

# Hydrogeologický průzkum

## Revitalizace veřejného prostoru u ZŠ Na Kopcích, Třebíč (podklad pro územní rozhodnutí a projekt stavby)



Zpracovatel posudku:  
Mgr. Antonín Kopřiva  
Zahradní 591/36  
67401 Třebíč  
tel. 723274130



Objednatel:  
Ing. David Bauer  
Kremláčkova 456  
674 01 Třebíč

**Třebíč, srpen 2023**

**Výtisk č.1**

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

Předkládané posouzení bylo vypracováno na základě objednávky Ing. Davida Bauera, Kremláčkova 456, 674 01 Třebíč, zodpovědného projektanta akce „Revitalizace veřejného prostoru u ZŠ Na Kopcích“. Záměrem objednatele je posouzení záměru vsakování srážkových vod ze zpevněných ploch a střech před objektem ZŠ Na Kopcích do půdního prostředí.

Cílem předkládané zprávy je tak z hydrogeologického hlediska posoudit možnost vsakování srážkových vod do půdního prostředí, a to na dvou plochách předběžně pro vsakování navržených na parcelách č. 1037/12 a 1245/6, k.ú. Třebíč. Plánované vsakování by se v případě vhodných geologických a hydrogeologických podmínek mělo být realizováno pomocí povrchových vsakovacích prvků. Obě dotčené parcely jsou ve vlastnictví Města Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 674 01 Třebíč. Topografickou pozici lokality vyjadřuje obrázek č. 1 a 2, plánované umístění vsakovacích prvků je znázorněno v příloze č. 1.

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

Geologický úkol byl zpracován pod názvem „Hydrogeologický průzkum - Revitalizace veřejného prostoru u ZŠ Na Kopcích, Třebíč“. Účelem geologických prací byl popis geologických a hydrogeologických poměrů lokality (geologický profil, rozlišení jednotlivých typů půd, zjištění úrovně hladiny podzemní vody, realizace vsakovacích zkoušek apod.) s cílem posouzení záměru vsakování srážkových vod. Geologický úkol byl zpracován na úrovni podrobného geologického průzkumu.

b) Objednatel, organizace, odpovědný řešitel geologických prací je Ing. David Bauer, Kremláčkova 456, 674 01 Třebíč a zhotovitelem -odpovědným řešitelem Mgr. Antonín Kopřiva, Zahradní 591/36, 674 01 Třebíč.

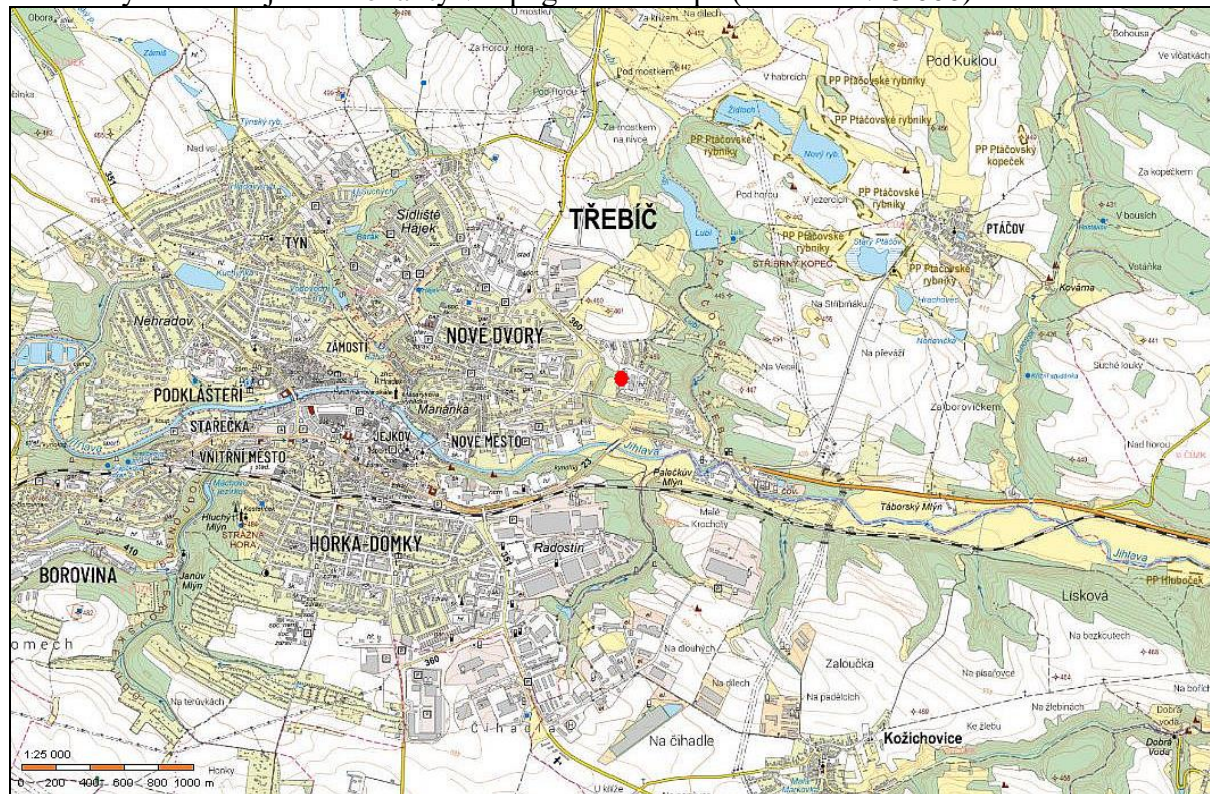
### c) Charakteristika záměru

Ve specifikovaném prostoru je uvažováno s revitalizací veřejného prostoru před objektem ZŠ Na Kopcích (vybudování herních prvků, workoutové hřiště, fitness překážková dráha, úprava zpevněných povrchů, parkovací stání apod.). Ve stávajícím stavu odtékají veškeré dešťové vody ze zpevněných ploch a střech do dešťové kanalizace bez jejich zdržení či využívání. Roční odtok dešťových vod je odhadován na 2572 m<sup>3</sup>. Návrh řeší decentralizované nakládání s dešťovými vodami ze zpevněných ploch a střechy školy, včetně možnosti jejího využití. Dlážděné plochy budou odvodněny do zasakovacích průlehlů, které budou zatravněny. Přípojky dešťové kanalizace, které odvádějí vody z ploché střechy ZŠ, budou přepojeny na nové kanalizační potrubí se zaústěním do retenční nádrže rovněž s přepadem do vsakovacího zařízení. S ohledem na bezpečnost systému je navržen přepad ze vsaku do stávající dešťové kanalizace. Dimenze retenční nádrže a vsakovacího zařízení bude upřesněna v dalším stupni PD s ohledem na výsledky předkládaného průzkumu.

