

Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum

Park Kremláčkova, 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, září 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 „Park Kremláčkova, Třebíč“. Záměrem objednatele je posouzení inženýrskogeologických a hydrogeologických, případně i pedologických poměrů pro záměr vybudování parku ve východní části sídliště Na Kopcích v Třebíči. Investorem akce je Město Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 67401 Třebíč

Cílem předkládané zprávy je tak z inženýrskogeologického hlediska posoudit záměr vybudování otevřené vodní plochy, která je navržena v jižní části zájmového území (na p.č. 1037/9, 1023/3, k.ú. Třebíč). Součástí je rovněž zhodnocení charakteru zemin ve svrchních částech profilů, a to z hlediska záměru výsadby zeleně. V severní části (na p.č. 1037/49) je pak navrženo částečné vsakování srážkových vod, cílem je tak z hydrogeologického hlediska posoudit možnost vsakování srážkových vod do půdního prostředí. Plánované vsakování by se v případě vhodných geologických a hydrogeologických podmínek mělo být realizováno pomocí hlubinného vsakovacího prvku. Všechny dotčené parcely jsou ve vlastnictví Města Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 674 01 Třebíč. Topografickou pozici lokality vyjadřuje obrázek č. 1 a 2.

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

Geologický úkol byl zpracován pod názvem „Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum – Park Kremláčkova, Třebíč“. Účelem geologických prací byl popis geologických a hydrogeologických poměrů lokality (geologický profil, rozlišení jednotlivých typů půd, zjištění úrovně hladiny podzemní vody, realizace vsakovací zkoušky apod.) s cílem posouzení záměru vybudování vodní plochy, krajinných prvků a 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. Technické (vrtné a kopné) práce byly realizovány subdodavatelsky.

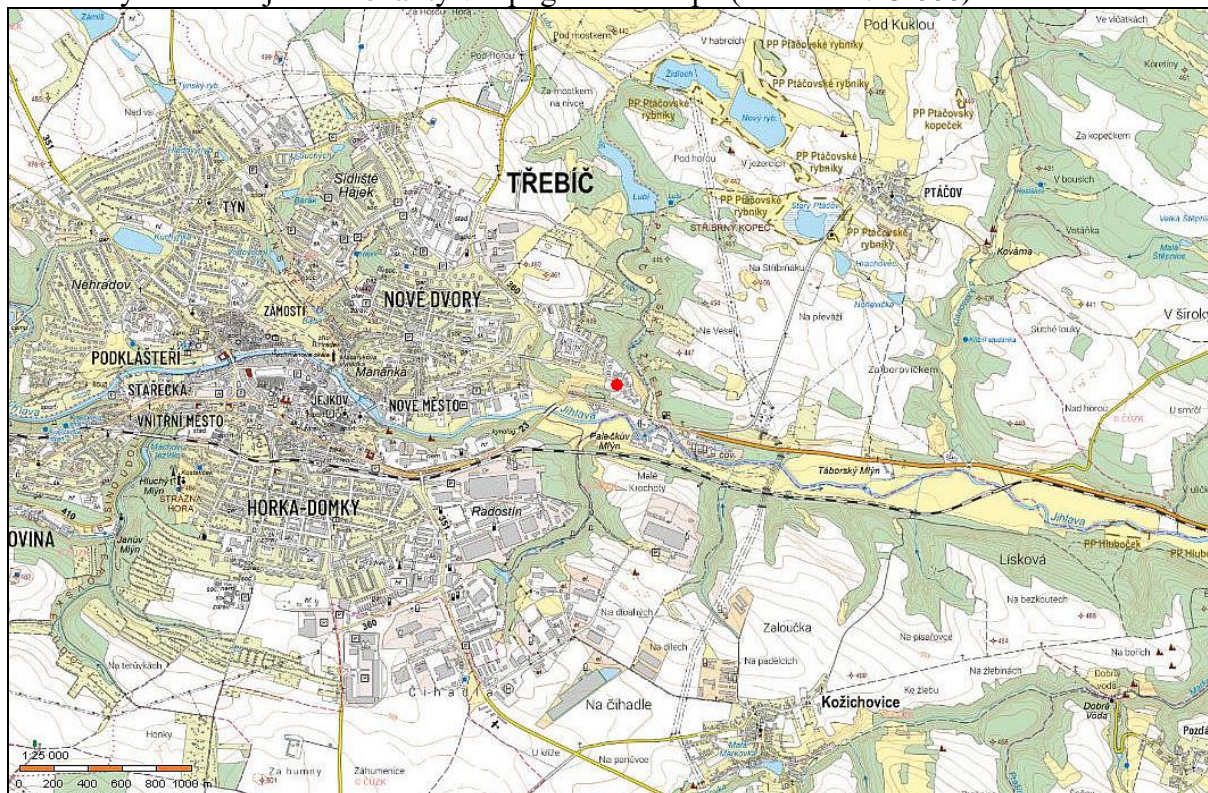
c) Charakteristika záměru

V jižní části specifikovaného prostoru je uvažováno s vybudováním otevřené vodní plochy – nádrže, do které budou zaústěny srážkové vody z 5 bytových domů (Kremláčkova ul. Č.p. 455 a 456, ul. Na Kopcích č.p. 392, 393, 394 – odvodňovaná plocha 1738 m²). Rozměry nádrže budou dosahovat 570 m² při provozní a 830 m² při maximální hladině (orientační rozměry nádrže cca 50x13 m). Srážkové vody ze zpevněných ploch v okolí BD na ul. Na Kopcích 392-394 budou svedeny do vsakovacího prvku na p.č. 1037/49 (úkapy látek z motorových vozidel a splachy posypové soli vylučují její zaústění do nádrže). Dimenze vsakovacího zařízení bude upřesněna v dalším stupni PD s ohledem na výsledky předkládaného průzkumu.

