČSN EN 13286-2

Pro hutnění při různých vlhkostech bylo použito téhož vzorku

Akce: PLZEŇ - KANÁL

Lab. číslo: 569

Sonda: J 1

Hloubky: 1,0 - 2,5 m

Přirozená vlhkost: 19,1 %

Zdánlivá hustota 2712 kg/m³

zeminy:

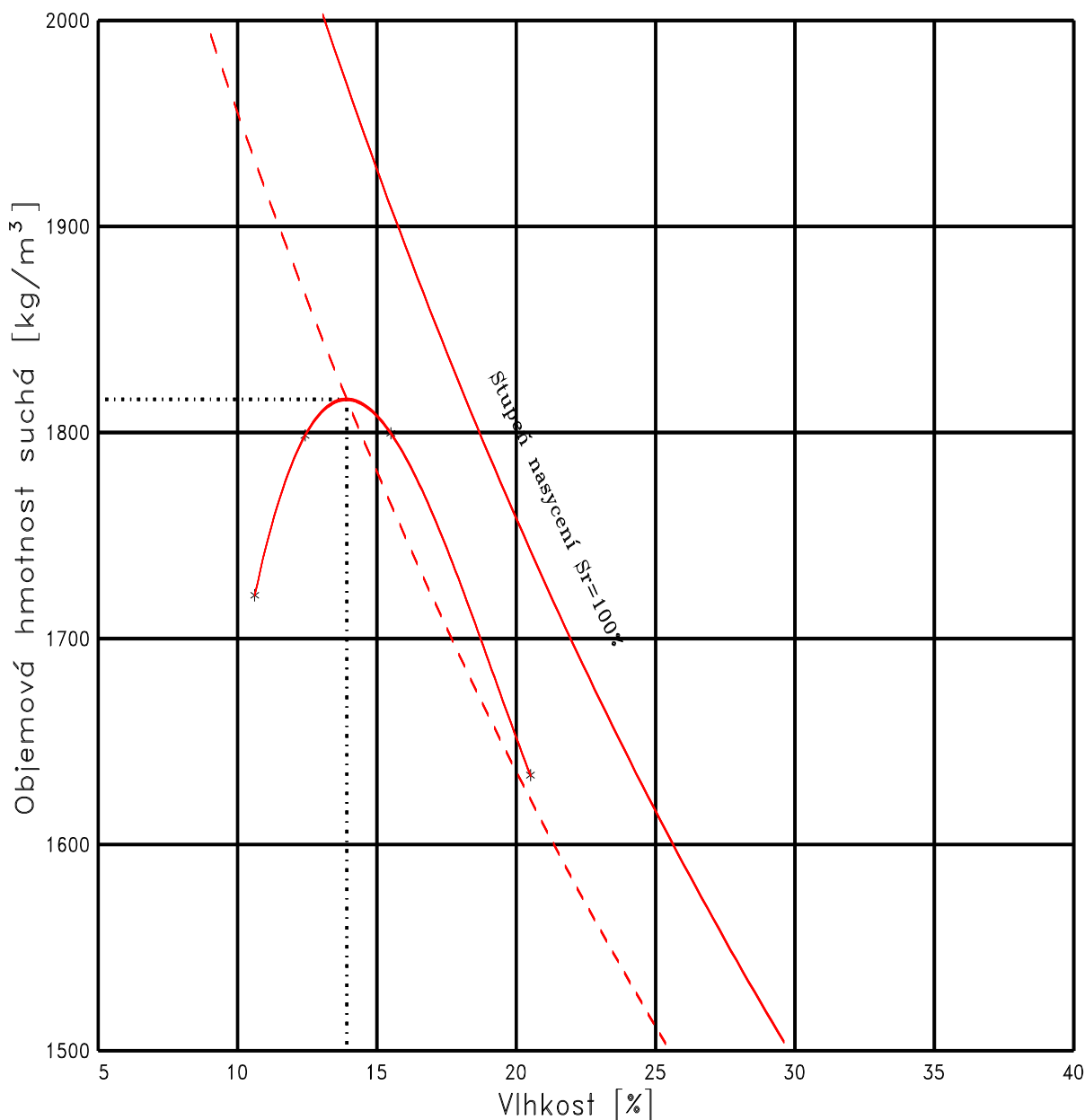
Obsah frakce pod 5 mm: 100 %

Typ zeminy: PÍŠČITÝ JÍL

Vlhkost [%]	10.6	12.4	15.5	20.5		
Objemová hmotnost suchá [kg/m ³]	1721	1799	1800	1634		