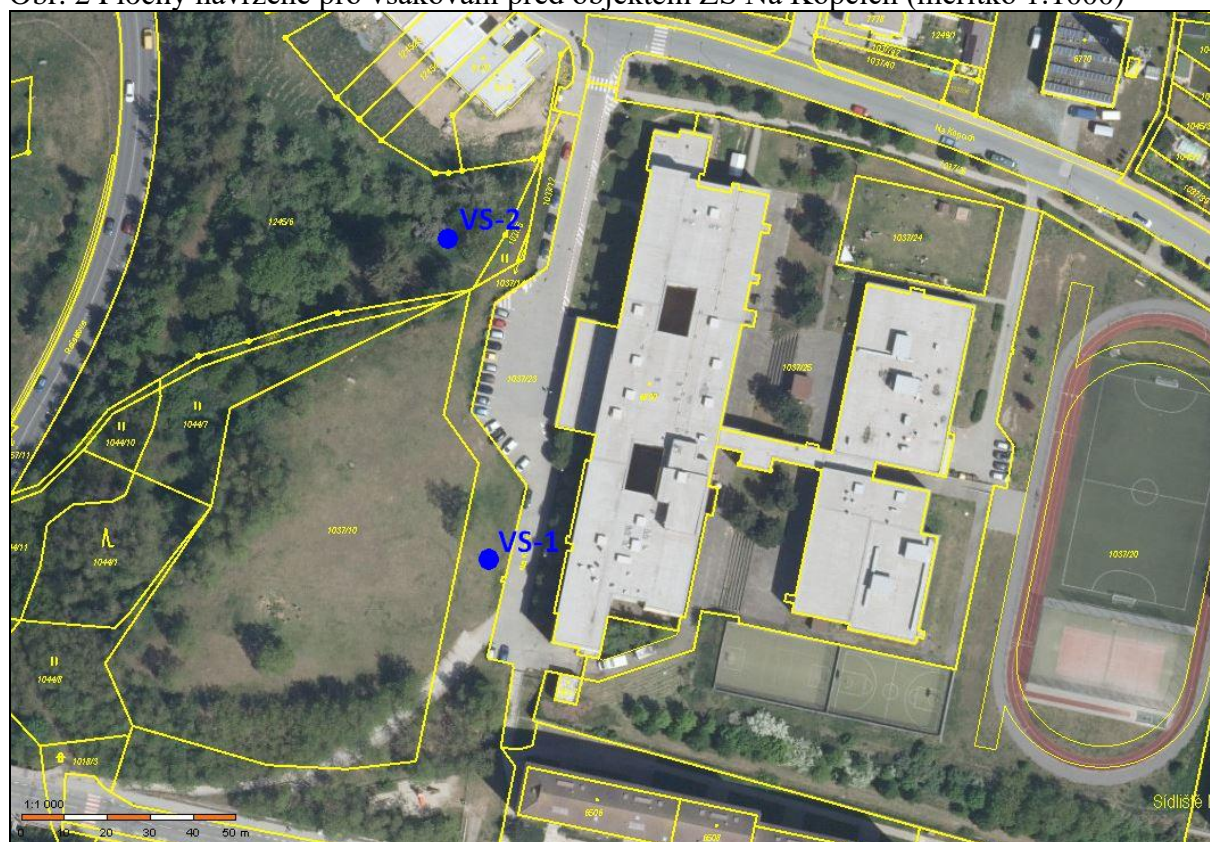
Lokalizace prostoru průzkumu:

Kraj Vysočina, okres Třebíč, k.ú. Třebíč (769738), parcely č. 1037/12, 1245/6

Obr. 1 Vymezení zájmové lokality v topografické mapě (měřítko 1:25 000)



Obr. 2 Plochy navržené pro vsakování před objektem ZŠ Na Kopcích (měřítko 1:1000)



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

## 2. Podklady pro zpracování posudku

Zhotovitel vycházel při zpracování posudku z následující dokumentace a podkladů z archivu zpracovatele:

- - topografická mapa 1 : 25 000 list 23-424 Třebíč
- geologická mapa 1 : 50 000 list 23-42 Třebíč
- hydrogeologická mapa 1 : 50 000 list 23-42 Třebíč
- vodohospodářská mapa 1 : 50 000 list 23-42 Třebíč
- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- Zpráva o provedení inženýrskogeologického průzkumu silnice II/360 – Rafaelovy ulice v Třebíči (Pacák F., Unigeo Ostrava, 1987)
- Inženýrskogeologický průzkum – Třebíč – Hájek, Brněnská – 7. stavba /I, stupeň: PP (Růžicková B., Geoindustria, závod Jihlava, 1990)
- Zpráva inženýrskogeologického průzkumu Třebíč – Brněnská – 7. stavba (Růžicková B., Geoindustria, závod Jihlava, 1987)

## 3. Přírodní poměry zájmového území

### 3.1 Topografické a geomorfologické poměry

Lokalita se nachází v severovýchodní části města Třebíč v městské části Nové Město v obytné lokalitě Na Kopcích. Nejbližší okolí je z východu tvořeno objektem ZŠ (a MŠ) Na Kopcích, ze západu pak sadem uklánějícím se do ulice Rafaelova. V jižním sousedství probíhá ulice Modřínová; v prostoru mezi touto ulicí a ulicí Brněnská je počítáno s výstavbou šesti bytových domů. S dalším rozvojem staveb pro bydlení je uvažováno severně od řešeného území v návaznosti na již realizované řadové rodinné domy v ulici Na Kopcích.