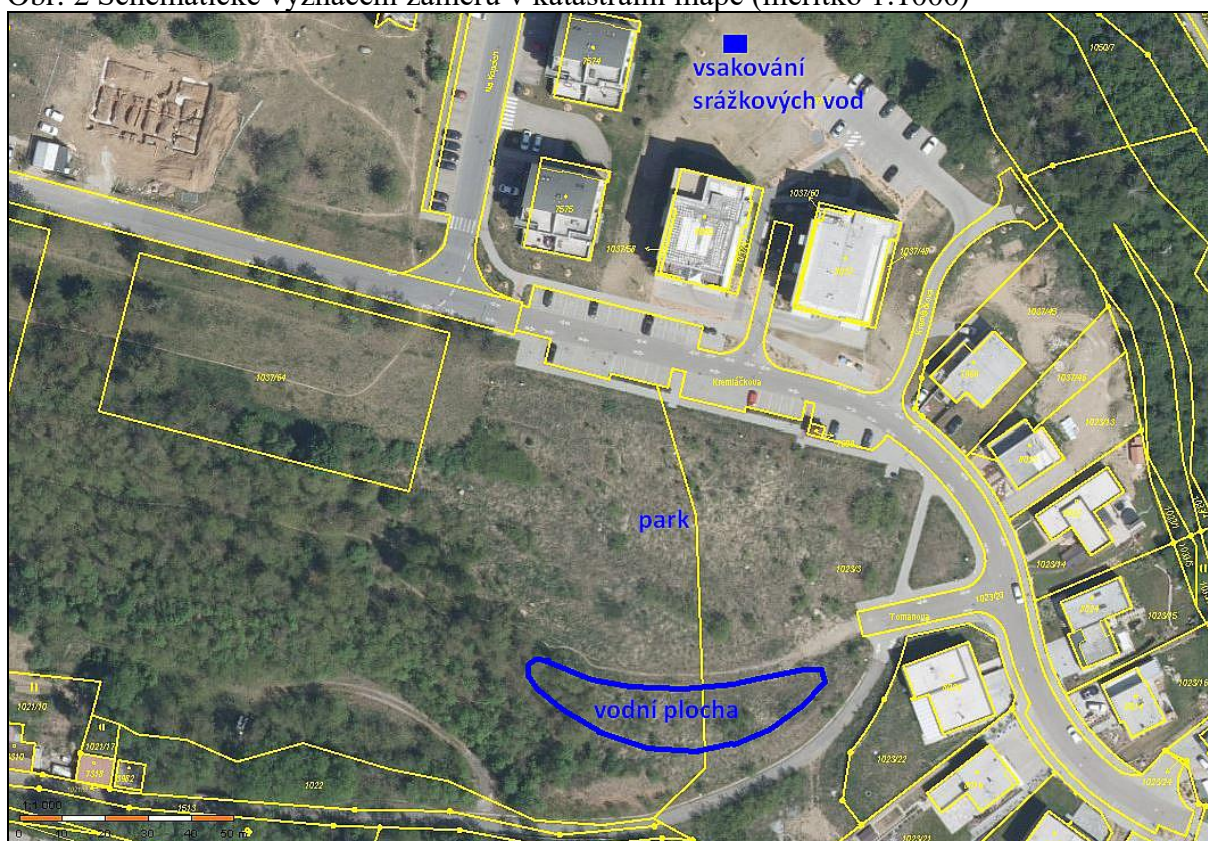
Lokalizace prostoru průzkumu:

Kraj Vysočina, okres Třebíč, k.ú. Třebíč (769738), parcely č. 1037/9, 1037/49, 1023/3

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



Obr. 2 Schematické vyznačení záměru v katastrální mapě (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
- Studie veřejného prostranství na ulici Kremláčkova (Ing. David Bauer, 2023)
- Inženýrskogeologický průzkum Třebíč – Hájek, Brněnská, 7. stavba/I, stupeň: PP (Geoindustria, závod Jihlava 1990)
- Zpráva inženýrskogeologického průzkumu Třebíč – Brněnská – 7. stavba (Geoindustria, závod Jihlava 1987)
- Inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum základových poměrů pro stavbu RD v lokalitě Na Kopcích, p.č. 1037/46 a 1023/13, 1023/14, 1023/15, 1023/16, 1023/17, 1023/18, 1023/19, 1023/20 1023/22 k.ú. Třebíč (Kopřiva, 2017)
- Inženýrsko-geologický průzkum a posouzení možnosti vsakování srážkových vod pro novostavbu bytových domů v lokalitě Na Kopcích, p.č. 1037/47, 1037/48, k.ú. Třebíč (Kopřiva A., 2018)
- Inženýrskogeologický průzkum a posouzení možnosti vsakování dešťových vod pro novostavbu bytového domu a parkoviště Modřínová ulice, Třebíč (Kopřiva A., 2019)
- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod
- ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- ČSN EN ISO 14688 Geotechnický průzkum a zkoušení
- ČÚZK – archiv leteckých snímků (<https://ags.cuzk.cz/archiv/>)

