

**Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum  
Cvičná plocha pro autoškoly, Třebíč**  
(podklad pro projekt stavby)



Zpracovatel posudku:  
Mgr. Antonín Kopriva  
Zahradní 591/36  
674 01 Třebíč  
tel. 723274130



Objednatel:  
Městský úřad Třebíč  
Odbor správy majetku a investic města  
Oddělení investic  
Karlovo nám. 104/55  
674 01 Třebíč

**Třebíč, únor 2021**

**Výtisk č. digit.**

## 1. Úvod – geologický úkol a údaje o území

Předkládaný průzkum byl vypracován na základě objednávky č. 03099236020 pana Mgr. Pavla Krause, vedoucího Odboru správy majetku a investic města, Městský úřad Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 674 01 Třebíč, ve věcech technických zastoupeného paní Ing. Marcelou Hobzovou.

Záměrem objednatele je zjistit inženýrskogeologické a hydrogeologické podmínky v trase plánované výstavby cvičné plochy pro autoškoly, odstavných ploch a příjezdové komunikace na parcelách č. 981/4 a 981/5, k.ú. Třebíč v rámci akce Záchytné parkoviště a cvičná plocha, ul. Hrotovická, Třebíč. Dalším cílem je zjistit hydrogeologické poměry s ohledem na plánovaný záměr vsakování srážkových vod ze zpevněných povrchů do půdního prostředí. Investorem akce je Město Třebíč, zodpovědným projektantem – zpracovatelem DSP je Ing. Pavel Vidlák, VIPA project, s.r.o., Cyrilometodějská 43/20, 674 01 Třebíč.

a) Název geologického úkolu, cíl geologických prací, lokalizace prostoru průzkumu

Geologický úkol byl zpracován pod názvem „Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum – Cvičná plocha pro autoškoly Třebíč“. Účelem geologických prací bylo zjištění geologických, inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů lokality (geologický profil, rozlišení jednotlivých typů základových půd, laboratorní zkoušky zemin, zjištění úrovně hladiny podzemní vody apod.) s cílem zjištění veškerých geologických faktorů pro konstrukční návrh vozovky, parkoviště a cvičné plochy a posouzení možnosti vsakování srážkových vod ze zpevněných povrchů včetně stanovení hydraulických parametrů horninového prostředí pro návrh a dimenzování vsakovacího zařízení. Geologický úkol byl zpracován na úrovni podrobného geologického průzkumu.

Lokalizace prostoru průzkumu:

Kraj: Vysočina

Okres: Třebíč

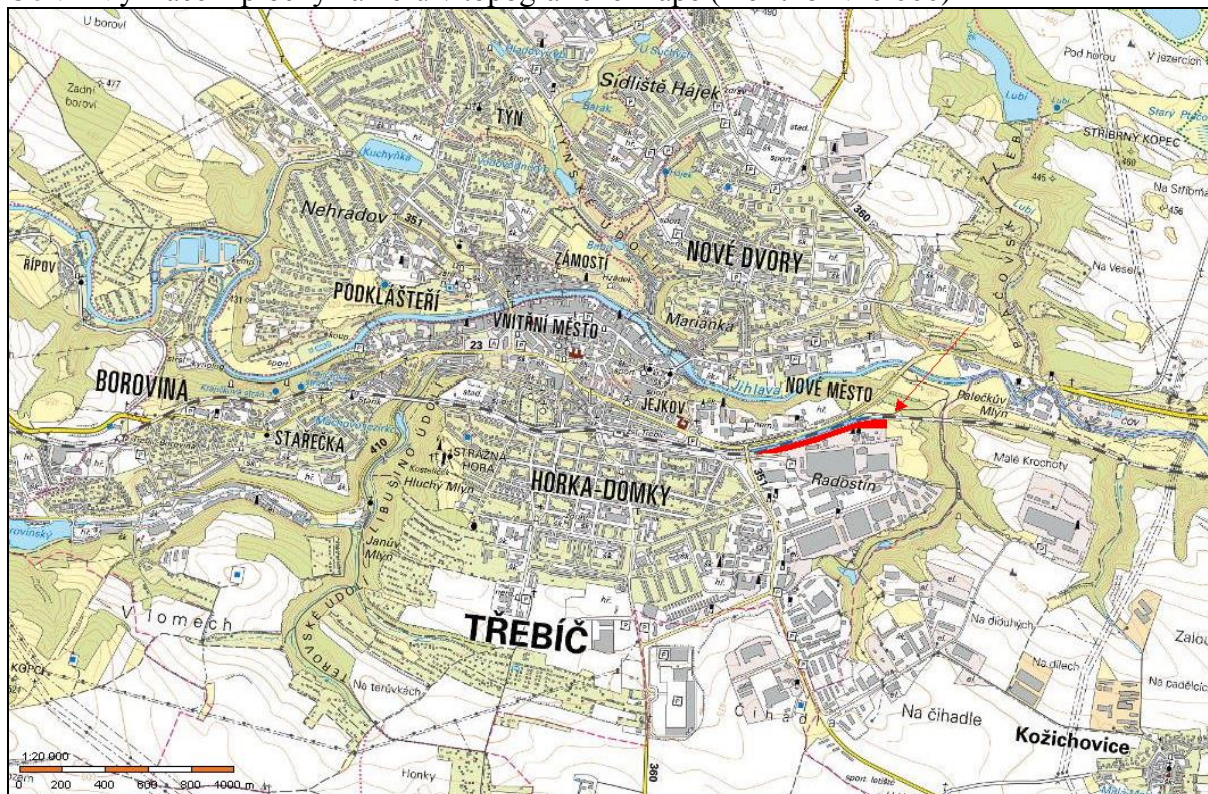
Katastrální území: Podklášteří (769916)

Parcely č.: 981/4, 981/5

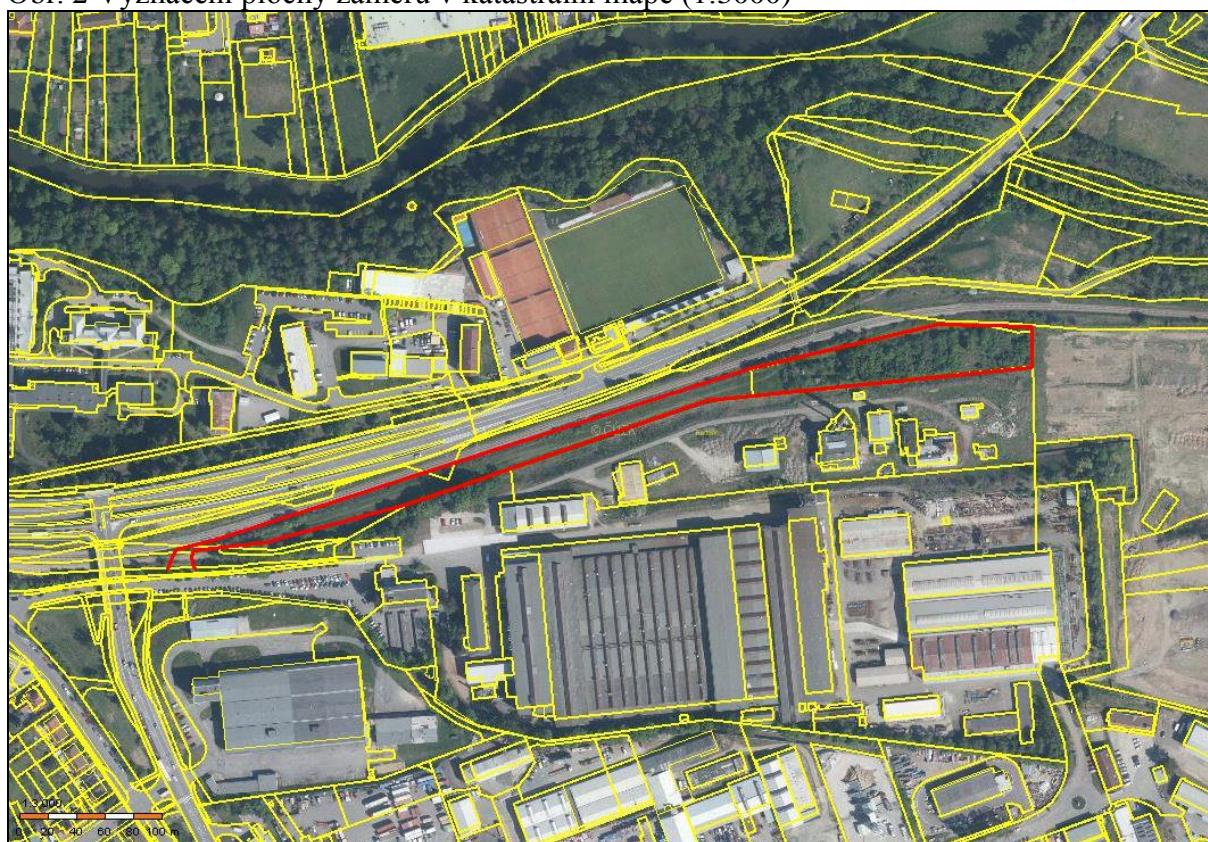
Topografickou a katastrální pozici lokality vyjadřují obrázky č. 1 a 2



Obr. 1 Vyznačení plochy záměru v topografické mapě (měřítko 1:20 000)



Obr. 2 Vyznačení plochy záměru v katastrální mapě (1:3000)



Mgr. Antonín Kopřiva, Zahradní 591/36, 674 01 Třebíč  
odborně způsobilá osoba pro projektování,  
provádění a vyhodnocování geologických prací  
v oborech inženýrské geologie, hydrogeologie a geochemie



b) Objednatel, organizace, odpovědný řešitel geologických prací

Objednatелеm geologického úkolu je Odbor správy majetku a investic města, Městský úřad Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 674 01 Třebíč; odpovědným řešitelem Mgr. Antonín Kopřiva, Zahradní 591/36, 674 01 Třebíč. Technické terénní práce byly realizovány mechanismy zajištěnými odpovědným řešitelem.

c) Charakteristika projektované stavby

Podle informací investora a projektanta se ve specifikovaném prostoru uvažuje s vybudováním příjezdové komunikace a plochy (dráhy) cvičiště pro autoškoly s asfaltovým krytem, parkovacích ploch, chodníků a dalších zpevněných ploch z betonové dlažby a zázemí cvičiště (zděný objekt cca 4x6 m). Ve východní části zájmové plochy na parcele č. 981/5 je pak uvažováno s vybudováním retenční/vsakovací nádrže, která by zachytávala a v případě vhodných geologických podmínek i postupně vsakovala srážkové vody svedené odvodňovacím rigolem ze zpevněných ploch.