Terén před objektem školy je zpočátku rovinný, postupně pak mírně a následně i strměji se uklánějící k západu do ulice Rafaelova (severovýchodní obchvat Třebíče). Plocha je částečně zatravněná, na ukloněném svahu má charakter sadu (ovocné a jehličnaté stromy, náletové dřeviny a traviny), aktuálně převážně neudržovaného. Nadmořská výška terénu se pohybuje kolem 440 m, směrem k západu klesá až na 430 m.

Z geomorfologického hlediska posuzovaná lokalita spadá podle regionálního členění reliéfu ČR do Česko-moravské subprovincie, do oblasti Českomoravské vrchoviny, celku Jevišovské pahorkatiny, podcelku Jaroměřické kotliny a okrsku Třebíčské kotliny.

### 3.2 Geologické poměry zájmového území

Z regionálně geologického hlediska město Třebíč (s výjimkou jeho nejzápadnější části) a blízké okolí spadá do prostoru trebičského masívu tvořeného usměrněnými porfyrickými melanokratickými amfibolicko-biotitickými syenity, které přibýváním křemene přecházejí až do melanokratických 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 hojné 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 (viz geologická mapa 23-42 Třebíč). Metamorfované horniny pláště třebíčského masívu se nacházejí až ve vzdálenosti cca 3 km západně od posuzované lokality (Poušov, Řípov).

V blízkosti lokality probíhá velmi významný tzv. třebíčský zlom v.-z. směru, které rozděluje těleso třebíčského masívu na dvě poloviny. V severní polovině, na které se nachází rovněž předmětné parcely, vystupují skalní horniny výrazně blíže k povrchu, což dokládá celá řada skalních výchozů a stěn v blízkém okolí. Za okraj třebíčského zlomu je možné označit již strmý terénní schod směrem do údolní nivy Jihlavy, z širšího pohledu pak celou údolní nivu Jihlavy od Poušova až po Vladislav.

Horniny skalního podloží jsou směrem k povrchu rozpukané a rozložené v charakteristická balvanitá, šterkovitá a hrubě písčítá eluvia, přecházející v písčito-hlinitá deluvia, jež jsou kryta svrchními hlinitými horizonty. Všeobecně propustnějšími jsou eluvia syenitů (durbachitů), která mají charakter písčitéjší, naopak pararulová eluvia v plášti třebíčského masívu obsahují větší procento hlinitých a jílovitých součástí.

V údolích vodních toků jsou podložní horniny překryty aluviálními náplavy rozmanitého charakteru. Tyto sedimenty se vyskytují především v plochem údolí (v nivě) řeky Jihlavy, méně pak v Ptáčovském žlebu. Fluviální uloženiny jsou zastoupeny především hlinitými šterky a písky, jež jsou překryty povodňovými hlínami, případně i jíly. Vzhledem k morfologické pozici výše ve svahu nad údolní nivou není třeba očekávat na lokalitě výskyt fluviálních sedimentů. Jihovýchodně od zájmové lokality v zástavbě rodinných domů v ulici Kremláčkova byly staršími geologickými průzkumy zjištěny relikty terciérních spraší, které mohou mít podstatný vliv na inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry z hlediska zakládání staveb, ale i vsakování srážkových vod.

Z hlediska starších geologických prací je možno konstatovat, že v blízkosti posuzované lokality byl v minulosti proveden v několika etapách inženýrsko-geologický průzkum s názvem „Inženýrskogeologický průzkum Třebíč – Hájek, Brněnská, 7. stavba (Růžicková B., Geoindustria, závod Jihlava 1987, 1990). V rámci tohoto průzkumu byla v širším okolí záměru vyhloubena celá řada průzkumných inženýrskogeologických vrtů pro posouzení základových poměrů pro stavbu sídliště Na Kopcích včetně objektů občanské vybavenosti (ZŠ a MŠ Na Kopcích), a to před zahájením výstavby v této lokalitě. Vrty JS-02 a JS-2 byly vyhloubeny v těsné blízkosti záměru vsakování srážkových vod (plocha označená jako VS-1 – viz obr. 2), a to ve vzdálenosti 12 m, resp. 40 m. Vrt JS-02 se nacházel na dnešním dlážděném prostranství před školou, vrt JS-2 přibližně v půdorysu vchodového traktu školy. Oba vrty zastihly jen velmi tenký pokryv zemin nad skalním podložím, dosahující do úrovně 0,25-0,5 m pod terénem. Další vrt J-4 byl vyhlouben v rámci průzkumu pro stavbu severovýchodního obchvatu Třebíče – viz Zpráva o provedení inženýrskogeologického průzkumu silnice II/360 – Rafaelovy ulice v Třebíči (Pacák F., Unigeo Ostrava, 1987), a to ve vzdálenosti cca 100 m západně. Rovněž tento vrt pak zastihl jen velmi malý pokryv zemin nad skalním podložím (0,3 m). Řada dalších geologických průzkumů pak byla provedena ve

východním směru (výstavba bytových a rodinných domů v ulicích Modřínová, Na Kopcích, Kremláčkova, Mjr. Krátkého). Je třeba zmínit, že v průběhu výstavby sídliště Na Kopcích byla pravděpodobně značná část původního terénu aplanována, případně překryta vrstvou antropogenních navážek. Zjištěné geologické podmínky, zejména s ohledem na mocnost navážek a hloubkou skalního podloží, se tak v jednotlivých místech mohou podstatně lišit.

### 3.3 Hydrologické a hydrogeologické poměry

Území v okolí posuzované lokality je generelně odvodňováno k východu až jihovýchodu do relativně strmě zaříznutého údolí v ulici Rafaelova, které směřuje k jihu do údolí řeky Jihlavy, protékající ve vzdálenosti cca 350 m. Nejjižnější část zájmové plochy se pak uklání přímo k jihu (do údolní nivy Jihlavy). Území náleží do dílčího povodí řeky Jihlavy, č. hydr. poř. 04-16-01-091, jehož plocha přesahuje 10 km<sup>2</sup> (Jihlava a její přítoky od ústí Týnského potoka až po ústí toku Lubí). Ve směru proudění podzemních vod ani v širším okolí se nenacházejí žádné vodní zdroje, které by mohly být jakkoliv ovlivněny realizací záměru.