3. Přírodní poměry zájmového území

3.1 Topografické a geomorfologické poměry

Zájmové území se nachází při východním okraji města Třebíče v místní části Nové Město (viz obr. č. 1, 2) v lokalitě zvané Na Kopcích. Administrativně je řazena k ulici Kremláčkova; plocha parku a plánovaná vodní plocha se bude nacházet jižně od asfaltové komunikace ulice Kremláčkova a severně od drobné asfaltové komunikace, spojující ulici Kremláčkova s ulicí Brněnská. Nejbližší okolí záměru je tak tvořeno ze severu ulicí Kremláčkova a za ní bytovými domy Kremláčkova 455 a 456 a Na Kopcích 394, z východu lokalitou 11 rodinných domů v ulici Kremláčkova (č.p. 45-55). Jižní ohraničení lokality tvoří travnatý zpočátku mírný a následně i strmý svah uklánějící se k jihu směrem do ulice Brněnská. Morfologické uspořádání terénu zejména s ohledem na stavebně-geologické poměry je detailně diskutováno níže. Ve východním sousedství lokality již aktuálně probíhá výstavba dvou bytových domů, výstavba dalších 4 BD je bude v blízké budoucnosti zahájena.

Plánovaný vsakovací prvek bude umístěn severně od bytového domu Kremláčkova 455, resp. východně od bytového domu Na Kocích 393 na aktuálně nevyužívané travnaté ploše.

Jak bylo zmíněno výše, území je morfolologicky značně členité, neboť lokalita se nachází nad údolní nivou řeky Jihlavy (ul. Brněnská), z východní strany pak nad údolní nivou potoka Lubí (Ptáčovský žleb). Nadmořská výška se pohybuje kolem 418-428 m n.m, dále k jihu terén velmi prudce klesá a okraj údolní nivy již leží v nadmořské výšce cca 393 m.

Z geomorfologického hlediska posuzovaná lokalita spadá podle regionálního členění reliéfu ČSR (Demek et al. 1987) do subprovincie Česko-moravské soustavy, do oblasti Českomoravské vrchoviny, celku Jevišovické pahorkatiny, podcelku Jaroměřické kotliny, v jejímž rámci leží při v severní části okrsku Třebíčská kotlina.

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 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 hojné žíly aplitů, pegmatitů, křemene, místy i granitových porfyrů a amfibolických aplasyenitů, které jsou vázány na tektonicky predisponované struktury. Tělesa žilných hornin jsou v prostoru trebičského masívu orientována převážně ve směru ZSZ - VJV až SZ - JV (viz geologická mapa 23-42 Třebíč). Metamorfované horniny pláště trebičského masívu se nacházejí až ve vzdálenosti cca 3 km západně od posuzované lokality (Poušov, Řípov).

V blízkosti lokality probíhá velmi významný tzv. trebičský zlom v.-z. směru, které rozděluje těleso trebičského 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 trebičského zlomu je možné označit již strmý terénní schod směrem do údolní nivy Jihlavy, z širšího pohledu pak celou údolní nivou 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 trebičského 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. Východně 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 (Geoindustria, závod Jihlava 1987, 1990). V rámci tohoto průzkumu byla v severozápadním, a severním okolí záměru vyhloubena celá řada průzkumných inženýrsko-geologických vrtů pro posouzení základových poměrů pro stavbu sídliště Na Kopcích. Vrt JS-53 vyhloubený v prostoru dnešní křižovatky ulic Modřínová, Na Kopcích, Kremláčkova zastihl velmi mělce uložené skalní podloží pouhých 1,3 m pod terénem). V rámci Inženýrsko-geologického průzkumu a posouzení možnosti vsakování srážkových vod pro novostavbu bytových domů v lokalitě Na Kopcích, p.č. 1037/47, 1037/48, k.ú. Třebíč (Kopřiva, 2018) bylo v roce 2018 provedeno 8 kopaných sond a 1 kopaná vsakovací sonda pro zjištění základových poměrů a posouzení možnosti vsakování srážkových vod pro novostavbu dvou bytových domů v těsném severním sousedství záměru (aktuálně již je výstavba dokončena, jedná se o bytové domy v ul. Kremláčkova č.p. 455 a 456 na parcelách č. st. 8000 a st. 8037, k.ú. Třebíč). Kopanými sondami bylo zastiženo kompaktní skalní podloží relativně velmi mělce pod terénem, a to v hloubkách 0,8-1,6 m. Vsakovací zkouška pak byla realizována v prostoru stávajícího parkoviště cca 15 m severně od BD Kremláčkova 456. Pro vsakování srážkových vod byly zjištěny vhodné hydrogeologické a geologické poměry s hodnotou koeficientu vsaku zastižených zemin $k_v = 6,6 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$. V roce 2019 pak byl proveden Inženýrskogeologický průzkum a posouzení možnosti vsakování dešťových vod pro novostavbu bytového domu a parkoviště Modřínová ulice, Třebíč (Kopřiva A., 2019). V rámci tohoto průzkumu bylo na p.č. 1037/28 v k.ú. Třebíč v severozápadním sousedství lokality vyhloubeno celkem 8 kopaných sond a 2 vsakovací sondy. Skalní podloží bylo zastiženo opět relativně velmi mělce, a to v hloubce cca 1,3 m. Aktuálně zde je již dokončována výstavba bytového domu Modřínová 453 a přilehlého parkoviště. Investorem akce je město Třebíč. V roce 2022 byl realizován Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro novostavbu bytových domů Třebíč - Modřínová, p.č. 1037/64, k.ú. Třebíč, (Kopřiva A., 2022), a to v těsném západním sousedství záměru. V rámci předkládaného posudku byly hodnoceny inženýrskogeologické poměry pro založení novostaveb dvou bytových domů na parcele č. 1037/64 a možnosti likvidace srážkových vod ze střech novostaveb a okolních zpevněných ploch zasakováním do půdního prostředí. Inženýrskogeologické poměry lokality v uvedeném prostoru byly označit za složité, komplikované přítomností až 5 m mocných heterogenních navážek, které podstatně komplikují základové poměry. Tyto navážky vytvářejí dva výrazné terénní schody terasovitého usprádání (viz níže). Z hydrogeologického a zejména inženýrskogeologického hlediska vsakování srážkových vod na předmětném pozemku ani jeho blízkém okolí nebylo doporučeno z důvodu vysokého rizika porušení stability svahu saturací navážkových zemin vodou. Rovněž v rámci průzkumů realizovaných pro výstavbu dnes již dokončených rodinných domů v ulici Kremláčkova (č.p. 45-55) – viz. Inženýrsko-geologický a