Maximální objemová hmotnost :1816 kg/m³ Rozšířená nejistota měření : 2.20 %

Optimální vlhkost :13.9 % Rozšířená nejistota měření : 0.74 %



STANOVENÍ ZHUTNITELNOSTI

PROCTOR STANDARD - ČSN EN 13286-2

Pro hutnění při různých vlhkostech bylo použito téhož vzorku

Akce: PLZEŇ - KANÁL

Lab. číslo: 570

Sonda : J 3

Hloubky: 0,5 - 2,0 m

Přirozená vlhkost : 15,8 %

Zdánlivá hustota zeminy: 2771 kg/m³

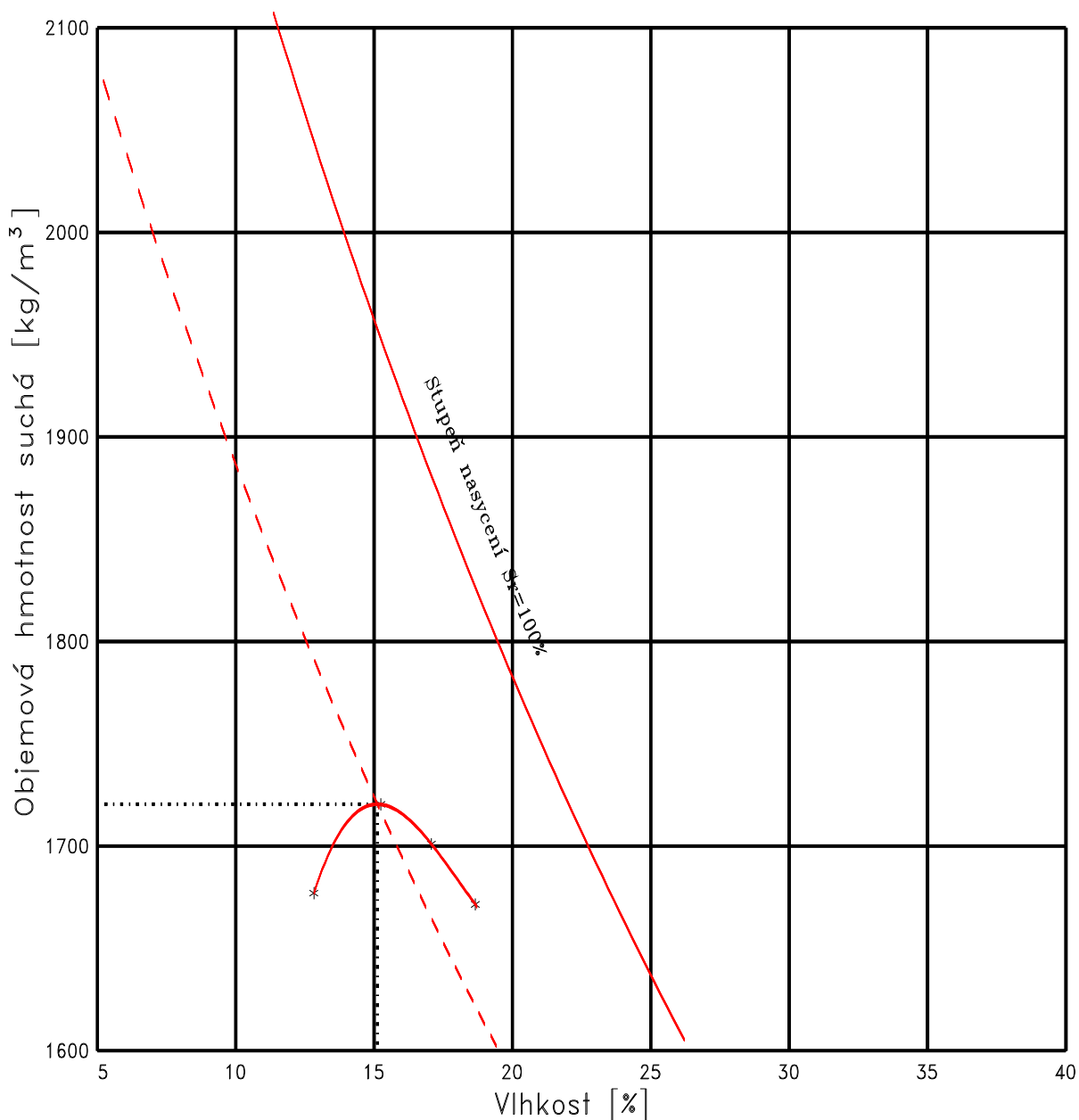
Obsah frakce pod 5 mm: 98 %

Typ zeminy: JÍL SE STŘEDNÍ PLASTICITOU

Vlhkost [%]	12.8	15.2	17.1	18.7		
Objemová hmotnost suchá [kg/m ³]	1677	1720	1701	1671		