Z hlediska hydrogeologické rajonizace (Michlíček et al. 1986) lze konstatovat, že území spadá do rajónu 6550 - Krystalinikum v povodí Jihlavy. V rámci tohoto rajónu lze vymezit svrchní průlinově propustnou zvědeň, 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 zvědeň 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 silně rozpukanými durbachity. Zcela zásadní roli hraje morfologická a tektonická pozice, neboť podzemní vody z široké oblasti lokality Na Kopcích jsou drenovány místní erozní bází, kterou tvoří úpatí údolní nivy řeky Jihlavy. Hladina podzemní vody je tak hluboce zaklesnutá a odvodnění probíhá formou puklinových pramenných vývěrů u paty svahu, případně skrytými přírony do sedimentů údolní nivy nebo přímo do vodního toku.

Ve zvětralinovém plášti nad skalním podložím se vytváří pouze občasný 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. Lokální směr proudění podzemních vod v zájmovém prostoru zcela jistě probíhá směrem k východu a jihovýchodu do údolí ulice Rafaelova, regionální pak směrem k jihu do údolí řeky Jihlavy. Záměr se nebude nacházet v blízkosti ochranných pásem vodních zdrojů.

#### 4. Posouzení lokality

##### 4.1 Inženýrskogeologická a hydrogeologická charakteristika zájmové lokality

Geologické posouzení záměru vychází z místního šetření a rovněž terénních a technických prací, které byly provedeny dne 16.8.2023. Pro posouzení záměru vsakování srážkových vod byly na obou parcelách v místech předpokládaného vsakování vyhloubeny dvě kopané sondy VS-1 a VS-2 (viz obr. 2 a příloha 1), a to až na úroveň skalního podloží (do hloubky 1,6 m, resp. 2,5 m). Geologické profily zastižené v kopaných sondách jsou přehledně uvedeny v následujících tabulkách. Fotodokumentace kopaných sond je uvedena v příloze 2.

Dokumentace kopané sondy VS-1:

Datum: 16.8.2023  
Hloubka sondy: 1,6 m  
Souřadnice JTSK: y = 648990, x = 1152366 (odečteno z katastrální mapy)  
Nadmořská výška: z = 440 m n.m. (odečteno z topografické mapy)  
Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva

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

od (m)	do (m)	zařídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001) symbol (ČSN EN ISO 14688-2)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.25	O/Y	Drn, navázka, hlína písčitá, humózní, prorostlá kořínky, slabě vlhká až suchá	2
0.25	0.80	Y S4SM/S3S-F	Navázka, přemístěné okolní zeminy, převážně písek hlinitý až písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehý, s cizorodými úlomky, suchý	2
0.80	0.90	O	Původní pohřbená ornice, hlína písčitá, slabě humózní	2
0.90	1.10	S3S-F/G3G-F	Eluvium – zvětralinový pokryv podložních skalních hornin, hrubý písek až jemný štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, hnědý až hnědočerný, slídnatý, ulehý, suchý, reliktní struktura zachována, směrem do podloží ubývání jemnozrnné frakce	3
1.10	1.60	R5/R4	Skalní podloží, zcela až silně zvětralá durbachit, hustota puklin velká (do 20 cm)	4
1.60	-	R3	Skalní podloží, mírně zvětralá durbachit, hustota puklin střední (20-60 cm)	5-6

Hladina podzemní vody nezastižena

Dokumentace kopané sondy VS-2:

Datum: 16.8.2023

Hloubka sondy: 2,5 m

Souřadnice JTSK: y = 649009, x = 1152296 (odečteno z katastrální mapy)

Nadmořská výška: z = 437 m n.m. (odečteno z topografické mapy)

Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva

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

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 1001) symbol (ČSN EN ISO 14688-2)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.40	O	Drn, hlína písčitá, humózní, prorostlá kořínky, slabě vlhká až suchá	2
0.40	1.20	S5SC	Smíšený deluvioeolický sediment, sprašové hlíny a svahoviny, písek jílovitý, pevný, světle hnědý až bělavý, suchý, s drobnými úlomky	2
1.20	2.50	S3S-F/G3G-F	Eluvium – zvětralinový pokryv podložních skalních hornin, hrubý písek až jemný štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy, hnědý až hnědočerný, slídnatý, ulehlý, suchý, reliktní struktura zachována, směrem do podloží ubývání jemnozrnné frakce	3
2.50	-	R5/R4	Skalní podloží, zcela až silně zvětralá durbachit, hustota puklin velká (do 20 cm)	4-5

Hladina podzemní vody nezastižena

Geologická stavba území, popis hornin skalního podloží, včetně charakteristiky zvětralinového pláště a pokryvných útvarů byla v obecné úrovni popsána v kapitole 3.2 předkládaného posudku. Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou potvrdil obecnou platnost regionálního schématu, nicméně v obou kopaných sondách byl zjištěn odlišný geologický profil.

Kopaná sonda VS-1 byla situována v místech, kdy byl již předchozími průzkumy (Růžicková B.; 1987, 1990) zjištěn velmi malý pokryv zemin na skalním podloží. Tomu odpovídá i zjištěný geologický profil. Až do úrovně 0,8 m byla zastižena vrstva navážek. Ta má v nejsvrchnější části charakter humózní písčité hlíny, níže pak přemístěných okolních zemin - písku hlinitého až písku s příměsí jemnozrnné zeminy (dle ČSN 73 6133 třídy S4SM/S3S-F). Zemina je ulehlá, již zcela konsolidovaná a byla s velkou pravděpodobností využita na dorovnání terénu před objektem školy krátce po její výstavbě. Ojedinele jsou přítomny cizorodé úlomky (hrubý makadam, štěrk apod.). Vzhledem k dlouhodobému bezsrážkovému období a vysokým teplotám před provedením průzkumu je zemina prakticky suchá. Níže v intervalu 0,8-0,9 m byla zastižena původní vrstva pohřbené ornice, nyní překrytá svrchními navážkovými vrstvami. V intervalu 0,9-1,1 m se již nachází eluvium – zvětralinový pokryv podložních skalních hornin. Jedná se o materiál nepřemístěný vzniklý zvětrávacími procesy podložního skalního masivu, který je možné dle ČSN EN ISO 14688-2 charakterizovat jako písek (Sa) až štěrk (Gr), dle ČSN 73 6133 pak jako hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy (třída S3S-F) až jemný štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy (třída G3G-F), tedy typický produkt zvětrávání podložních skalních hornin - durbachitů na ploše trebičského masivu. Zcela je zachována textura podložních hornin – durbachitů. Z hlediska propustnosti