hydrogeologický průzkum základových poměrů pro stavbu RD v lokalitě Na Kopcích, p.č. 1037/46 a 1023/13, 1023/14, 1023/15, 1023/16, 1023/17, 1023/18, 1023/19, 1023/20 1023/22 k.ú. Třebíč (Kopřiva, 2017) byly na některých parcelách zjištěny složité geologické podmínky pro zakládání, a to například díky výskytu spraší a sprašových hlín náchylných k objemovým změnám, zejména však díky až 4 m mocným polohám navážek, tvořenými mimo jiné stavebním odpadem.

Z výše uvedených podkladů tak vyplývá, že v průběhu výstavby sídliště Na Kopcích byla pravděpodobně značná část původního terénu aplanována, případně překryta vrstvou antropogenních navážek. Další úprava terénu proběhla nedávno v souvislosti s prodejem pozemků pro výstavbu RD původně vlastněných Městem Třebíč ve východní části ulice Kremláčkova a výstavbou inženýrských sítí. Zjištěné geologické podmínky, zejména s ohledem na mocnost navážek a hloubkou skalního podloží, se tak v jednotlivých místech mohou podstatně lišit. Terénním průzkumem a studiem archivních materiálů bylo také zjištěno, že morfologické a následně tak i stavebně-geologické poměry jsou zcela zásadně ovlivněny historickým využitím lokality. Z terénního průzkumu vyplývá, že zejména západní a jihozápadní sousedství záměru (v podstatě celá jižní část parcely č. 1037/9) je tvořeno dvěma výraznými terénními schody/terasami, evidentně vytvořenými etážovitým ukládáním navážek. Výška teras dosahuje lokálně až 6 m. Ukládání zemin ve dvou etážích bylo zřejmě provedeno z důvodu vyšší stability nově vytvořeného svahu. V době výstavby sídliště Na Kopcích pak byl v těsném východním sousedství záměru zřízen sklad stavebnin. To bylo ověřeno Inženýrsko-geologickým a hydrogeologickým průzkumem základových poměrů pro stavbu RD v lokalitě Na Kopcích, p.č. 1023/22 k.ú. Třebíč (Kopřiva, 2017), kde byly lokálně až do úrovně 3,2 m zjištěny polohy navážek charakteru stavebních odpadů (panely, bloky betonu, stavební materiál), místy s kavernami a dalšími negativními jevy. Předkládaný průzkum je tak pro realizaci záměru zcela zásadní.

3.3 Hydrologické a hydrogeologické poměry

Území v okolí posuzované lokality je generelně odvodňováno k jihu výraznou terénní depresí údolní nivy Jihlavy, v severní části posuzované lokality (parcela č. 1037/49) pak k severovýchodu až východu do potoka Lubí. Území náleží do dílčího povodí řeky Jihlavy, č. hydr. poř. 04-16-01-091, jehož plocha přesahuje 10 km² (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 výstavby.

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 zvrstvení, 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 zvodeň 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. Odvodnění probíhá formou puklinových pramenných vývěrů u paty svahu, případně skrytými přírony do sedimentů údolní nivy nebo přímo do vodního toku. Hladina podzemní vody v blízkosti ulic Kremláčkova a Modřínová je tak hluboce zaklesnutá pod úroveň terénu.

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 jihu do údolní nivy řeky Jihlavy, převažovat však bude vertikální pohyb podzemních vod do hydrogeologického masívu skalního prostředí durbachitů a následné odvodnění v místě drenážní báze u paty svahu. Stavba 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 byly v půdorysu předpokládané vodní plochy, respektive po jejím obvodu vyhloubeny tři průzkumné inženýrskogeologické vrty V-1, V-2 a V-3. Vrtáno bylo pásovou soupravou Wirth B0 na pásovém podvozku (subdodavatel LTGeo s.r.o.). Hloubení inženýrskogeologických vrtů bylo prováděno technologií jádrového vrtání pomocí jádrovnice opatřenou tvrdokovovou roubíkovou korunkou o průměru 156 mm. V průběhu hloubení vrtů bylo průběžně odebíráno vrtné jádro do normalizovaných vzorkovnic (3 přihrádkové). Vrtné jádro bylo dokumentováno geologem dle ČSN 73 6133 a ČSN EN ISO 14688-1 – Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin – Část 1: Pojmenování a popis. Průběh hloubení byl vrtmistrem zaznamenáván v denním hlášení vrtné soupravy včetně údajů o technologii vrtání a době prováděných prací. Hloubky vrtů byly voleny tak, aby bylo vždy spolehlivě zastiženo kompaktní skalní podloží. Po odvrtání a provedení fotodokumentace vrtných jader byly nevystrojené vrty likvidovány zpětným záhozem. K záhozu bylo použito zbytků vrtného jádra. Okolí vrtu bylo uvedeno do stavu blízkému původnímu. Vrtné jádro bylo skartováno.