## 2. Podklady pro zpracování posudku

Zhotovitel vycházel při zpracování posudku z následující dokumentace a podkladů poskytnutých projektantem, dále z podkladů z archivu zpracovatele a v rovněž z archivu ČGS Geofond:

- Komunikace a zpevněné plochy 1:500 (Studie, VIPA Project s.r.o., 2020)
- Třebíč, Podrobný geologický průzkum pro přeložku trati ČSD (Pacák F., Staněk J., Unigeo Ostrava, závod Brno, 1984)
- Třebíč, průzkum znečištění v areálu závodu a. s. Uniplet (Šindelářová M., Vodní zdroje a.s., 1994)
- Závěrečná zpráva podrobného inženýrskogeologického průzkumu Třebíč – ZKG (Lauerman J., Geoindustria, závod Jihlava, 1976)
- Závěrečná zpráva inženýrskogeologického průzkumu, stupeň podrobný, Třebíč – strojírny (Lauerman J., Geoindustria, závod Jihlava, 1980)
- První brněnská strojírna Brno DIZ a.s. Třebíč - analýza rizik (Horák M. et al., Unigeo a.s., 2003)
- Stanovení inženýrskogeologických a hydrogeologických parametrů pro založení stavby zdroje tlakové páry zkušebny hořáků v areálu divize Třebíč (Hartlová L., Stehlíková V., Geotest Brno 1992)
- základní mapa ČR 1 : 10 000, list 23-42-24
- geologická mapa 1 : 50 000, list 23-42 Třebíč
- geologická mapa 1 : 25 000, list 23-424 Třebíč
- hydrogeologická mapa 1 : 50 000, 23-42 Třebíč
- vodohospodářská mapa 1 : 50 000, 23-42 Třebíč

- ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- ČSN EN ISO 14688 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin
- ČSN 73 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací
- Výsledky laboratorních zkoušek zemin

### **3. Přírodní poměry zájmového území**

#### **3.1 Topografické a geomorfologické poměry**

Zájmová lokalita pro vybudování příjezdové komunikace, plochy cvičiště, parkovacích ploch a příslušné infrastruktury se nachází ve východní až jihovýchodní části Třebíče v úzkém pruhu stávající zatravněné plochy či plochy porostlé nízkými a náletovými dřevinami v prostoru mezi průmyslovou zónou v ulici Hrotovická (areál První brněnské strojírna – PBS INDUSTRY a.s., areál RMR Development s.r.o.) na jihu a železniční trati Třebíč-Brno a za ní silnicí I/23 Třebíč-Brno v ulici Sportovní na severu.

Záměr bude v naprosté většině situován na parcelách č. 981/4 a 981/5 (obě parcely jsou v majetku Města Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 67401 Třebíč), pouze velmi okrajově bude dotčena parcela č. 1535/45 (vlastník Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, 11000 Praha 1), zasahující do zájmové plochy ze severu a rovněž parcely č. 981/11 a 981/12 (vlastník PBS INDUSTRY, a.s., Průmyslová 162, 67401 Třebíč), které se nacházejí v oblasti plánovaného napojení záměru v jeho západní části na stávající komunikaci v ulici Hrotovická.

Nadmořská výška se pohybuje od 424 m po 435 m; obecně se dá říci, že terén je mírně zvlněný, generelně se uklánějící k severu, kde těsně za hranicí záměru dochází ke strmému uklonění směrem k železniční trati (ta probíhá v blízkosti západní části ještě přibližně v úrovni okolního terénu, směrem k východu se však zahlubuje do relativně strmého zářezu).

Dle geomorfologického členění spadá zájmové území do oblasti Českomoravské vrchoviny, celku Jevišovické pahorkatiny, podcelku Jaroměřické pahorkatiny a okrsku Třebíčské kotliny.

#### **3.2 Geologické poměry zájmového území**

Z regionálně geologického hlediska spadá celá severní, východní a jižní oblast Třebíčska do prostoru třebíčského masívu, tvořeného usměrněnými porfyrickými melanokratními amfibolicko-biotitickými syenity, které přibýváním křemene přecházejí až do melanokratních amfibolicko-biotitických žul. Tyto horniny, často označované jako tzv. durbachity, jsou tmavě šedé až černošedé barvy, středně zrnité, porfyrické (s vyrostlicemi draselného živce). Jsou masivní, někdy se znaky proudové textury. Žilný doprovod durbachitů tvoří žíly aplitů, pegmatitů, křemene, místy i granitových porfyrů a amfibolických aplosyenitů, které jsou vázány na tektonicky predisponované struktury. Tělesa žilných hornin jsou v prostoru třebíčského masívu orientována převážně ve směru ZSZ - VJV až SZ – JV,

částečně pak také SV-JZ (viz geologické mapy 23-42 a 23-424 Třebíč). Metamorfované horniny pláště třebíčského masivu se nacházejí až ve vzdálenosti cca 2,5 km západně od posuzované lokality (Poušov, Řípov, Třebíč-Borovina). Pouze ve vzdálenosti cca 300 m severně od lokality probíhá velmi významný tzv. třebíčský zlom v.-z. směru, které rozděluje těleso třebíčského masivu na dvě poloviny. V severní polovině vystupují skalní horniny výrazně blíže k povrchu, což dokládá celá řada skalních výchozů. V jižní polovině (kde se nachází rovněž plánovaný záměr) dosahují obvykle vrstvy kvartérních zemin větších mocností a skalní podloží je uloženo hlouběji pod povrchem. To však platí až pro relativně plochý terén při jižním okraji Třebíče a dále k jihu. Ve strmém svahu řeky Jihlavy, která je tektonicky predisponovaná právě průběhem třebíčského zlomu, je možné nalézt celou řadu skalních výchozů (např. u zimního stadionu v Třebíči, u nemocnice, ale i v železničním zářezu v těsné blízkosti zájmové lokality).

Horniny skalního podloží jsou směrem k povrchu rozpukané a rozložené v charakteristická balvanitá, šterkovitá a hrubě písčitá eluvia (zvětralinový pokryv skalních hornin), přecházející v písčito-hlinitá deluvia (svahoviny), jež jsou kryta svrchními hlinitými horizonty. Právě hrubě písčitá až šterkovitá eluvia jsou velmi dobře propustná pro proudění podzemních vod či infiltraci srážkových vod. Jejich limitujícím faktorem je však obvykle velmi malá mocnost, zvláště v místech, kde skalní podloží vystupuje blízko k povrchu.

V zájmové oblasti byla v minulosti provedena řada geologických průzkumů různého zaměření. V blízkosti západního okraje zájmového území (plánovaného napojení na ulici Hrotovická) byl realizován Podrobný geologický průzkum pro přeložku trati ČSD (Pacák F., Staněk J., Unigeo Ostrava, závod Brno, 1984). v rámci tohoto průzkumu byla realizována řada inženýrskogeologických průzkumných vrtů do hloubek 4-8 m, z nichž vrty nejbližší zájmovému území zastihly skalní podloží již v úrovních cca 0,3 m pod terénem. Ve vzdálenosti 70 m již pak byl vyhlouben indikační, sanační a následně i monitorovací vrt pro průzkum a sanaci znečištění z bývalého Unipletu (Průzkum znečištění v areálu závodu a. s. Uniplet; Šindelářová M., Vodní zdroje a.s., 1994). Rovněž tento vrt zastihl skalní podloží velmi mělce pod terénem (v úrovni 0,5 m). Další vrty pak byly provedeny v areálu stávající PBS Industry a.s. (Závěrečná zpráva podrobného inženýrskogeologického průzkumu Třebíč – ZKG; Lauerman J., Geoindustria, závod Jihlava, 1976; První brněnská strojírna Brno DIZ a.s. Třebíč - analýza rizik; Horák M. et al., Unigeo a.s., 2003; Stanovení inženýrskogeologických a hydrogeologických parametrů pro založení stavby zdroje tlakové páry zkušebny hořáků v areálu divize Třebíč; Hartlová L., Stehlíková V., Geotest Brno 1992). Tyto vrty jsou již situovány na výrazné terénní vyvýšenině areálu PBS Industry (případně RMR Development s.r.o.), která je zcela tvořena navážkovým materiálem. Z tohoto důvodu bylo skalní podloží zastiženo v hloubkách 3,2-5,3 m pod terénem. Ostatní geologické průzkumy jsou již situovány ve větších vzdálenostech, převážně v průmyslové zóně Hrotovická, případně v trase komunikace v ulici Sportovní. Žádný z těchto průzkumů se nezabýval vsakováním srážkových vod do půdního prostředí či hydraulickým parametrům zemin a hornin.

### 3.3 Hydrologické a hydrogeologické poměry zájmového území

Celá zájmová lokalita je odvodňována severním až severovýchodním směrem do řeky Jihlavy (č. hydr. poř. 04-16-01-091 – Jihlava od ústí Týnského potoka po ústí potoka Lubí), která protéká ve vzdálenosti cca 250 m severně. Vzhledem k tomu, že údolní niva Jihlavy se nachází až o 40 m níže, je morfologický, ale i hydraulický gradient relativně velmi strmý.

Z hlediska hydrogeologické rajonizace lze konstatovat, že území spadá do rajónu 6550 - Krystalinikum v povodí Jihlavy. V rámci tohoto rajónu lze vymezit svrchní průlinově propustnou zvětralinu, vázanou především na kvartérní pokryv, zónu zvětrávání a zónu podpovrchového rozpojení hornin a spodní puklinově zvodnělé struktury, vázané na propustné tektonické zóny v hlubších částech horninového masívu.