se jedná o relativně propustnou vrstvu pro zasakování srážkových vod, nicméně zemina velmi rychle přechází do zcela až silně zvětralé skalní horniny, takže hranice stanovená na 1,1 m je spíše orientační. Skalní hornina má charakter zcela až silně zvětralých durbachitů (dle ČSN 73 6133 třídy R5/R4) s velkou hustotou puklin (střední vzdálenost puklin do 20 cm), nicméně pukliny jsou převážně překryté díky vysoké alteraci. V konečné hloubce kopané sondy v úrovni 1,6 m již byla zastižena kompaktní skalní hornina – mírně zvětralý durbachit (dle ČSN 73 6133 třídy R3), který je již obtížně těžitelný běžnými těžebními mechanismy (těžitelnost až 6. třídy dle ČSN 73 3050). V celém profilu nebyly zaznamenány přítoky podzemních vod; hladina podzemní vody se s vysokou pravděpodobností nachází velmi hluboce zaklesnutá ve skalním prostředí.

V kopané sondě VS-2 byl geologický profil odlišný. Sonda se nachází již v prostoru sadu na ukloněném terénu o cca 3 m níže než sonda VS-1. Pod relativně mocnou vrstvou ornice – humózní hlíny (40 cm) byly až do úrovně 1,2 m zastiženy smíšené deluvioeolické sedimenty. Jedná se o relikt spráší a sprašových hlín, které byly z vyšších poloh přemístěné svahovými pohyby. Zemina má víceméně prachovitý charakter, ovšem s vysokým zastoupením písčité frakce. Dle ČSN 73 6133 je možné ji označit jako písek jílovitý (S5SC). Konzistence je pevná, zemina je opět prakticky suchá, barva je zřetelně světle hnědá až bělavá.

Níže již bylo zastiženo eluvium – zvětralinový pokryv podloží skalních hornin, prakticky shodného charakteru jako v kopané sondě VS-1, tedy hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy (třída S3S-F) až jemný štěrk s příměsí jemnozrnné zeminy (třída G3G-F). Vrstva má ovšem tentokrát podstatně vyšší mocnost, což je obecně velmi příznivé pro vsakování srážkových vod. Byla zjištěna v intervalu 1,2-2,5 m. V úrovni 2,5 m pak bylo zastiženo skalní podloží - zcela až silně zvětralý durbachit. Podzemní voda opět zastižena nebyla a je rovněž očekávána velmi hluboce zaklesnutá ve skalním prostředí.

#### 4.2 Posouzení záměru vsakování srážkových vod

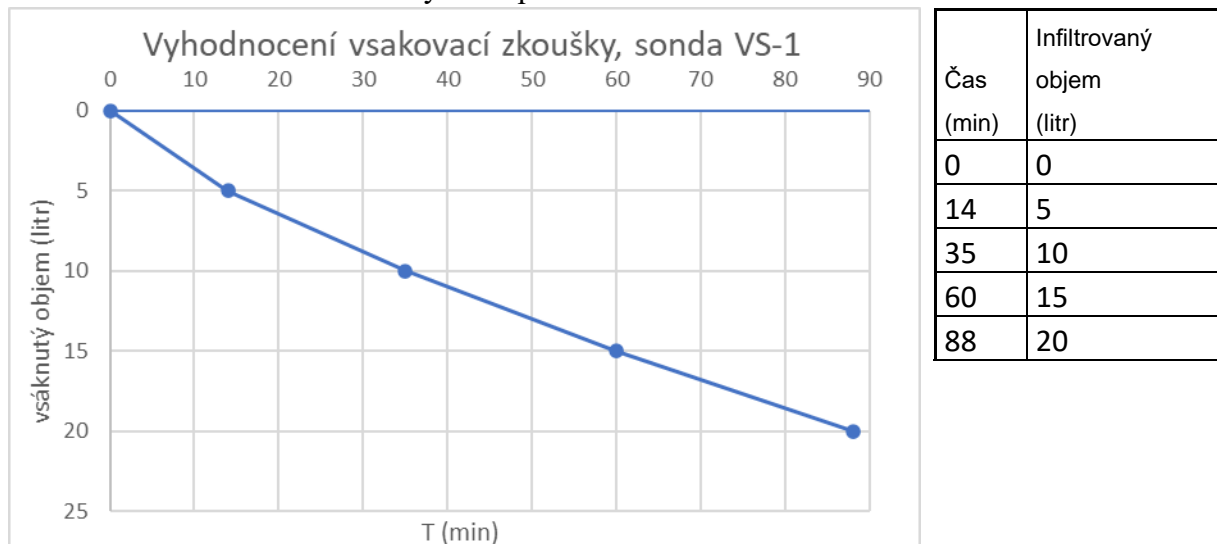
Pro likvidaci srážkových vod je počítáno s jejich retencí a vybudováním přepadu do povrchových vsakovacích zařízení (vsakovacích průlehů, drenů apod.) a vybudováním přepadu do dešťové kanalizace. Hydrogeologické poměry na lokalitě lze hodnotit jako jednoduché, protože hladina podzemní vody se nachází zaklesnutá ve skalním podloží (dle ČSN 75 9010 nelze vsakovat přímo do hladiny podzemních vod, je tedy nutné mít dostatečně mocnou filtrační vrstvu). Pro posouzení záměru je tak rozhodující zejména propustnost a mocnost zastižené propustné vrstvy zemin na lokalitě.