Severně od umístění plánované vodní plochy v severovýchodní části budoucího parku pak byla za pomoci traktorbagru JCB 3CX vyhloubena kopaná sonda S-1, a to do úrovně 1,7 m. Cílem kopané sondy bylo podrobné zhodnocení charakteru a kvality zejména navážkových zemin ve svrchních částech geologického profilu, a to z důvodu terénních a sadových úprav, výsadby zeleně a dalších úprav, které z vlastnostmi zemin bezprostředně souvisejí (mimo jiné existovalo vysoké riziko zastižení nevhodných stavebních odpadů).

Pro posouzení záměru vsakování srážkových vod byla na parcele č. 1037/49 severně od BD Kremláčkova 455 a východně od BD Na Kopcích 393 vyhloubena kopaná sonda VS-1, a to až na úroveň skalního podloží (do hloubky 3,4 m). Tato sonda byla následně rozšířena, resp. v její těsné blízkosti byla vyhloubena sonda nová do úrovně 1,0 m a tato byla uzpůsobena pro realizaci vsakovací zkoušky. Způsob provedení a výsledky vsakovací zkoušky jsou diskutovány níže.

Lokalizace vrtů a kopaných sond je přehledně uvedeny v příloze 1, geologická dokumentace vrtů a kopaných sond v příloze 2 a fotodokumentace v příloze 3.

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 a závěry zjištěné předchozími průzkumy v blízkém okolí záměru.

V půdorysu plánované stavby vodní plochy – nádrže byly zastiženy značně heterogenní a proměnlivě mocné vrstvy. V západní části (vrt V-1) dosahovala mocnost navážek pouze 1,2 m, v jižní a východní části (V-2, V-3) pak až 4,5 m, resp. 4,6 m. Zeminu tvoří převážně původní eluviální (zvětraliny) či deluviální (svahoviny) zeminy, přemístěné při navážení etází a tvořené převážně hrubým pískem (až štěrkem) s příměsí jemnozrnné zeminy (dle ČSN 73 6133 třídy S3S-F), lokálně pak pískem hlinitým (S4SM). Navážky jsou již převážně ulehle a konsolidované, lokálně zejména ve svrchních částech geologického profilu jen středně ulehle. Cizorodé příměsi jsou zastoupeny převážně nepodstatně (do 10%) a jsou tvořeny úlomky stavebního odpadu (cihly, beton, kameny) do 5-10 cm, výjimečně se objevují i větší bloky (např. v intervalu 2,3-2,5 m ve vrtu V-2). Nebyly tak zjištěny mocné polohy tvořené výhradně stavebním odpadem, které byly zjištěny na nedaleké parcele č. 1023/22 ve východním sousedství lokality (Inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum základových poměrů pro stavbu RD v lokalitě Na Kopcích, p.č. 1023/22 k.ú. Třebíč; Kopřiva A., 2017), kde se zřejmě historicky nacházel slad stavebnin při výstavbě sídliště Na Kopcích.

Pod vrstvou navážek jsou přítomny eluviální zeminy – tedy zvětralinová vrstva podložních skalních hornin. Eluvium si místy zachovává texturu podložních hornin (proudové usměrnění vyrostlic živců, střídání tmavších a světlejších poloh). Je velmi dobře propustné, případné infiltrující vody se velmi rychle dostávají do puklinového prostředí podložního skalního masivu a jsou drenovány k erozní bázi údolní nivy Jihlavy. Eluviální zeminy jsou rovněž tvořeny hrubým pískem (až štěrkem) s příměsí jemnozrnné zeminy (dle ČSN 73 6133 třída S3S-F), zemina je zcela ulehlá, místy obsahuje i kamenitou frakci tvořenou zvětralou

skalní horninou. Vrstvy svahovin (deluvium) se nad zvětralinovou vrstvou nevyskytují a zřejmě byly odtěženy, ať již v souvislosti s výstavbou sídliště Na Kopcích či naopak při úpravě terénu před ukládáním etážových vrstev navážek. Eluviální vrstva byla ve vrtu V-1 zastižena v intervalu 1,2-3,8 m, ve vrtu V-2 v intervalu 4,5-6,6 m a ve vrtu V-3 v intervalu 4,6-5,8 m.

Eluviální vrstva víceméně pozvolna přechází do skalních hornin – durbachitů. Skalní horniny mají charakter střídání zcela zvětralých až silně zvětralých durbachitů (dle ČSN 73 6133 třídy R5 až R4) s těžitelností 4.-5. třídy. Ve větších hloubkách ve vrtu V-1 (cca 8,0 m) již byly zastiženy pouze mírně zvětralé skalní horniny třídy R3, velmi obtížně těžitelné běžnými zemními mechanismy (těžitelnost 6. třídy) a obtížně vrtatelné jádrovnicí s tvrdokovovou korunkou. Hustotu diskontinuit je možné označit jako střední (vzdálenost diskontinuit 20-60 cm). V žádném z inženýrskogeologických průzkumných vrtů nebyly zjištěny přítoky podzemních vod.