Průlinovo - puklinový oběh podzemních vod je silně rozkolísaný a nepravidelný, s lokální závislostí na petrografickém složení, tektonické predisponovanosti a charakteru čtvrtohorních pokryvných útvarů. Svrchní zvětralinu rychle reaguje na atmosférické podmínky. Atmosférické srážky spadlé na povrch terénu se z větší části odpaří nebo odtékají jako povrchový odtok, jen malá část srážek infiltruje do hlubších vrstev zvětralin a následně až do puklinového systému horninového masívu, kde po dosažení hladiny podzemní vody přispěje k doplnění jejich zásob.

V zájmovém území je hlavní hydrogeologickou strukturou hydrogeologický masív tvořený rozpukanými durbachity. Pro oběh podzemních vod je zde důležitá síť nejmladších otevřených puklin s drenážním účinkem na pomalý oběh husté sítě základních puklin horninového masívu. Ve zvětralinovém pláště nad podložím se vytváří freatický horizont podzemní vody, jejíž pohyb probíhá v hydraulickém spádu s morfologií terénu. Režim oběhu je značně závislý na atmosférických srážkách. Na elevacích je eluvium po bezesrážkovém období většinou vyschlé.

Hladina podzemní vody kolektoru zvětralinového pláště je převážně volná, v případě mělkých puklinových zvodní může být až mírně napjatá a sleduje konformně terén. Oběh má pouze lokální charakter. Hloubka oběhu podzemní vody je dána úrovní místní erozivní báze, kterou dané prostoru tvoří řeka Jihlava (ta v širším měřítku tvoří i regionální erozivní bázi pro odvodnění podzemních vod). Směr proudění podzemních vod v zájmovém prostoru je tedy předpokládán směrem k severu. Hladina podzemní vody je velmi pravděpodobně hluboce zaklesnutá. Jako přirozená drenáž funguje i zářez železniční trati pod úroveň původního terénu, který se podílí na odvodnění skalního masívu v prostředí centrální a východní části zájmové lokality.

## 4. Terénní práce a posouzení lokality

### 4.1 Inženýrskogeologická a hydrogeologická charakteristika zájmové lokality

Po orientační terénní rekognoskaci byly terénní práce na lokalitě zahájeny 13. 1. 2021. Na základě požadavků objednatele a po konzultaci s odpovědným projektantem bylo na lokalitě vyhloubeno celkem 5 kopaných průzkumných sond S-1 až S-5, a to v trase příjezdové komunikace a na ploše cvičiště. Další tři průzkumné kopané sondy VS-1, VS-2 a VS-3 byly vyhloubeny po obvodu plánované retenční nádrže. Byla zpracována a vyhodnocena prvotní

dokumentace sond ve formě kolonek s popisem jednotlivých vrstev zemin a hornin, včetně jejich zařazení podle ČSN 73 6133 a ČSN 73 3050.

V centrální části plánované retenční nádrže mezi kopanými sondami VS-1, VS-2 a VS-3 pak byla vyhloubena vsakovací sonda VS-ST (vsakovací sonda-střed). Do dna rozšířené sondy v úrovni 0,4 m pod terénem byl zaražen nerezový válec o průměru 40 cm. Vnější stěny válce v kontaktu se zeminou byly zatěsněny, aby nedocházelo k průsakům vody mimo odměrný válec. Vsakování tak probíhalo do přesně definované půdorysné plochy 0,126 m<sup>2</sup>. Následně byla realizována vsakovací zkouška. Výsledky jsou diskutovány v následujících kapitolách.

Místa hloubení kopaných sond jsou přehledně znázorněna v příloze 1, geologická dokumentace kopaných sond je součástí přílohy 2, fotodokumentace součástí přílohy 3.

Z vybraných kopaných sond (VS-ST, S-1, S-2, S-3) byly odebrány vzorky zemin na provedení indexových zkoušek na zjištění základních geotechnických parametrů (stanovení zrnitosti, klasifikace a zařazení zemin, stanovení vlhkosti, konzistenčních mezí, vyhodnocení namrzavosti). Vzorky byly analyzovány v geotechnické laboratoři Ing. Karel Zábranský.

Z kopaných sond S-1 a S-3 byly dále odebrány technologické vzorky zeminy (50 kg) Na těchto vzorcích bylo následně provedeno stanovení zhutnitelnosti (laboratoř Ing. Karel Zábrodský) a únosnosti laboratoři mechaniky zemin Geostar spol. s.r.o. Na těchto vzorcích tedy byly provedeny následující zkoušky:

- Stanovení vlhkosti zeminy
- Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic
- Laboratorní stanovení zhutnitelnosti zemin (zkouška Proctor standard)
- Laboratorní stanovení poměru únosnosti (zkouška CBR)

Protokoly laboratorních zkoušek jsou uvedeny v příloze 4.

Dále byly pro zprávu zpracovány přírodní poměry širšího okolí. Následně byly vyhodnoceny a popsány stavebně geologické poměry zkoumané trasy s popisem a charakterem základových půd, s posouzením podmínek založení konstrukce vozovky, úprav terénu a vyhodnocení rizikových faktorů.

Geologická stavba území a popis hornin skalního podloží, včetně charakteristiky zvětralinového pláště a pokryvných útvarů, byly v obecné úrovni popsány v kapitole 3.2 předkládaného posudku. Zjištěné geologické profily zastižené kopanými sondami potvrdily obecnou platnost regionálního schématu i závěry zjištěné předchozími průzkumy.

Na celé lokalitě byly zjištěny jednoduché a velmi obdobné geologické podmínky, kdy se jednotlivé části (resp. geologické profily v kopaných sondách) od sebe mírně liší zejména rozdílnou mocností navážek (či skrývek) a částečně také mocností pokryvných útvarů svahovin a zvětralinového pokryvu. Naopak společným znakem je uložení kompaktního skalního podloží velmi mělce pod terénem (v rozpětí hloubek 0,3-1,4 m) na celé ploše lokality.



Pod nejsvrchnější humózní vrstvou se mohou vyskytovat jak cizorodé navážky, tak navážky vzniklé skrývkou a přemístěním zemin z blízkého okolí. Na části plochy pak polohy navážek zjištěny nebyly a byl zastižen původní profil či byly původní svrchní vrstvy zemin zcela odstraněny.

Vkopané sondě S-1 byla dle laboratorní analýzy vzorku zeminy zastižena v intervalu 0,25-0,45 m jemnozrnná tuhá hlína písčitá (dle ČSN 73 6133 třída F3MS), která zřejmě nemá vazbu na okolní geologické vrstvy. V kopané sondě S-2 je navážková vrstva v intervalu 0,2-0,6 m tvořena pískem hlinitým (dle ČSN 73 6133 třída S4SM), který svým charakterem odpovídá typickým zeminám svahovin a eluvií na ploše záměru. O tom, že se jedná o navážky, svědčí drobné úlomky cizorodých materiálů (úlomky stavebních materiálů apod.). V kopané sondě S-5 v západní části záměru v blízkosti předpokládaného napojení na komunikaci v ulici Hrotovická pak byla zastižena vrstva hrubého válcovaného makadamu, zřejmě související s výstavbou železniční tratě a jejího okolí. V ostatních kopaných sondách navážky zastiženy nebyly a pod svrchní humózní vrstvou byly zastiženy původní geologické vrstvy.

Vrstva svahovin (deluvium) byla zastižena pouze v kopané sondě S-3 v intervalu 0,25-0,8 m. Dle laboratorní analýzy se jedná o písek hlinitý (dle ČSN 73 6133 třída S4SM) tuhé konzistence, s drobnými úlomky durbachitů. V ostatních sondách zastižena nabyla a byla buď aplanována a odtěžena při úpravách terénu či erodována přirozenými procesy.

V geologickém sledu následuje eluviální vrstva – tedy vrstva zvětralinového pokryvu podložních skalních hornin. Ta je v naprosté většině tvořena hrubým pískem s příměsí jemnozrnné zeminy (dle ČSN 73 6133 třída S3S-F), tedy typickým produktem zvětrávání durbachitů trebičského masivu. Rovněž tato vrstva v některých sondách chybí a evidentně byla odtěžena (i při běžných erozních procesech obvykle zůstává částečně zachována), například v kopaných sondách S-1, S-2 a S-5, kde vrstvy navážek nasedají přímo na zcela až silně zvětralé skalní podloží. Původní eluviální vrstva byla zastižena v kopaných sondách S-3 v intervalu 0,8-1,2 m a rovněž S-4 v intervalu 0,2-0,4 m.

Níže zastižené skalní podloží má pro durbachity trebičského masivu naprosto typický charakter, kdy mimořádně rychle již v rámci desítek cm přechází ze zcela zvětralé skalní horniny (dle ČSN 73 6133 třída R-5) do silně zvětralé skalní horniny (třída R-4) a následně do mírně zvětralé skalní horniny (třída R-3). Odlišení jednotlivých typů horniny je díky pozvolnému přechodu poměrně obtížné, nicméně zcela zvětralou horninu třídy R-5 lze obvykle ještě obtížně drtit rukou, na rozdíl jen silně zvětralé horniny třídy R-4. Oba typy hornin obvykle vykazují velkou hustotu puklin (střední vzdálenost diskontinuit do 20 cm). Oproti tomu jen mírně zvětralé durbachity, které byly zastiženy v konečných hloubkách kopaných sond, jsou zcela jednoznačně odlišitelné od nadložních zcela a silně zvětralých hornin vysokou pevností v prostém tlaku a nízkým stupněm rozpukání (hustota puklin střední; vzdálenost puklin >20 cm). To lze z technického hlediska velmi snadno poznat obtížnou těžitelností minimálně 6. třídy dle ČSN 73 3050 a často až nejtěžší 7. třídy těžitelnosti, kdy k odtěžení je nezbytné použití těžkých zemních mechanismů (hydraulická kladiva, trhací háky), případně trhacích prací. Kompaktní mírně zvětralé skalní podloží bylo zastiženo v kopaných

sondách v následujících hloubkách: S-1 0,55 m, S-2 1,3 m, S-3 1,4 m, S-4 0,7 m (ve východní části sondy pouze 0,3 m), S-5 0,9 m.

V žádné z kopaných sond nebyla zastižena hladina podzemní vody.