##### 4.2.1 Vsakovací zkoušky

Kopané sondy VS-1 a VS-2 byly po jejich geologické dokumentaci rozšířeny a uzpůsobeny pro realizaci vsakovacích zkoušek. Do vodorovných plošin, vybudovaných v úrovni 0,9 m, resp. 0,6 m byl zaražen nerezový válec o průměru 40 cm, který byl naplněn vodou do úrovně 8 cm nade dnem (objem vody 10 litrů). Po úplném vsaku 10 litrů byl shodný objem opět doplněn o 10 litrů (u sondy VS-1 1x, u sondy VS-2 2x). 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>.

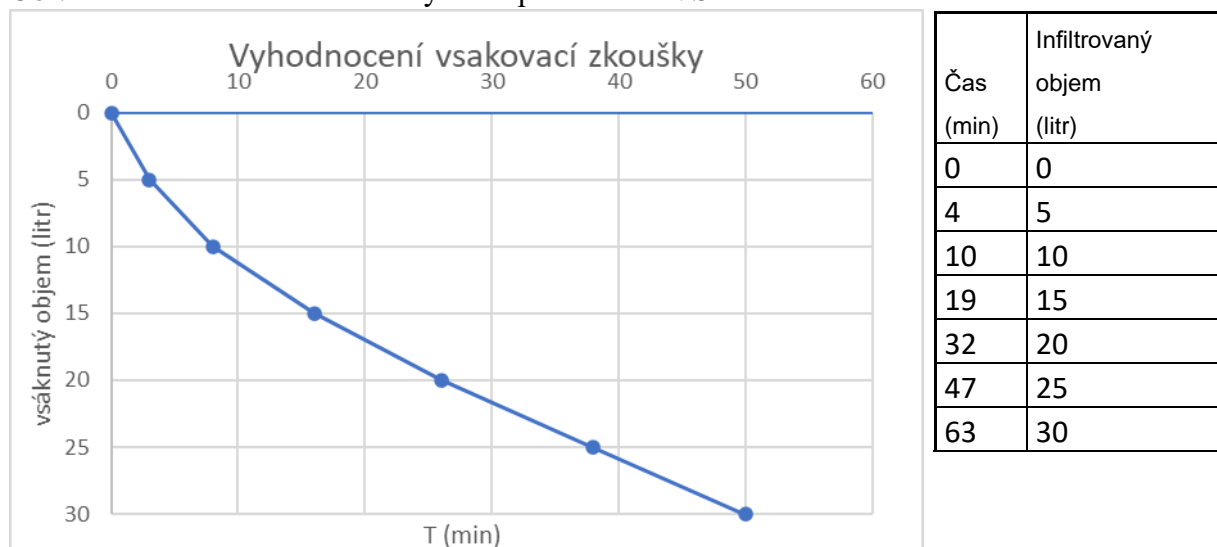
V případě sondy VS-1 byla při zapaštění válce do úrovně 0,9 m vsakovací zkouškou testována potenciálně propustná eluviální vrstva hrubých písků až štěrků s příměsí jemnozrnné zeminy (třídy S3S-F/G3G-F) v intervalu 0,9-1,1 m. Ihned po napaštění bylo zahájeno kontinuální sledování poklesu hladiny v čase. Vsakovací zkouška na sondě VS-1 byla ukončena po 88 minutách, kdy došlo k úplnému vsaku 20 litrů (při celkovém poklesu hladiny o 16 cm). Znázornění průběhu zasakovací zkoušky je znázorněno na obrázku č. 3.

Obr. 3 Průběh vsakovací zkoušky na kopané sondě VS-1



Na sondě VS-2 byla při zapaštění válce do úrovně 0,6 m testována vrstva deluvioeolických zemin – jílu písčitéch (třída S5SC) v intervalu 0,6-1,2 m. Zkouška na sondě VS-2 byla ukončena po 63 minutách, kdy došlo k úplnému vsaku 30 litrů (při celkovém poklesu hladiny o 24 cm). Znázornění průběhu zasakovací zkoušky je znázorněno na obr. č. 4.

Obr. 4 Průběh vsakovací zkoušky na kopané sondě VS-2



Vyhodnocení vsakovacích zkoušek bylo provedeno dle ČSN 75 9010 Návrh, výstavba a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod stanovením koeficientu vsaku  $k_v$  ( $\text{m.s}^{-1}$ ), 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  $Q_{zkVS-1}$  a  $Q_{zkVS-2}$  činil 20 litrů za 88 minut, respektive 30 litrů za 63 minut. Úvodní fáze vsakovacích zkoušek (5 litrů za 14 min; 15 litrů za 19 min) však byla z vyhodnocení vyloučena a započtena byla až zbývající fáze, kdy již došlo k ustálení vsakování (na počátku dokázalo k infiltraci rychleji z důvodu nenasyčení zeminy vodou). To odpovídá rychlosti vsaku (resp. objemu infiltrované vody v průběhu vsakovací zkoušky)  $3,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  u zeminy charakteru eluviální štěrkopísčité zeminy a  $5,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  u zeminy charakteru písku jílovitého. Zkušební vsakovací plochu je možno v obou případech přesně definovat na  $A_{zk} = 0,126 \text{ m}^2$  (půdorysná plocha nerezového válce). **Koeficienty vsaku  $k_v$  tak dosahují hodnot  $k_{v-VS-1} = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$  a  $k_{v-VS-2} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ .** Zjištěné výsledky jsou podrobně diskutovány v následujícím textu.

Oproti očekávání byla téměř o polovinu nižší hodnota koeficientu vsaku zjištěna v prostředí sondy VS-1 před objektem školy, kde bylo testována vrstva eluviálních hrubých písků až štěrků s příměsí jemnozrnné zeminy (třídy S3S-F/G3G-F), zatímco hodnota koeficientu vsaku v prostředí sondy VS-2 testující prostředí písků jílovitých (třída S5SC) byla podstatně vyšší, a to i přes přítomnost jemnozrnné (potenciálně méně propustné) frakce. Tato skutečnost je však s velmi vysokou pravděpodobností dána geologickými a geotechnickými faktory obou míst určených pro vsakování.