Kopaná sonda S-1 byla situována na ploše budoucího parku v severním sousedství plánované vodní plochy (cca 12 m jižně a 4 m východně od objektu trafostanice v ulici Kremláčkova). Sonda byla vyhloubena do úrovně 1,7 m pro ověření charakteru a kvality zeminy ve svrchní části geologického profilu pro posouzení její vhodnosti pro terénní a sadové úpravy. V nejsvrchnější části byla zastižena vrstva ornice – humózní hlíny písčité o mocnosti 30 cm. Níže byla až do konečné hloubky 1,7 m zastižena vrstva navážek. Charakter navážek je obdobný jako u vrtů V-1 až V-3, zcela převládá písek s příměsí jemnozrnné zeminy (třída S3S-F) s obsahem cizorodých materiálů (stavební odpady) do maximálně 10%. Výjimečně se objevují větší bloky betonu až 20 cm. Materiál, který by byl limitující pro realizaci záměru (např. komunální či průmyslový odpad apod.) nebyl zjištěn. Těžitelnost vrstvy díky svému charakteru dosahuje pouze 2.-3. třídy. Z geotechnického hlediska odpovídá zemina svým charakterem původním eluviálním zeminám (zvětralinový pokryv skalních hornin), které byly následně přemístěny. Fyzikálně-mechanické parametry zemin lze převzít ze staršího geologického průzkumu v blízkém severním sousedství (Inženýrsko-geologický průzkum a posouzení možnosti vsakování srážkových vod pro novostavbu bytových domů v lokalitě Na Kopcích, p.č. 1037/47, 1037/48, k.ú. Třebíč; Kopřiva, 2018), kdy byl z kopané sondy S-1 z hloubkové úrovně 1,1 m pod terénem odebrán vzorek zeminy a analyzován v laboratoři mechaniky zemin (Geotest a.s.). Dle zařazení zeminy podle ČSN 73 6133 se jedná o písek s příměsí jemnozrnné zeminy (S3 S-F), dle zařazení podle ČSN EN ISO 14688-2 pak o písek (Sa). Podíl částic štěrkové frakce dosahuje 19%. Propustnost odvozená dle křivky zrnitosti dosahuje $2,9 \cdot 10^{-4}$ m/s, vlhkost 5,4%. Jílovitá a prachovitá frakce je zastoupena minimálně. Těžitelnost eluviální vrstvy patří díky ulehlosti do 3. třídy, zemina je vhodná pro použití do násypů a podmíněně vhodná pro aktivní zónu podloží vozovek. S ohledem na mechanické vlastnosti zeminy se jedná o vhodný materiál pro zasakování srážkových vod. Laboratorní protokoly analýzy zeminy jsou součástí přílohy č. 4.

Kopaná sonda VS-1 v místě předpokládaného vsakování ze zpevněných povrchů severně od BD Kremláčkova 455 a východně od BD Na Kopcích 393 byla vyhloubena do konečné úrovně 3,4 m. Až do úrovně 2,5 m byla zastižena vrstva navážek, opět prakticky shodného charakteru jako v předchozích případech. Zeminu je možné zařadit jako písek s příměsí jemnozrnné zeminy (třída S3S-F), pouze lokálně jako písek hlinitý (S4SM),

ojediněle se objevují cizorodé úlomky, kameny do max. 10 cm. V intervalu 2,5-2,6 m byla zastižena tenká vrstva původní (dnes pohřbené) ornice, pod níž následovala eluviální vrstva (opět písek s příměsí jemnozrnné zeminy; třída S3S-F) v intervalu 2,6-3,2 m. V intervalu 3,2-3,4 m již byla zastižena zcela zvětralá skalní hornina. Podzemní voda zastižena nebyla.

4.2 Inženýrskogeologické posouzení záměru výstavby vodní plochy/nádrže

Z inženýrskogeologického a geotechnického hlediska lze poměry zjištěné na lokalitě hodnotit jako příznivé. Dle informací zodpovědného projektanta je uvažováno s vybudováním mělké nádrže (hloubka cca 1,5 m) s nepropustným dnem (nepropustná fólie apod.). Dno nádrže tak bude na její převážné ploše uloženo ve vrstvách navážkových zemin, v západní části pak ve vrstvě eluviálních zemin (zvětralinový plášť podložních skalních hornin). Základové zeminy, resp. zeminy v podloží nádrže tak budou mít zcela převládající charakter ulehých hrubých písků s příměsí jemnozrnné zemin (dle ČSN 73 6133 třída S3S-F). Příznivým faktorem je vysoký stupeň ulehlosti zemin, neboť i ve vrstvách navážek již s velkou pravděpodobností došlo k plné konsolidaci (dobu uložení navážek lze odhadovat na cca 20 let). Příznivý je rovněž charakter zemin z geotechnického hlediska (zcela převládající pískovitá a šterkovitá frakce), ostrohranný tvar zrn (vysoká angularita) a z něho vyplývající vysoký úhel vnitřního tření, a tedy i vysoká odolnost vůči smykovému namáhání. Z hlediska přetížení základových zemin je možné konstatovat, že toto se oproti stávajícímu stavu prakticky nezmění. Při odtěžení zemin o zdánlivé měrné hmotnosti cca 2700 kg/m^3 a přibližně třetinové porositě hrubě písčitých zemin bude přetížení od tělesa vody v nádrži obdobné.