Z uvedeného je zřejmé, že hloubka uložení skalního podloží je podstatně ovlivněna antropogenní činností. Tam kde velmi pravděpodobně došlo k úpravám terénu, spočívajících převážně v odtěžení původních vrstev, je obvykle skalní podloží uloženo mělce pod terénem (0,3-0,9 m). Tuto situaci je možné očekávat při západním a východním okraji záměru. Naopak v centrální části záměru (sondy S-2, S-3) se kompaktní podloží nachází v hloubce 1,3-1,4 m.

Lokalizace kopaných sond je znázorněna v příloze 1. Podrobná geologická dokumentace a fotodokumentace jsou uvedeny v přílohách 2 a 3, protokoly laboratorních analýz v příloze 4.

#### 4.1.1 Doporučení pro založení asfaltové komunikace a plochy cvičiště

Posouzení geologických podmínek pro založení asfaltové komunikace a plochy cvičiště vychází z geologického popisu kopaných sond S-1 a S-2, odebraných vzorků zemin na stanovení fyzikálně-mechanických vlastností (indexové zkoušky) a v neposlední řadě rovněž z odběru a analýzy technologických vzorků na stanovení zhutnitelnosti a únosnosti zemin. Ty byly odebrány z kopané sondy S-1 z intervalu 0,25-0,45 m, tedy z vrstvy s velkou pravděpodobností cizorodé vrstvy navážek charakteru hlíny písčité (F3MS) a rovněž z kopané sondy S-3 z intervalu 0,6-0,8 m, tedy z typické zeminy zvětralinového pokryvu – hrubého písku s příměsí jemnozrné zeminy (S3S-F). Oba vzorky zemin tak vystihují z geotechnického hlediska nejméně vhodnou zeminu (F3MS) a nejvhodnější zeminu (S3S-F) pro založení komunikace, která byla na lokalitě zastižena.

Zhutnitelnost byla posouzena dle zkoušky Proctor standard, kdy bylo u vzorku S-1 optimálního zhutnění (hodnoty maximální objemové hmotnosti vysušené zeminy)  $\rho_{dmax} = 1749 \text{ kg/m}^3$  dosaženo při optimální vlhkosti  $w_{opt} = 16,5\%$  a u vzorku S-3 bylo optimálního zhutnění  $\rho_{dmax} = 1915 \text{ kg/m}^3$  dosaženo při optimální vlhkosti  $w_{opt} = 12,9\%$ . Oba typy zemin tak splňují požadované hodnoty zhutnitelnosti dle ČSN 73 6133 ( $\rho_{dmax}$  musí být větší než  $1500 \text{ kg/m}^3$  pro zeminy v násypu a větší než  $1600 \text{ kg/m}^3$  pro zeminy v aktivní zóně vozovky). Zároveň se nejedná o objemově nestabilní zeminy (spraše, bobtnavé jíly apod.), či zeminy, jejichž vlhkost není v intervalu přípustné vlhkosti.

Z hlediska založení konstrukce vozovky pak byla posouzena únosnost zastižených zemin. Laboratorní analýzou obou byly potvrzeny vlastnosti zemin nevhodných pro zakládání bez úpravy, kdy byly zjištěny hodnoty CBR pouze v rozsahu 0,5-1%. To znamená, že po minimální 96 hodinové saturaci vzorku vodou byla jejich konzistence natolik měkká, že odpor vtláčeného hrotu nedosahoval minimální požadovanou hodnotu  $CBR \geq 15\%$  pro nejméně náročný typ podloží PIII. Žádnou ze zemin tak nelze použít do aktivní zóny vozovky bez jejich úpravy.

V úvahu tak připadají dvě možnosti řešení stávajícího stavu. Jednou z možností je odtěžení celé vrstvy zemin do požadované hloubky a následné dostatečné zhutnění podložních vrstev eluviálních písků na požadované hodnoty únosnosti a zhutnitelnosti před uložením

aktivní vrstvy vozovky. Další variantou je úprava zemin přidáním vhodného hydraulického pojiva (hydraulická směs, vápenný hydrát, cement apod.) pro zvýšení únosnosti jemnozrnné zeminy, kdy se optimalizuje a neutralizuje obsah jílovité a prachovité složky. Smísení zeminy ve vrstvě 50 cm s hydraulickým pojivem (v dávkování 2-4%) zajistí dlouhodobě funkční a únosný materiál do náspu vozovky. Je také možné volit kombinaci obou variant, neboť je evidentní, že v určitých částech záměru se skalní podloží nachází velmi mělce pod terénem (lokálně až 0,3 m), takže v těchto místech nebude úprava zemin nutná. Zde je třeba zvážit, zda bude ekonomicky výhodnější provádět hutnicí a zatěžovací zkoušky pro ověření únosnosti zeminy, nebo rovnou přikročit ke stabilizaci zeminy obdobným způsobem jako v případě jemnozrnných zemin. Podstatný vliv pak bude hrát finální aplanace terénu, neboť je zřejmé, že při zarovnání terénu do roviny podél jeho severního okraje (v blízkosti zářezu železniční trati) bude muset být odtěžena nejen část zemin, ale i skalních hornin v jižním směru a značná část plochy záměru tak bude situována přímo na skalním podloží bez nutnosti úpravy zemin.

Zakládání komunikace či plochy cvičiště nebude ovlivňováno účinky podzemní vody, tato je vysoce pravděpodobně hluboce zaklesnutá ve skalním masivu. Z geotechnického hlediska se tak jedná o nejpriznivější difúzní režim podzemních vod.

Při zemních pracích je tak třeba v místech s mělkým uložením skalních hornin počítat s jejich částečným odtěžením, kdy tyto horniny mají velmi obtížnou těžitelnost (6. třída těžitelnosti, v extrémních případech i 7. třída).

Svahování dočasných výkopů v mělké vrstvě zemin je možné vzhledem k jejich malé mocnosti a mělce uloženému skalnímu podloží dodržet v poměru 1:0,5 (poměr výšky k půdorysné délce svahu).

#### 4.1.2 Doporučení pro založení objektů (obslužný provozní objekt apod.)

Z hlediska založení staveb byly zjištěny velmi jednoduché geologické poměry, kdy skalní podloží mírně zvětralých hornin se střední hustotou puklin bude dosahovat únosností podstatně přesahujících požadavky uvažovaného záměru. Tyto horniny byly na lokalitě zjištěny do hloubek maximálně 1,4 m, často však podstatně méně.

Výpočtová únosnost skalních hornin (mírně zvětralých durbachitů v hloubkách v místech ukončení kopaných sond) podle vztahu

$$R_d = \sigma_c / (r \cdot p)$$

kde

$\sigma_c$  = pevnost v prostém tlaku

r = součinitel kvality skalní horniny

p = součinitel hustoty diskontinuit

dosahuje i pro konzervativní hodnoty pevnosti, kvality skalní horniny a hustoty diskontinuit ( $\sigma_c = 15$  MPa,  $r=10$  MPa,  $p=1,8$ ) hodnoty minimálně 0,83 MPa. Směrem do podloží však bude tato hodnota rychle narůstat.

Zakládat doporučuji na plošných základech (patky, pasdy, základová deska)

#### 4.2 Posouzení záměru vsakování srážkových vod

Jak vyplývá z Vodního zákona č. 254/2001 Sb. v platném znění, je vsakování, retence či zadržení srážkové vody na pozemku jednou z priorit stávající vodoprávní legislativy. Záměrem investora a zodpovědného projektanta je vybudování retenční/vsakovací nádrže ve východní části parcely č. 981/5, která by zachytávala a v případě vhodných geologických podmínek vsakovala srážkové vody svedené odvodňovacím rigolem ze zpevněných ploch.

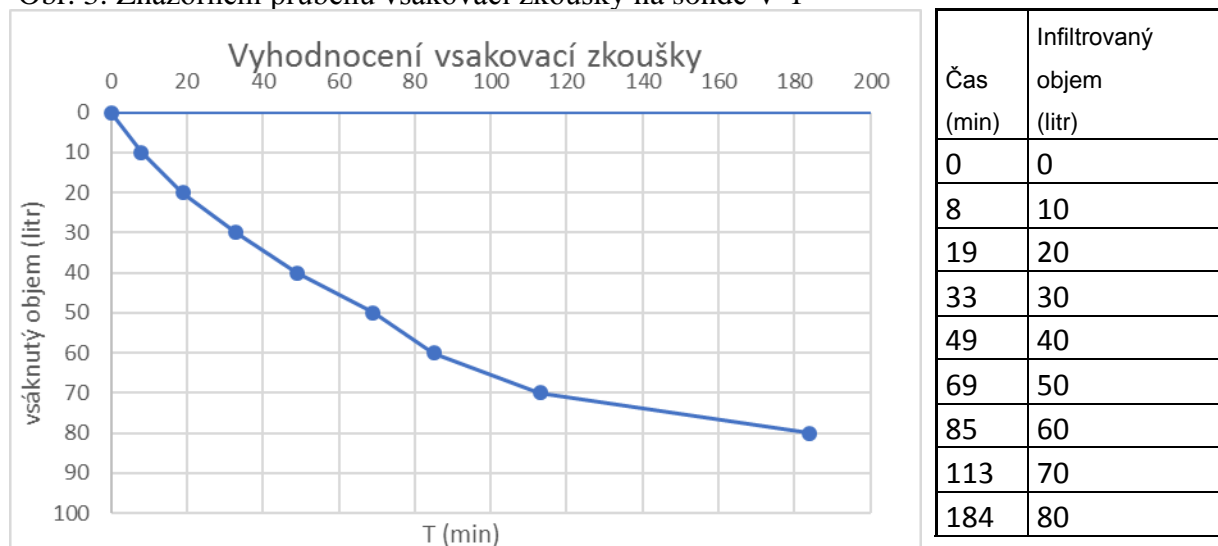
Do míst plánovaného záměru byly po obvodu plánované retenční nádrže umístěny průzkumné kopané sondy VS-1, VS-2 a VS-3, pro ověření přítomnosti propustných vrstev zemin a z hlediska vsakování srážkových vod nepropustného podloží. V kopané sondě VS-1 byla propustná písčitá vrstva (eluvialní písek s příměsí jemnozrnné zeminy až písek hlinitý třídy S3S-F až S4SM) zjištěna v intervalu 0,3-0,55 m, ovšem nasedající přímo na kompaktní podloží jen mírně zvětralých skalních hornin. V sondě VS-2 byla propustná vrstva zjištěna v intervalu 0,3-0,75 m, následovalo zcela až silně zvětralé skalní podloží a v úrovni 1,0 m již mírně zvětralé skalní horniny. Velmi obdobný byl profil rovněž v sondě VS-3, kdy propustná vrstva byla zjištěna v intervalu 0,35-0,9 m a nepropustné skalní podloží v hloubce 1,1 m. Průzkumem tak byla v místě záměru ověřena propustná písčitá eluvialní vrstva, která představuje vhodné prostředí pro vsakování srážkových vod. Hydrogeologické poměry na lokalitě lze hodnotit jako jednoduché, protože hladina podzemní vody je hluboce zaklesnutá ve skalním prostředí. Dle ČSN 75 9010 nelze vsakovat přímo do hladiny podzemních vod a je tedy nutné mít dostatečně mocnou filtrační vrstvu, tato podmínka je tedy splněna. Pro posouzení záměru je tak rozhodující zejména propustnost a mocnost zastižených zemin na lokalitě. Pro posouzení propustnosti zemin, návrhu způsobu vsakování a dimenzování kapacity vsakovacího prvku byla realizována vsakovací zkouška na vsakovací sondě VS-ST, vyhloubené ve středu plánované retenční nádrže tedy přibližně ve středu tvořeném trojúhelníkem kopaných sond VS-1, VS-2, VS-3. Ještě před realizací vsakovací zkoušky byl odebrán vzorek zeminy propustné vrstvy (viz. příloha 4). Zemina je řazena do třídy S4SM (písek hlinitý) s téměř 50% obsahem písčité frakce a 25% obsahem prachovité frakce. Dle ČSN EN ISO 14688 je zeminu možné označit jako písek prachovitoštěrkovitý grsiSa.