Evidentní příčinou nižší hodnoty koeficientu vsaku v prostředí sondy VS-1 před objektem školy je velmi mělce uložené skalní podloží. Již v úrovni 1,1 m pod terénem byly zastíženy zcela až silně zvětralé skalní horniny. Mocnost propustné (a testované) vrstvy nad skalním podložím tak dosahovala pouhých 20 cm a přítomnost podstatně méně propustného skalního podloží se na výsledku vsakovací zkoušky bezesporu projevila. Jen velmi omezená mocnost propustných zemin je tak podstatným limitem pro vsakování většího objemu srážkových vod, kdy velmi rychle dochází ve vertikálním směru k nasycení propustné vrstvy a k dalšímu vsakování pak dochází převážně v horizontálním směru (po sklonu nepropustného skalního podloží).

Relativně vysokou hodnotu koeficientu vsaku v prostoru sondy VS-2 pak lze vysvětlit geotechnickými vlastnostmi testovaných zemin. Jakkoliv zemina je z hlediska ČSN 73 6133 klasifikována jako písek jílovitý (třída S5SC), významnou roli hraje geneze tohoto typu

zeminy. Zemina vznikla přemístěním původních spraší a sprašových zemin, které se vyznačují vysokým obsahem prachovité složky (a nikoliv jílovité), velmi vysokou porozitou a dobrou propustností. V průběhu svahových procesů byla dále nabohacena o písčitou frakci z okolních zvětralin. Propustnost definovaná koeficientem vsaku tak dosahuje vysokých hodnot. Pod vrstvou písků jílovitých se navíc vyskytuje v intervalu 1,2-2,5 m eluviální hrubě písčité až šterkovitá vrstva, která je rovněž velmi dobře propustná a díky své mocnosti má navíc značnou infiltrační kapacitu pro vsakování srážkových vod. Ze zjištěných skutečností tak vyplývají následující závěry:

- Z hydrogeologického hlediska jak prostředí eluviálních zemin – hrubých písků až šterků s příměsí jemnozrnné zeminy (VS-1) tak deluvioeolické písčitojílovité (prachovité) sedimenty (VS-2) splňují podmínku pro zasakování srážkových vod do horninového prostředí (dle ČSN 75 9010 musí být hodnota koeficientu vsaku vyšší než  $1 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ ).
- Místo určené pro vsakování srážkových vod před objektem školy (VS-1) lze využít pro vsakování srážkových vod jen omezeně díky velmi malé mocnosti propustných sedimentů (20 cm) a nepropustnému skalnímu podloží velmi mělce pod terénem (1,1 m, resp. 1,6 m). S velkou pravděpodobností však lze očekávat, že směrem k západu bude narůstat jak úroveň zahloubení skalního podloží, tak mocnost propustných sedimentů (původně svažité terén byl před objektem školy upraven do roviny vrstvami navážek).
- Pro výpočet parametrů vsakovacího prvku v prostředí sondy VS-1 (před objektem školy) doporučuji uvažovat s hodnotou koeficientu vsaku  $k_v = 2,7 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ . Je však nezbytné počítat jen s velmi omezenou mocností propustné vrstvy (20 cm). U mělkého vsakovacího prvku (vsakovacího průlehu apod.) tak doporučuji umístění jeho dna již do prostředí vrstvy navážek (cca 0,5-0,7 m), aby byla využita jak infiltrační kapacita navážkové vrstvy, tak zvětralinového pokryvu. Při hlubším umístění bude vsakování srážkových vod ve vertikálním směru podstatně omezeno přítomností nepropustného skalního podloží v blízkosti dna vsakovacího prvku.
- Při nutnosti zvýšení kapacity vsakovacího prvku před objektem školy navrhuji jeho posunutí v západním směru, kde bude mocnost propustných sedimentů vyšší. Relativně nízká hodnota koeficientu vsaku a omezená mocnost musí být kompenzována dostatečným objemem vsakovacího prvku.
- Místo určené pro vsakování srážkových vod v prostoru sadu (VS-2) je pro vsakování srážkových vod vhodné bez omezení. Až do úrovně 1,2 m se vyskytují propustné písčitojílovité (prachovité) sedimenty, níže až do 2,5 m propustné písčitošterkovité sedimenty. Dostatečná mocnost propustných zemin umožňuje infiltraci srážkových vod i ve větším objemu, a to jak pomocí povrchových, tak podzemních vsakovacích prvků. Pro výpočet kapacity vsakovacího zařízení doporučuji počítat s hodnotou koeficientu vsaku  $k_v \sim 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ . Dno vsakovacího prvku je v případě povrchového vsakování možné umístit do původně projektované hloubky cca 1 m.

- Vsakování v prostoru sadu je vhodné i z důvodu přítomnosti vegetace a vzrostlých stromů, které jsou schopné kořenovým systémem zejména v letních měsících spotřebovat značný objem zasakováných vod.
- Bude-li to z technického hlediska možné, doporučuji u obou vsakovacích prvků vybudování bezpečnostního přepadu do dešťové kanalizace.
- V širším okolí záměru a ve směru proudění infiltrovaných srážkových vod (k východu až jihovýchodu) se nenacházejí žádné zdroje podzemních vod ani objekty, které by mohly být vsakováním negativně ovlivněny. 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 zejména udržení kvality zasakováných 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 vsakování primárně ze střechy školy a zpevněných povrchů s minimálním pohybem motorových vozidel.
- Terén v místě záměru vsakování před objektem školy je zcela rovinný s mělce uloženým skalním podložím. Terén v místě vsakování v prostoru sadu je mírně svažité směrem k západu. S ohledem na geologické faktory (skalní podloží v úrovni 2,5 m, příznivé smykové parametry eluviálních zemin, nepřítomnost podzemní vody) nehrozí při vsakování srážkových vod v uvedených místech riziko svahových deformací. V případě posunu vsakovacího prvku VS-1 západním směrem doporučuji dodržení odstupové vzdálenosti minimálně 10 m od hrany svahu (místa kde se rovinný terén mění na strmě svažité).
- Z hlediska střetů s dalšími zájmy chráněnými zvláštními předpisy je třeba dodržet předepsaná ochranná pásma podzemních inženýrských sítí (vodovod, VN, NN, plynovod, kanalizace, telefon, ...). Další střety zájmů nebudou provozem vsakovacího zařízení dotčeny.