Maximální objemová hmotnost :1720 kg/m³ Rozšířená nejistota měření : 2.20 %

Optimální vlhkost :15.1 % Rozšířená nejistota měření : 0.74 %



PEVNOST HORNINY

stanovení rozdrčením nepravidelných vzorků
a jejich přepočet na pevnost v jednoosém
tlaku (R_D)

Název úkolu: PLZEŇ - KANÁL

Zakázkové číslo : 20204432

Hodnota stupně zpevnění (tj. pevnosti rozdrčených nepravidelných vzorků)
není přirozeně hodnotou pevnosti horniny v tlaku. Její poměr k pevnosti
v prostém tlaku

$$u = \frac{R}{R_D}$$

Bývá pro určitý druh stálý a lze jej označit jako ukazatel plastických
vlastností horniny. Má následující hodnoty :

Hornina	u
Křehká	0,08
Průměrná	0,19
Plastická	0,50

Pro přepočet vzorků z akce **PLZEŇ - KANÁL** jsme použili hodnotu
u = 0,19, tj. pro **horninu průměrnou**.

Vzorek	Lab.č.	Stupeň zpevnění R [MPa]	Pevnost v tlaku R_D [MPa]	Klasifikace ČSN 73 1001	Pevnost
J 2, 3.0-3.5 m	571	5.37	28,26	R 3	střední

V Praze dne : 24.9.2020

FOTODOKUMENTACE



Foto 1, 2 : realizace vrtů J1 J2

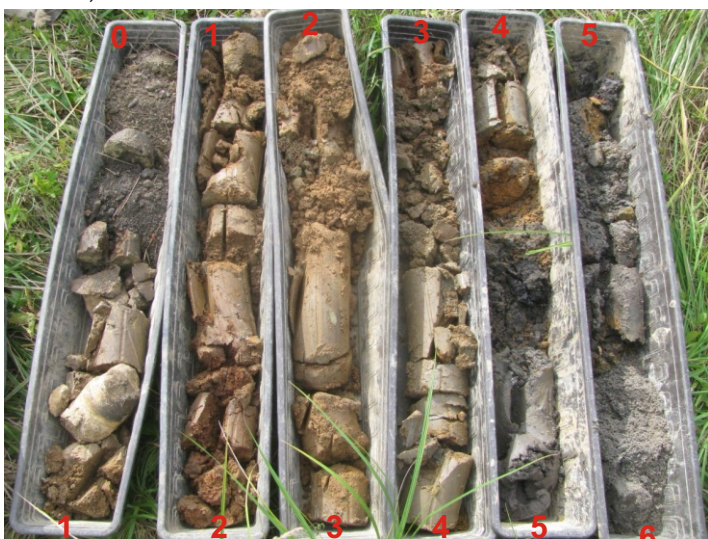


Foto 3 : vyvrtané jádro vrtu J1 v metráži 0 - 6 m



Foto 4 : vrt J2

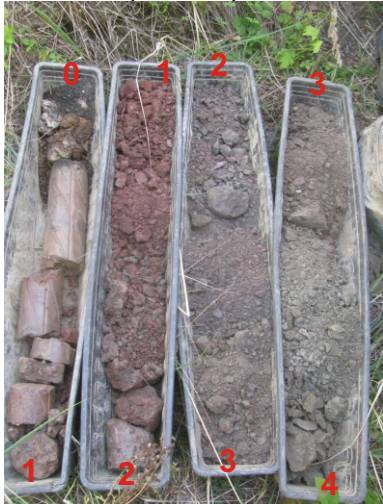


Foto 5, 6 : vrtů J3 a J4

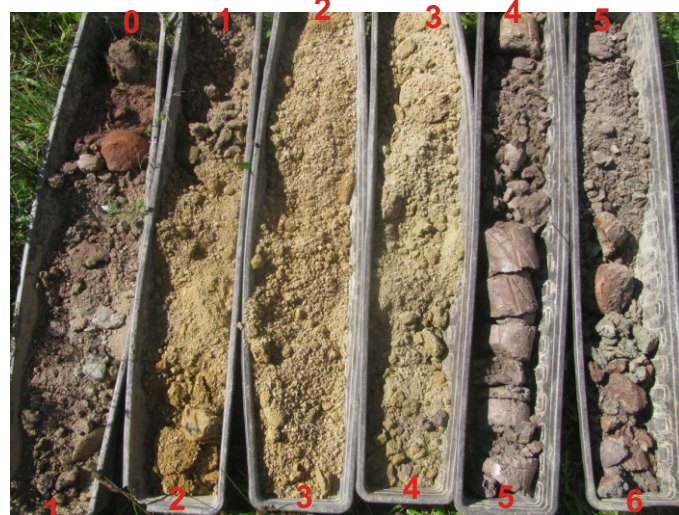


Foto 7 : detail zastiženého pískovce GT 6



Foto 8 : detail jílovce GT 4