Do kopané sondy VS-ST byl v úrovni 0,4 m zaražen nerezový válec o průměru 40 cm, vsakování tak probíhalo do přesně definované půdorysné plochy 0,126 m<sup>2</sup>. Vnější stěny válce v kontaktu se zeminou byly zatěsněny, aby nedocházelo k průsakům vody mimo odměrný válec. Do vsakovacího válce byl nalit definovaný objem vody 10 litrů a byla měřena rychlost vsakování v čase. Po úplném vsaku 10 litrů byl tento objem znovu 7x doplněn.



Vsakovací zkouška byla ukončena po 3 hodinách a 4 minutách, kdy došlo k úplnému vsaku 80 litrů (při celkovém poklesu hladiny ve válci o 64 cm). Grafické znázornění průběhu zasakovací zkoušky je znázorněno na obrázku č. 3.

Obr. 3: Znázornění průběhu vsakovací zkoušky na sondě V-1



Vyhodnocení vsakovací zkoušky bylo provedeno dle ČSN 75 9010 Návrh, výstavba a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod stanovením koeficientu vsaku  $k_v$  ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ), který charakterizuje vsakovací schopnost horninového prostředí dle vztahu

$$k_v = \frac{Q_{zk}}{A_{zk}} \quad [1]$$

kde:

$Q_{zk}$  odpovídá přítoku vody do průzkumného objektu, resp. objemu infiltrované vody v průběhu vsakovací zkoušky, a

$A_{zk}$  odpovídá zkušební vsakovací ploše během zkoušky.

Objem infiltrované vody  $Q_{zk}$  činil 80 litrů za 184 minut. To odpovídá rychlosti vsaku (resp. objemu infiltrované vody v průběhu vsakovací zkoušky)  $7,24 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . V průběhu vsakování však bylo evidentní, že velká rychlost vsaku se po vsaku 60 litrů během 85 minut téměř zastavila (zejména však posledních 10 litrů byl mimořádně pomalý – 10 litrů za 71 minut). Je tedy zřejmé, že po vsaku 60 litrů byla vyčerpána infiltrační kapacita propustné vrstvy (respektiva tato vrstva byla zcela naplněna) a k dalšímu vsakování již docházelo velmi pomalu.

Pro výpočet koeficientu vsaku  $k_v$  tedy byla vzata v úvahu výhradně úvodní interval vsaku 60 litrů za 85 minut ( $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ), kdy rychlost vsakování byla přibližně konstantní.

Zkušební vsakovací plochu je možno přesně definovat na  $A_{zk} = 0,126 \text{ m}^2$  (půdorysná plocha nerezového válce). Koeficient vsaku  $k_v$  tak dosahuje hodnoty  $9,3 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ .

Pro výpočet parameterů vsakovacích zařízení tak doporučuji využít hodnotu zjištěnou vsakovací zkouškou na sondě VS-ST, která dosahuje hodnoty  $k_v = 9,3 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ .

Je však třeba zmínit, že uvedená hodnota se vztahuje výhradně na písčité eluviální pokryv v intervalu přibližně 0,3-0,8 m (dle analogie s kopanými sondami VS-1 a VS-2). Po úplném nasycení eluviální vrstvy (při ploše  $0,126 \text{ m}^2$  k němu došlo v řádu cca 1-2 hod) se vsakování prakticky zcela zastaví a k dalšímu vsaku dochází velmi pozvolna po sklonu skalního podloží bez přednostního uplatnění gravitační infiltrace. To doporučuji zohlednit při výpočtu retenční nádrže, resp. jeho kapacity.

Z geologického a hydrogeologického hlediska je tedy vsakování srážkových vod na předmětném pozemku možné za předpokladu dodržení následujících předpokladů a doporučení:

- díky koeficientu vsaku  $k_v \sim 9,3 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  eluviálního pokryvu, který s velkou rezervou splňuje podmínku pro zasakování srážkových vod do horninového prostředí ( $>1 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ ), je z kvantitativního hydrogeologického hlediska možné dešťové vody z komunikace, plochy cvičiště a zpevněných povrchů zasakovat. Relativně vysoká hodnota koeficientu vsaku je však limitována malou mocností propustné vrstvy, která dosahuje pouze cca 0,5 m. Proto musí být malá mocnost propustné vrstvy kompenzována dostatečným objemem vsakovacího prvku.
- pro vsakování je možné využít výhradně vrstvu písčitého zvětralinového pokryvu skalních hornin. Ve větších hloubkách v úrovni již cca 1,0 m pod terénem je z hlediska vsakování vod třeba označit zastižené skalní podloží za prakticky nepropustné (rovněž s ohledem na nízký stupeň rozpukání durbachitů). K infiltraci puklinovým systémem do větších hloubek dochází jen velmi pomalu. Při „zahloubení“ cca 1 m pod úroveň stávajícího terénu až na úroveň skalního podloží tak ke vsakování dnem nádrže nebude reálně docházet.
- Vsakování je možné provádět výhradně pomocí povrchových vsakovacích prvků (vsakovací průlehy, vsakovací nádrž apod.), hlubinné vsakování není možné.
- V širším okolí záměru a v předpokládaném směru proudění infiltrovaných srážkových vod (k východu až severovýchodu, ze severní části zájmové plochy k jihovýchodu) se nenacházejí žádné zdroje podzemních vod. Zasakování srážkových vod v lokalitě bude mít v předmětné lokalitě z širšího hlediska pozitivní efekt na doplňování zásob podzemních vod.
- Zvýšenou opatrnost tak je třeba věnovat udržení kvality zasakovaných vod. Podle předpokládané koncentrace znečišťujících látek a možného následného ohrožení podzemních vod je možné srážkové vody zasakované realizací uvedeného záměru řadit do kategorie přípustných, neboť se jedná o povrchový odtok z povrchů bez pohybu těžké mechanizace a rizika havárie při použití nebezpečných látek (PHM). Podmínka zasakování přes nasycenou (nenasycenou) zónu půdního prostředí je v posuzovaném případě splněna (viz. výše). Terén v místě záměru je rovinný až mírně svažitý. S ohledem

na morfologické a zejména geologické poměry lokality, kdy skalní podloží je uloženo velmi mělce pod terénem, nehrozí riziko svahových deformací.

- Z hlediska střetů s dalšími zájmy chráněnými zvláštními předpisy je třeba dodržet předepsaná ochranná pásma podzemních inženýrských sítí (vodovod, VN, NN, plynovod, kanalizace, telefon, ...). Je třeba zmínit, že záměr se nachází v ochranném pásmu železnice, takže s realizací záměru musí souhlasit Správa železnic. Další střety zájmů nebudou provozem vsakovacích zařízení dotčeny.

## 5. Závěry a doporučení

V rámci předkládaného posudku byly hodnoceny inženýrskogeologické poměry a hydrogeologické poměry pro akci Záchytné parkoviště a cvičná plocha, ul. Hrotovická, Třebíč, kdy je uvažováno s vybudováním příjezdové komunikace a plochy (dráhy) cvičiště pro autoškoly s asfaltovým krytem, parkovacích ploch, chodníků a dalších zpevněných ploch z betonové dlažby a zázemí cvičiště. Součástí návrhu je i řešení vsakování srážkových vod v navrhované retenční/vsakovací nádrži.

Z hlediska založení konstrukce asfaltové vozovky byly na celé ploše záměru zjištěny jednoduché geologické podmínky, a to zejména přítomnosti skalního podloží mělce pod terénem a zeminám dostatečně zhutnitelným. Zastižené zeminy však nesplňují hodnotu CBR pro použití do aktivní zóny vozovky a je tak navržena úprava zemin přidáním vhodného hydraulického pojiva.

V úvahu je však možné brát také odtěžení zemin až na únosné skalní podloží. Při aplanaci a dorovnání mírně svažitého terénu může dojít v jižní části záměru k úplnému odkrytí skalních hornin. Zakládání komunikace či plochy cvičiště nebude ovlivňováno účinky podzemní vody, tato je vysoce pravděpodobně hluboce zaklesnutá ve skalním masivu. Z geotechnického hlediska se tak jedná o nejpříznivější difúzní režim podzemních vod.