## 5. Závěry a doporučení

V rámci předkládaného posudku byly hodnoceny geologické a hydrogeologické poměry pro vsakování srážkových vod na parcelách č. č. 1037/12 a 1245/6, k.ú. Třebíč v rámci akce „Revitalizace veřejného prostoru u ZŠ Na Kopcích“, kde je na dvou vytipovaných místech plánováno vsakování srážkových vod ze zpevněných povrchů a střechy ZŠ do mělkých vsakovacích prvků.

Z hlediska vsakování lze geologické a hydrogeologické poměry lokality v uvedeném prostoru označit za spolehlivě ověřené a vhodné pro vsakování. Limitem travnaté plochy před objektem školy je jen malá mocnost propustných sedimentů a mělce uložené skalní podloží. Zde byl navržen částečný posun vsakovacího prvku směrem k západu.

Prostor ve stávajícím sadu je možné pro vsakování označit za vhodný, a to jak z hlediska propustnosti zastižených zemin, tak jejich mocnosti.

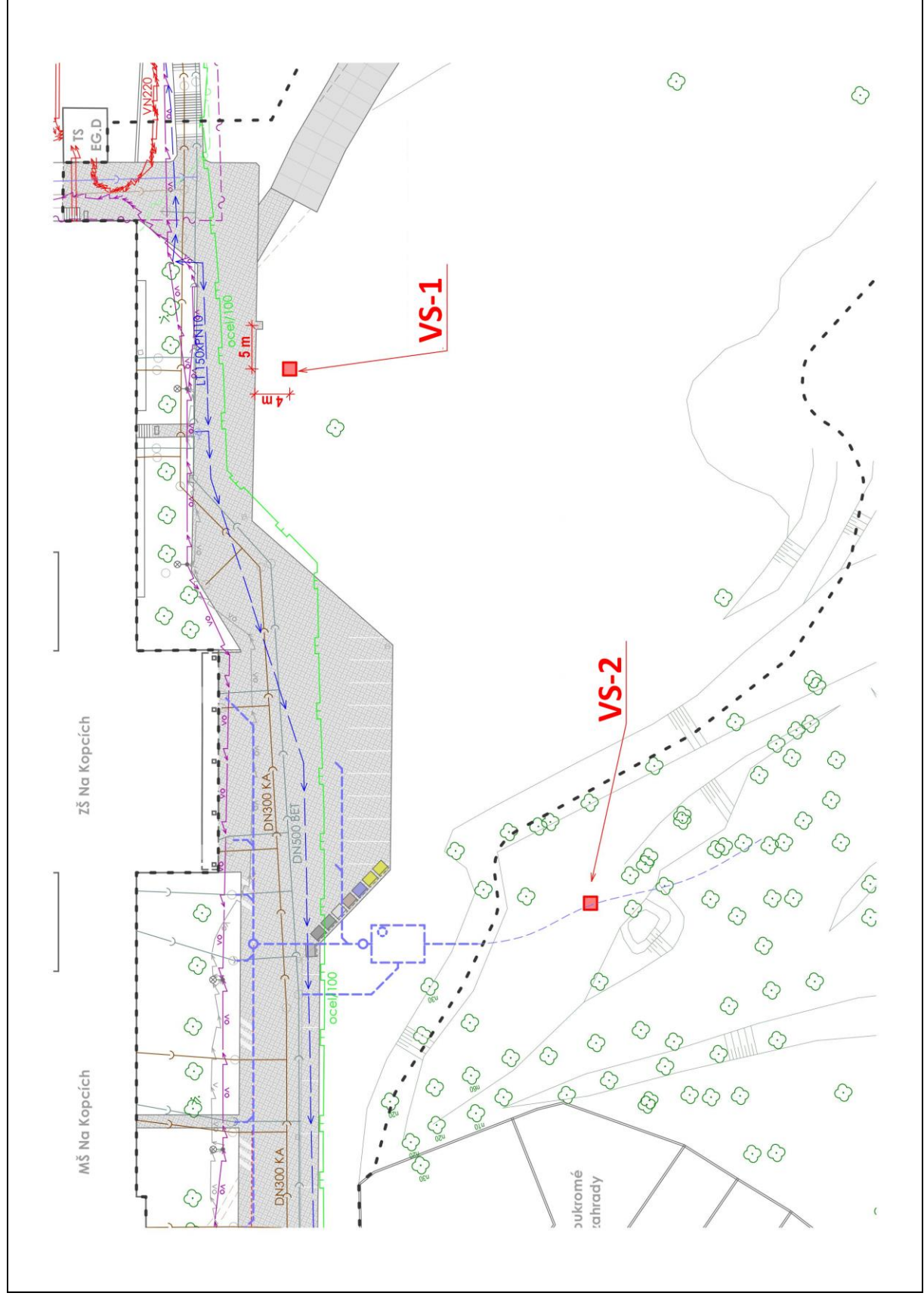
Hladina podzemní vody nebyla zastižena v žádné z kopaných sond, velmi pravděpodobně se nachází hluboce zaklesnutá ve skalním prostředí a vsakování srážkových vod a činnost vsakovacích prvků nebude ovlivňovat.

Realizací uvedeného záměru nedojde k ohrožení okolních stavebních objektů, negativním svahovým deformacím ani střetům zájmů ochrany podzemních vod a životního prostředí.

V Třebíči 22. 8. 2023

Mgr. Antonín Kopřiva

Úkol: Hydrogeologický průzkum - Revitalizace veřejného prostoru u ZŠ Na Kopcích, Třebíč	
Název přílohy:	Umístění vsakovacích sondy VS-1 a VS-2
Zpracoval:	Mgr. Antonín Kopřiva
	Ing. David Bauer
	Datum: srpen 2023
	Měřítko 1:500
	Příloha: 1



Úkol: Hydrogeologický průzkum - Revitalizace veřejného prostoru u ZŠ Na Kopcích, Třebíč	
Název přílohy:	FOTODOKUMENTACE
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: srpen 2023
	Příloha: 2

Dokumentace kopané sondy VS-1



Vsakovací zkouška VS-1



Dokumentace kopané sondy VS-2



Vsakovací zkouška VS-2