Směrné normové charakteristiky zemin, které budou tvořit základovou spáru, resp. podloží plánované vodní plochy, jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1: Směrné normové charakteristiky zeminy v podloží nádrže

symbol	popis	ν	β	γ	E_{def}	φ_{ef}	σ_c
S3S-F	Písek s příměsí jemnozrnné zeminy	0,30	0,74	17,5	12-19	30-33	225

ν [kN.m^{-3}] Poissonovo číslo

β [kN.m^{-3}] převodní součinitel

γ [kN.m^{-3}] objemová tíha

E_{def} [MPa] deformační modul

φ_{ef} [°] efektivní úhel vnitřního tření

σ_c [MPa] pevnost v prostém tlaku (při hloubce založení 1 m a šířce základu 0,5 m)

Pozitivním faktorem je rovněž jen malý podíl zastižených stavebních odpadů ve vrstvách navážek, které lokálně tvoří jen do 10% obsahu zeminy. Cizorodé příměsi mají obvykle charakter úlomků stavebních odpadů (cihly, šterk, kameny), výjimečně i větších bloků betonu do 20 cm. Nebyly tedy zastiženy mocné polohy kavernózních stavebních sutí, jako na nedaleké parcele č. 1023/22, kde se dle archivních satelitních snímků historicky nacházel objekt stavebnin, resp. sklad stavebních materiálů.

Potenciálním rizikem je tak výhradně riziko podmáčení zemin, například při poruše dešťové kanalizace přivádějící vody do rybníka, protržení nepropustného dna apod. V tomto

případě nelze vyloučit vznik preferenčních, těžko predikovatelných cest proudění infiltrovaných vod. Tyto vody by prakticky jistě migrovaly směrem k jihu do prostoru nátokové hráze nádrže. Vzhledem ke strmě ukloněnému skalnímu podloží (např. ve vrtu V-1 bylo zastiženo již v úrovni 3,8 m, ve vrtu V-2 až v 6,6 m) by při saturaci zemin vodou mohlo dojít k jednorázovému zvýšení smykového napětí a porušení stability stávajícího svahu. Riziku podmáčení zemin je tak třeba předcházet vhodnými technickými opatřeními (překrytí nepropustné fólie vhodným typem zemin, správná technická konstrukce přívodu dešťových vod apod.).

4.3 Posouzení charakteru zemin pro terénní a sadové úpravy

Charakter navážkových zemin, které se ve svrchních částech geologického profilu vyskytují na celé ploše záměru, je detailně popsán v kapitolách 4.1 a 4.2. Z hlediska plánovaných terénních a sadových úprav je opět zcela zásadní jen nízký podíl stavebních odpadů, které obvykle tvoří jen drobné příměsi, výjimečně i kusy či bloky kamenů či betonu (obvykle do 20 cm). Charakter zastižených zemin tak není v zásadním rozporu s realizací uvedeného záměru.

Nepříznivou skutečností je jen malá mocnost zastižené orniční (humózní) vrstvy, která obvykle dosahuje pouze 10-20 cm (ve vrtech V-1 až V-3), v kopané sondě S-1 pak 30 cm. Je tak zřejmé, že po realizaci HTÚ a ČTÚ bude třeba zajistit ornici/substrát z jiných zdrojů, jakkoliv bude možné využít ornici ze skryvky v prostoru vodní plochy.

Dalším negativním faktorem je pak velmi vysoká propustnost podložních zemin (navážek, případně eluvia) pro infiltrované srážkové vody, která souvisí s jejich hrubou zrnitostí a jen minimálním obsahem jílovité a prachovité frakce (viz například laboratorní protokoly zeminy v příloze č. 4, případně výsledky vsakovací zkoušky níže). Infiltrované vody tak velmi rychle gravitačně migrují do podloží s jen minimálním zdržením ve svrchních vrstvách. Ačkoliv toto posouzení není předmětem předkládaného posudku, je možné očekávat, že výsadbu konkrétních druhů zeleně bude třeba přizpůsobit zastiženým půdně-geologickým poměrům, případně bude třeba upravit vrchní skladbu zemin (např. navážkou dostatečně mocné vrstvy substrátu).