Při zemních pracích je tak třeba v místech s mělkým uložením skalních hornin počítat s velmi obtížnou těžitelností (6. třída těžitelnosti, v extrémních případech i 7. třída) skalních hornin. Svahování dočasných výkopů v mělké vrstvě zemin je možné vzhledem k jejich malé mocnosti a mělce uloženému skalnímu podloží dodržet v poměru 1:0,5 (poměr výšky k půdorysné délce svahu).

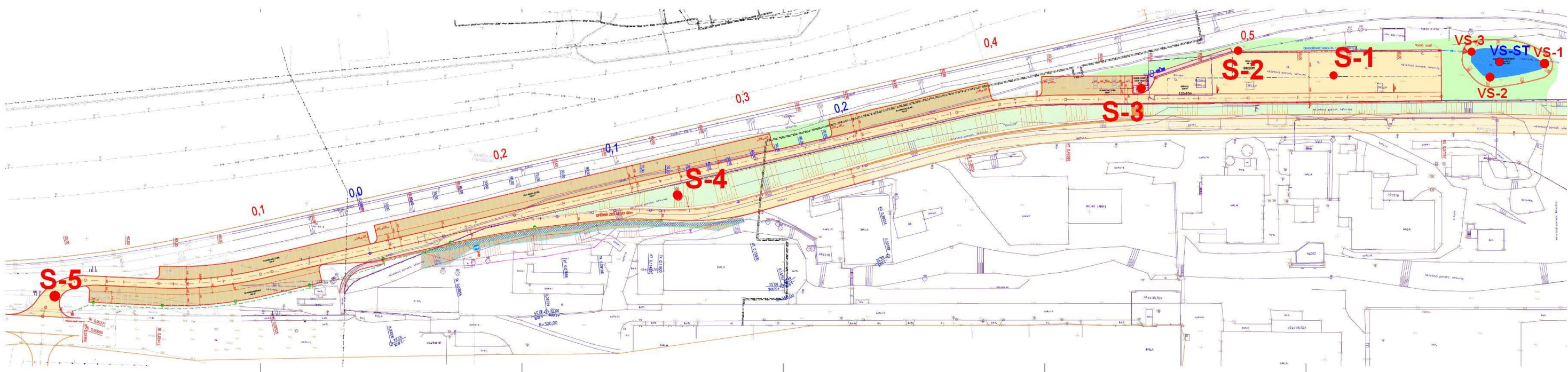
Z geologického a hydrogeologického hlediska je vsakování srážkových vod na předmětném pozemku možné díky vysoké hodnotě koeficientu vsaku propustné eluviální vrstvy, která dosahuje až  $k_v \sim 9,3 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ . Limitujícím faktorem je však velmi malá mocnost vrstvy (cca 0,5 m) a přítomnost prakticky nepropustného skalního podloží pod touto vrstvou. Při úplném nasycení propustné vrstvy tak infiltrační schopnost geologického prostředí řádově klesá. Tomu je třeba přizpůsobit kapacitu retenční/vsakovací nádrže.

V Třebíči 26. 2. 2021

Mgr. Antonín Kopřiva

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Cvičná plocha pro autoškoly, Třebíč			
Název přílohy:	LOKALIZACE KOPANÝCH SOND		
Zpracoval:	Mgr. Antonín Kopřiva	Datum:	únor 2021
Podklad:	VIPA project, 2020	Příloha:	<b>1</b>





Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Cvičná plocha pro autoškoly, Třebíč	
Název přílohy:	<b>GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE KOPANÝCH SOND</b>
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: únor 2021
	Příloha: <b>2</b>

Tab. 1: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou S-1

Souřadnice JTSK: X 1152977 m, Y 649193 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.25	O/Y	Drn/mavážka, hnědá humózní hlína písčitá, s cizorodými úlomky	2
0.25	0.45	F3MS/Y	Navážka, hlína písčitá, přecházející až do písku hlinitého, tuhá až pevná, tmavě hnědá, jemnozrnná	3
0.45	0.55	R-5/R-4	Zcela zvětralá skalní hornina, durbachit, rozpadavý, velmi rychle přecházející do silně zvětralé skalní horniny, durbachit pevný, hustota puklin velká (vzdálenost puklin do 20 cm)	4-5
0.55	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm)	6-7

Přítok podzemní vody nezastižen

Z intervalu 0,25-0,45 m odebrán vzorek zemin na stanovení indexových zkoušek, únosnosti a zhutnitelnosti

Tab. 2: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou S-2

Souřadnice JTSK: X 1152977 m, Y 649246 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.20	O/Y	Drn/mavážka, hnědá humózní hlína písčitá, s cizorodými úlomky	2
0.20	0.60	S4SM/Y	Navážka, přemístěná zemina svahovin a eluvií, písek hlinitý, s cizorodými úlomky, tuhý, tmavě hnědý, slabě vlhký, s drobnými úlomky hornin (do 5 cm)	3
0.60	1.30	R-5/R-4	Zcela zvětralá skalní hornina, durbachit, rozpadavý, velmi rychle přecházející do silně zvětralé skalní horniny, durbachit pevný, hustota puklin velká (vzdálenost puklin do 20 cm)	4-5
1.30	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm)	6-7

Přítok podzemní vody nezastižen

Z intervalu 0,3-0,5 m odebrán vzorek zemin na stanovení indexových zkoušek

Tab. 3: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou S-3

Souřadnice JTSK: X 1152999 m, Y 649284 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.25	O	Drn/ornice, hnědá humózní hlína písčitá	2
0.25	0.80	S4SM	Deluvium (svahoviny), písek hlinitý, tuhý, hnědý, slabě vlhký, s drobnými úlomky hornin (do 5 cm)	3
0.80	1.20	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin), hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, tmavě hnědý, zachována reliktní struktura podložních hornin, s úlomky podložních durbachitů,	3
1.20	1.40	R-5/R-4	Zcela zvětralá skalní hornina, durbachit, rozpadavý, velmi rychle přecházející do silně zvětralé skalní horniny, durbachit pevný, hustota puklin velká (vzdálenost puklin do 20 cm)	4-5
1.40	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm)	6

Přítok podzemní vody nezastižen

Z intervalu 0,6-0,8 m odebrán vzorek zemin na stanovení indexových zkoušek, únosnosti a zhutnitelnosti

Tab. 4: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou S-4

Souřadnice JTSK: X 1153089 m, Y 649582 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.20	O	Drn/ornice, hnědá humózní hlína písčitá	2
0.20	0.40	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin), hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, tmavě hnědý, zachována reliktní struktura podložních hornin, s úlomky podložních durbachitů	3
0.40	0.70	R-5/R-4	Zcela zvětralá skalní hornina, durbachit, rozpadavý, velmi rychle přecházející do silně zvětralé skalní horniny, durbachit pevný, hustota puklin velká (vzdálenost puklin do 20 cm)	4-5
0.70	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm). Na východní straně sondy skalní hornina třídy R3 zastižena již v 0,3 m	6

Přítok podzemní vody nezastižen



Tab. 5: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou S-5

Souřadnice JTSK: X 1153123 m, Y 649709 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.20	O	Drn, hnědá humózní hlína písčitá	2
0.20	0.40	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin), hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, tmavě hnědý, zachována reliktní struktura podložních hornin, s úlomky podložních durbachitů	3
0.40	0.70	R-5/R-4	Zcela zvětralá skalní hornina, durbachit, rozpadavý, velmi rychle přecházející do silně zvětralé skalní horniny, durbachit pevný, hustota puklin velká (vzdálenost puklin do 20 cm)	4-5
0.70	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm). Na východní straně sondy skalní hornina třídy R3 zastižena již v 0,3 m	6

Přítok podzemní vody nezastižen

Tab. 6: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou VS-1

Souřadnice JTSK: X 1152972 m, Y 649126 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.30	O/Y	Drn/navážka, hnědá humózní hlína písčitá, přemístěná	2
0.30	0.55	S4SM/S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin), písek hlinitý až písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, tmavě hnědý, zachována reliktní struktura podložních hornin, s úlomky podložních durbachitů	3
0.55	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm)	6-7

Přítok podzemní vody nezastižen

Tab. 7: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou VS-2

Souřadnice JTSK: X 1152981 m, Y 649144 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.30	O	Drn/ornice, hnědá humózní hlína písčitá	2
0.30	0.75	S4SM/S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin), písek hlinitý až písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, tmavě hnědý, zachována reliktní struktura podložních hornin, s kameny až balvany podložních durbachitů až 20 cm	3
0.75	1.00	R-5/R-4	Zcela zvětralá skalní hornina, durbachit, rozpadavý, velmi rychle přecházející do silně zvětralé skalní horniny, durbachit pevný, hustota puklin velká (vzdálenost puklin do 20 cm)	4-5
1.00	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm)	6-7

Přítok podzemní vody nezastižen

Tab. 8: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou VS-3

Souřadnice JTSK: X 1152968 m, Y 649149 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.35	O	Drn/ornice, hnědá humózní hlína písčitá	2
0.35	0.90	S4SM/S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin), písek hlinitý až písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, tmavě hnědý, zachována reliktní struktura podložních hornin, s úlomky podložních durbachitů	3
0.90	1.10	R-5/R-4	Zcela zvětralá skalní hornina, durbachit, rozpadavý, velmi rychle přecházející do silně zvětralé skalní horniny, durbachit pevný, hustota puklin velká (vzdálenost puklin do 20 cm)	4-5
1.10	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm)	6-7

Přítok podzemní vody nezastižen

Tab. 9: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou VS-ST

Souřadnice JTSK: X 1152973 m, Y 649139 m

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.30	O	Drn/ornice, hnědá humózní hlína písčitá	2
0.30	0.50	S4SM	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin), písek hlinitý, ulehlý, tmavě hnědý, zachována reliktní struktura podložních hornin, s úlomky durbachitů	3
0.75	1.00	R-5/R-4	Zcela zvětralá skalní hornina, durbachit, rozpadavý, velmi rychle přecházející do silně zvětralé skalní horniny, durbachit pevný, hustota puklin velká (vzdálenost puklin do 20 cm)	4-5
1.00	-	R-3	Mírně zvětralá skalní hornina, durbachit, hustota puklin střední (vzdálenost puklin > 20 cm)	6-7

Přítok podzemní vody nezastižen

Z intervalu 0,3-0,5 m odebrán vzorek zemin na stanovení indexových zkoušek

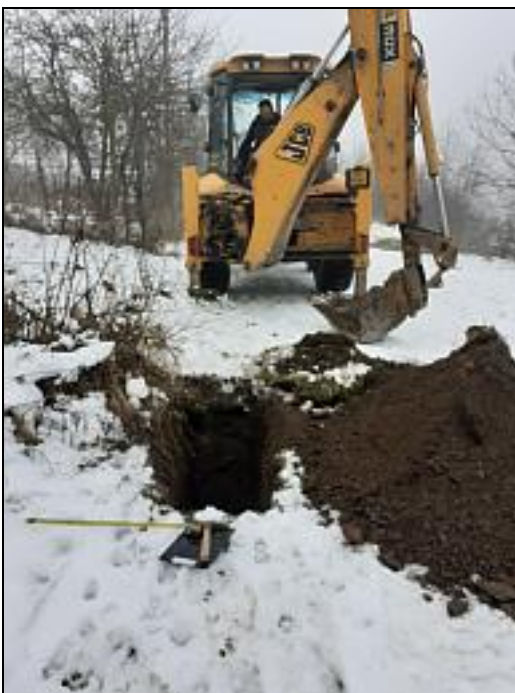
Do úrovně 0,4 m zaražen nerezový válec pro realizaci vsakovací zkoušky

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Cvičná plocha pro autoškoly, Třebíč	
Název přílohy:	FOTODOKUMENTACE
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: únor 2021
	Příloha: 3

Kopaná sonda S-1



Kopaná sonda S-2





Kopaná sonda S-3



Kopaná sonda S-4



Kopaná sonda S-5



Kopaná sonda VS-1





Kopaná sonda VS-2



Kopaná sonda VS-3



Vsakovací sonda VS-ST



Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Cvičná plocha pro autoškoly, Třebíč	
Název přílohy:	KOPIE PROTOKOLŮ LABORATORNÍCH ANALÝZ
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: únor 2021
	Příloha: <b>4</b>



Laboratorní výsledky klasifikačních rozborů

Třebíč, cvičiště autoškoly

vrst	63	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063	0,050	0,030	0,023	0,014	0,0084	0,005	0,0032	0,002	W	WL	WP	M.H.	zařídění	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>	symbol	
VS ST 0,3-0,5m	100,00	99,49	97,49	87,06	69,51	52,15	38,20	32,28	27,05	23,01	21,47	17,99	16,33	13,75	9,32	5,45	3,60	2,38	16,02	49	35	2680	SF	MI	14	2,36	grsSa	
S1 0,25-0,45m		100,00	99,48	93,16	80,86	68,35	57,43	50,67	45,48	41,00	39,05	33,84	31,35	24,62	16,63	9,81	6,10	3,91	21,00	47	33	2683	FS	MI	14	1,86	saSi	
S2 0,3-0,5m		100,00	98,20	89,69	75,03	58,74	46,56	39,43	33,31	28,28	26,02	22,21	20,61	15,56	10,26	5,76	3,33	2,18	17,13	47	35	2683	SF	MI	12	2,49	grsSa	
S3 0,6-0,8m		100,00	99,66	98,99	94,29	80,20	65,35	50,75	42,32	36,40	32,06	30,88	27,35	25,08	20,46	15,64	11,05	8,18	6,13	15,66	33	24	2759	SF	ML	9	1,93	siSa

Legenda: 63., 0,125., 0,0020 ekvivalentní síla (uváděn kumulativní propad v %)

W přirozená vlhkost vzorku

W<sub>L</sub> mez tekutosti

W<sub>P</sub> mez vlácnosti

M.H. zdánlivá měrná hmotnost v kg/m<sup>3</sup>

zařídění zařazení dle ČSN 73 1001 / ČSN 73 6133, příl. A

I<sub>p</sub> index plasticity

I<sub>c</sub> stupeň konzistence

symbol zařazení dle ČSN EN ISO 14688-2:2005

Přílohy: grafické vyjádření granulometrie 1 stránka

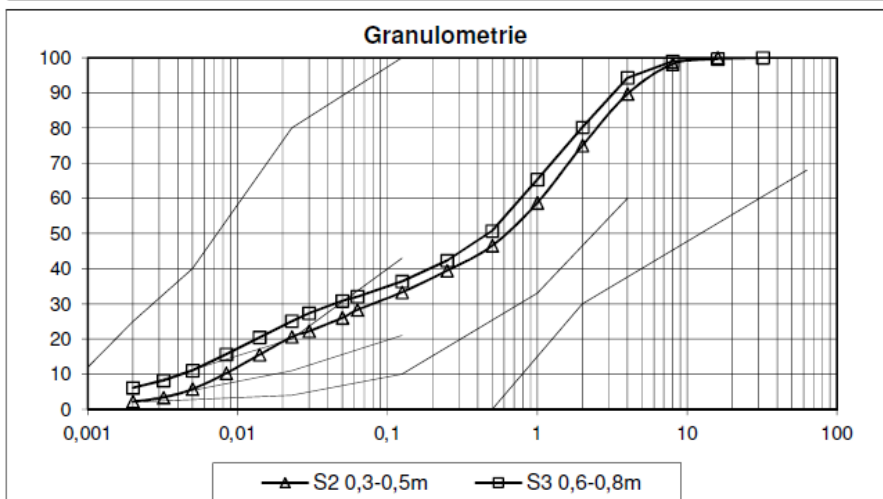
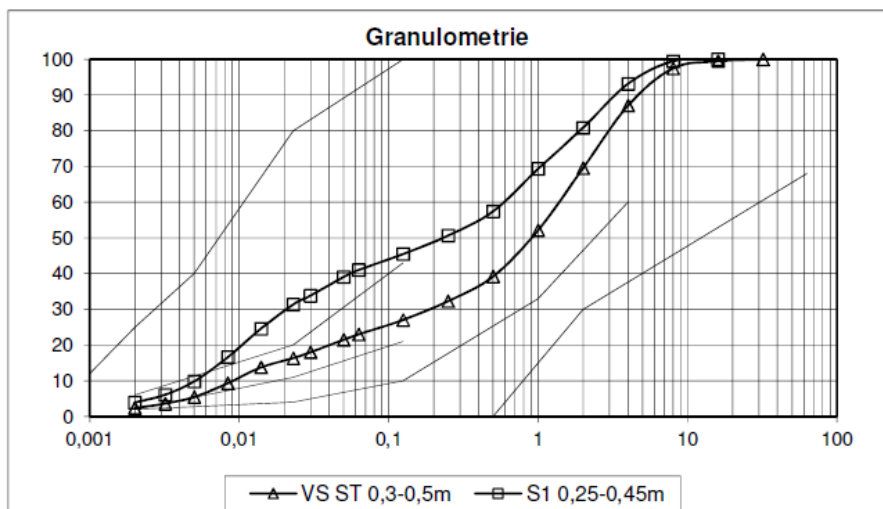
V Brně dne 25. ledna 2021

Ing. Karel ZÁBRODSKÝ  
laboratorní a technologické práce  
Merhautova 144  
613 00 Brno  
tel 05/581986

Ing. Karel Zábrodský  
laboratorní a technologické práce  
Merhautova 144  
61300 Brno

+420602732068

IČO: 13420186  
DIČ: CZ530112209



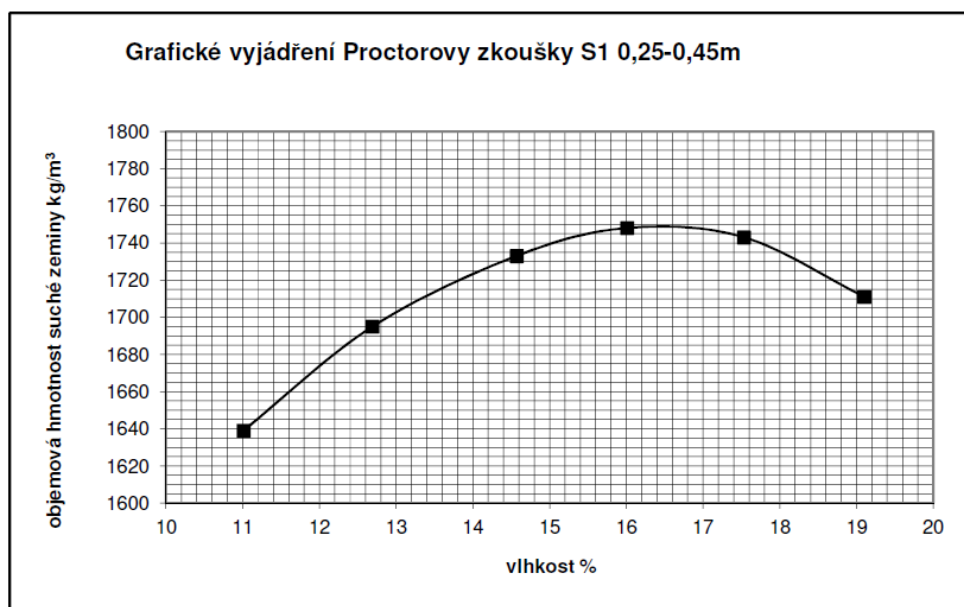
Ing. Karel ZÁBRODSKÝ  
laboratorní a technologické práce  
Merhautova 144  
613 00 Brno  
☎ 05/581936

## Laboratorní výsledky

odběratel: **Mgr. Antonín Kopriva**  
lokalita: **Třebíč, cvičiště autoškoly**  
vzorek: **S1 0,25-0,45m**  
datum: **25.leden 2021**

**Proctorova standardní zkouška**  
provedeno dle ČSN EN 13286-2, příloha NB, metoda B

vlhkost %	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	
	suchá zemina	vlhká zemina
11,01	1639	1819
12,69	1695	1910
14,57	1733	1985
16,01	1748	2028
17,53	1743	2049
19,10	1711	2038



maximální objemová hmotnost suché zeminy  
optimální vlhkost

1749 kg/m<sup>3</sup>  
16,5 %

V Brně dne: 25.leden 2021

Ing. Karel ZÁBRODSKÝ  
laboratorní a technologické práce  
Merhautova 144  
613 00 Brno  
☎ 05/581886

*laboratorní a technologické práce*

+420602732068

Ing. Karel Zábrodský  
Merhautova 144  
613 00 Brno

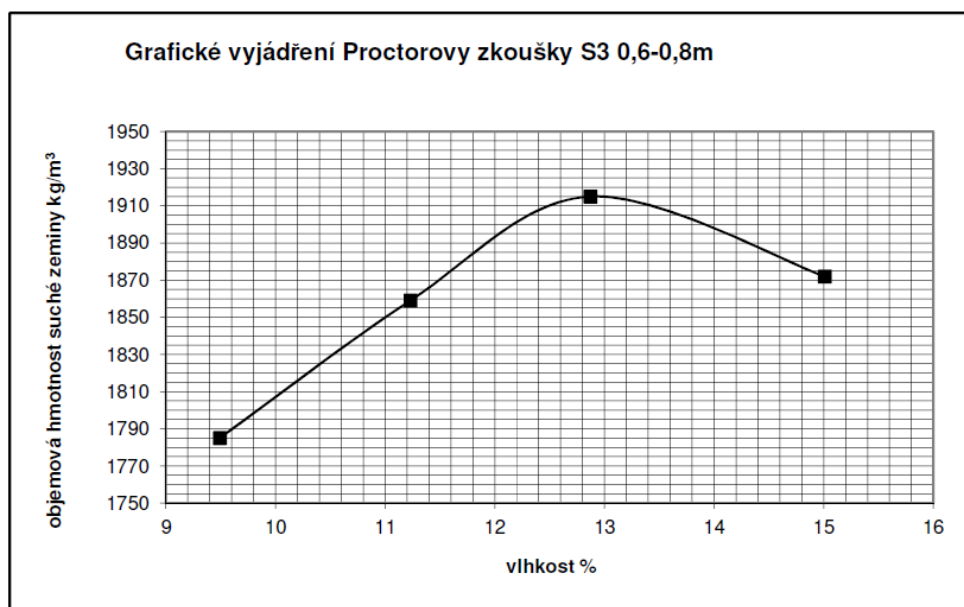
DIČ: CZ530112209  
IČO: 13420186

## Laboratorní výsledky

odběratel: **Mgr. Antonín Kopřiva**  
lokalita: **Třebíč, cvičiště autoškoly**  
vzorek: **S3 0,6-0,8m**  
datum: **25.leden 2021**

**Proctorova standardní zkouška**  
provedeno dle ČSN EN 13286-2, příloha NB, metoda B

vlhkost %	objemová hmotnost kg/m <sup>3</sup>	
	suchá zemina	vlhká zemina
9,49	1785	1954
11,23	1859	2068
12,87	1915	2161
15,01	1872	2153



maximální objemová hmotnost suché zeminy  
optimální vlhkost

1915 kg/m<sup>3</sup>  
12,9 %

V Brně dne: 25.leden 2021

Ing. Karel ZÁBRODSKÝ  
laboratorní a technologické práce  
Merhautova 144  
613 00 Brno  
☎ 05/581986

*laboratorní a technologické práce*

+420602732068

Ing. Karel Zábrodský  
Merhautova 144  
613 00 Brno

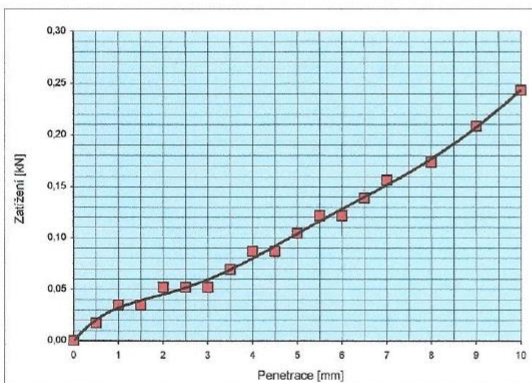
DIČ: CZ530112209  
IČO: 13420186



**GEOSTAR, spol. s r.o.**  
**Zkušební laboratoř mechaniky zemin**  
**Zkušební laboratoř č. 1373 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018**  
**pracoviště Brno, Tuřanka 111**

**Protokol o zkoušce č. 0039/21B**  
**STANOVENÍ POMĚRU ÚNOSNOSTI CBR**  
**ČSN EN 13286-47**

Název akce:	<b>Laboratorní zkoušky; Třebíč</b>	Laboratorní číslo vzorku:	<b>B/21412</b>
Objednatel:	<b>Mgr. Antonín Kopřiva Zahradní 591/36 674 01 Třebíč</b>	Datum dodání/měření:	<b>22.01.2021</b>
Způsob zkoušení:	<b>ČSN EN 13286-47</b>	Datum zpracování zakázky:	<b>22.01.2021 - 31.01.2021</b>
Zkušební zařízení:	<b>V/03-B, V/04-B, CBR/01-B, CU/20-B, CU/21-B, SU/05-B, S/22/01-B, PR/02-B</b>	Objekt, staničení/sonda:	<b>S - 1</b>
		Vrstva/hloubka:	<b>0,25 - 0,45</b>
		Material:	<b>-</b>



Penetrace [mm]	Síla [kN]	Penetrace [mm]	Síla [kN]
0,5	0,02	5,0	0,10
1	0,03	5,5	0,12
1,5	0,03	6,0	0,12
2	0,05	6,5	0,14
2,5	0,05	7,0	0,16
3	0,05	8,0	0,17
3,5	0,07	9,0	0,21
4	0,09	10,0	0,24
4,5	0,09		

**HODNOTA CBR<sub>2,5 mm</sub> = 0,5 %**  
**HODNOTA CBR<sub>5,0 mm</sub> = 0,5 %**

Suchá objemová hmotnost při přípravě = 1642 kgm<sup>-3</sup>  
Hodnota přitížení = 0,000 kg  
Hutnicí síla = 0,5822 MJm<sup>-3</sup>

Vlhkost při přípravě = 21,4 %  
Vlhkost po zkoušce = 27,5 %  
Stáří zkušebního tělesa - 4 dny saturace.

Poznámka: Vzorek dodán objednatelem.  
Vzorek vykazoval známky bobtnání.

Měřil: Jiří Braun

Pracovník odpovědný za vypracování protokolu:

V Brně dne: 31.01.2021

Pracovník odpovědný za schválení protokolu:

Rozdělovník: 1 x objednatel  
1 x zkušební laboratoř GEOSTAR, spol. s r.o.

Počet výtisků: 2

Výtisk číslo: 1 2

Prohlašujeme, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí tento protokol reprodukovat jinak, než celý.

----- KONEC PROTOKOLU -----



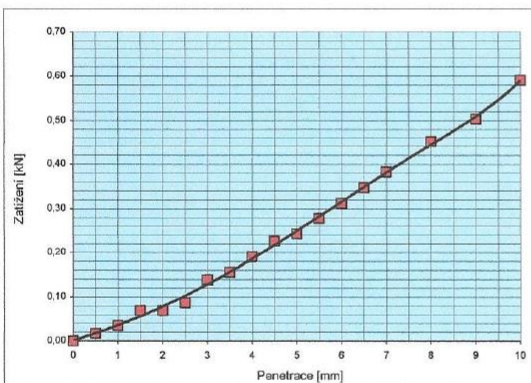




**GEOSTAR, spol. s r.o.**  
**Zkušební laboratoř mechaniky zemin**  
**Zkušební laboratoř č. 1373 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018**  
**pracoviště Brno, Tuřanka 111**

**Protokol o zkoušce č. 0038/21B**  
**STANOVENÍ POMĚRU ÚNOSNOSTI CBR**  
**ČSN EN 13286-47**

Název akce:	<b>Laboratorní zkoušky; Třebíč</b>	Laboratorní číslo vzorku:	<b>B/21411</b>
Objednatel:	<b>Mgr. Antonín Kopřiva Zahradní 591/38 674 01 Třebíč</b>	Datum dodání/měření:	<b>22.01.2021</b>
Způsob zkoušení:	<b>ČSN EN 13286-47</b>	Datum zpracování zakázky:	<b>22.01.2021 - 31.01.2021</b>
Zkušební zařízení:	<b>V/03-B, V/04-B, CBR/C1-B, CU/20-B, CU/21-B, SU/05-B, S/22/01-B, PR/02-B</b>	Objekt, staničení/sonda:	<b>S - 3</b>
		Vrstva/hloubka:	<b>0,6 - 0,8 m</b>
		Materiál:	<b>-</b>



Penetrace [mm]	Síla [kN]	Penetrace [mm]	Síla [kN]
0,5	0,02	5,0	0,24
1	0,03	5,5	0,28
1,5	0,07	6,0	0,31
2	0,07	6,5	0,35
2,5	0,09	7,0	0,38
3	0,14	8,0	0,45
3,5	0,16	9,0	0,50
4	0,19	10,0	0,59
4,5	0,23		

**HODNOTA CBR<sub>2,5 mm</sub> = 0,5 %**  
**HODNOTA CBR<sub>5,0 mm</sub> = 1,0 %**

Suchá objemová hmotnost při přípravě = 1914 kgm<sup>-3</sup>  
Hodnota přitížení = 0,000 kg  
Hutnicí síla = 0,5822 MJm<sup>-3</sup>  
Vlhkost při přípravě = 13,9 %  
Vlhkost po zkoušce = 16,6 %  
Stáří zkušebního tělesa - 4 dny saturace.

Poznámka: Vzorek dodán objednatel.

Měřil: Jiří Braun Pracovník odpovědný za vypracování protokolu:

V Brně dne: 31.01.2021 Pracovník odpovědný za schválení protokolu:

Rozdělovník: 1 x objednatel  
1 x zkušební laboratoř GEOSTAR, spol. s r.o.

Počet výtisků: 2 Výtisk číslo: 1 2

Prohlašujeme, že výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí tento protokol reprodukovat jinak, než celý.

----- KONEC PROTOKOLU -----