4.4 Posouzení záměru vsakování srážkových vod

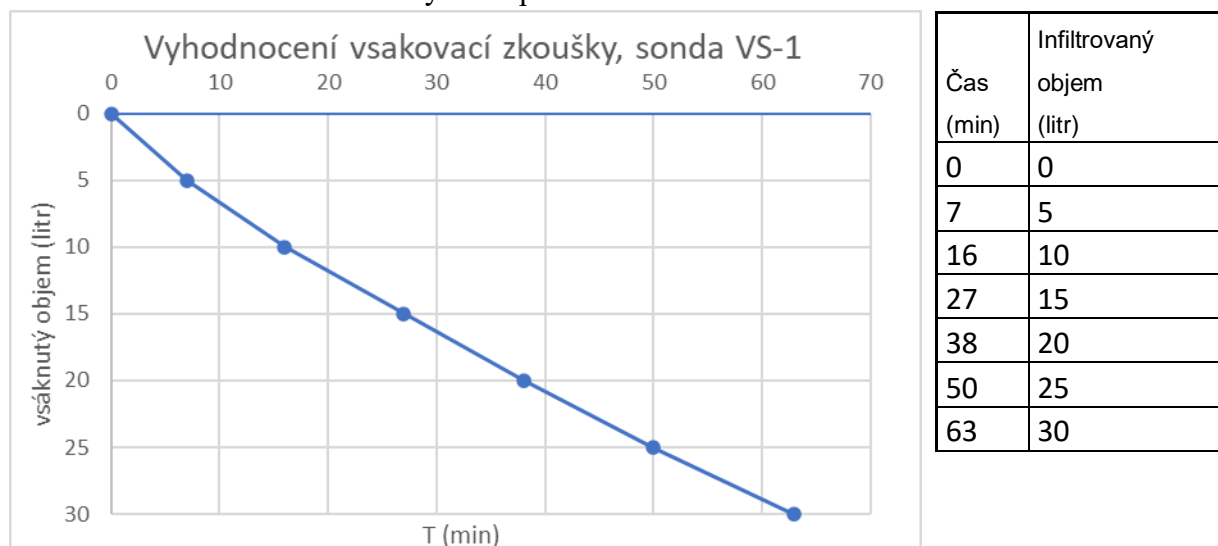
Pro likvidaci srážkových vod ze zpevněných povrchů v okolí bytových domů v ul. Na Kopcích 392-394 je uvažováno s jejich svedením do hlubinného vsakovacího prvku na p.č. 1037/49 (v prostoru realizované vsakovací sondy VS-1). Hydrogeologické poměry na lokalitě lze hodnotit jako jednoduché, protože hladina podzemní vody se nachází hluboce 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. Sondou VS-1 byla až do úrovně 2,5 m byla zastižena vrstva navážek, opět prakticky shodného charakteru jako v předchozích případech (převážně písek s příměsí jemnozrnné zeminy; třída S3S-F), až do 3,2 m se pak nacházela původní eluviální vrstva obdobného charakteru. Propustnost zastižených zemin vyjádřená hodnotou koeficientu vsaku byla následně testována vsakovací zkouškou.

4.4.1 Vsakovací zkouška

Kopaná sonda VS-1 byla po geologické dokumentaci následně rozšířena, resp. v její těsné blízkosti byla vyhloubena sonda nová do úrovně 1,0 m a tato byla uzpůsobena pro realizaci vsakovací zkoušky. Do vodorovné plošiny, vybudované v úrovni 1,0 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 2x doplněn. 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 m².

Při zapuštění válce do úrovně 1,0 m byla vsakovací zkouškou testována potenciálně propustná vrstva navážek, tvořená zcela převládajícím typem zemin (písek s příměsí jemnozrnné zeminy třídy S3S-F) v intervalu 0,15-2,5 m, případně i podložní eluviální vrstva obdobného charakteru. Ihned po napuštění bylo zahájeno kontinuální sledování poklesu hladiny v čase. Vsakovací zkouška na sondě VS-1 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 obrázku č. 3.

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



Vyhodnocení vsakovacích zkoušek bylo provedeno dle ČSN 75 9010 Návrh, výstavba a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod stanovením koeficientu vsaku k_v (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} činil 30 litrů za 63 minut. Úvodní fáze vsakovací zkoušky (10 litrů za 16 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) $7,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zkušební vsakovací plochu je možno v obou případech přesně definovat na $A_{zk} = 0,126 \text{ m}^2$ (půdorysná plocha nerezového válce). **Koeficient vsaku k_v tak dosahuje hodnoty $k_{v-VS-1} = 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.**

Hydrogeologické poměry lokality jsou tak z hlediska možností zasakování srážkových vod jednoduché, protože podloží lokality je tvořeno propustnými horninami (dle ČSN 75 9010). Z geologického a hydrogeologického hlediska je vsakování srážkových vod na předmětném pozemku možné za předpokladu dodržení následujících předpokladů a doporučení:

- díky relativně vysokému koeficientu vsaku $k_v \sim 5,6 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ navážkových hrubě písčitých zemín, který spolehlivě splňuje podmínku pro zasakování srážkových vod do horninového prostředí ($>1 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$), doporučuji realizovat zasakování tak, aby srážkové vody byly vsakovány do těchto navážkových vrstev (zastižených v intervalu 0,15-2,5 m), případně i do podložního eluviálního pokryvu obdobného charakteru.
- Vsakování doporučuji realizovat jako hlubinné (podzemní prostory vyplněné šterkem, podzemní prostory vyplněné bloky apod.). Je třeba učinit opatření, aby nátok ze vsakovacího prvku do horninového prostředí byl umístěn v nezámrazné hloubce a byla tak zajištěna celoroční funkčnost vsakovacího prvku. Nezámraznou hloubku doporučuji dle charakteru zemín stanovit na 1,0 m pod terénem.
- zjištěný koeficient vsaku je základním parametrem pro výpočet vsakovací plochy, resp. objemu vsakovacího zařízení. Srážkové a následně infiltrující vody budou v případě umístění vsakovacího prvku do prostoru sondy VS-1 budou bezpečně odváděny mimo základovou spáru a v dostatečné vzdálenosti od bytových domů v ulicích Kremláčkova a Na Kopcích. Po gravitační infiltraci a dosažení nepropustného podloží v úrovni cca 3,2 m budou dále migrovat po jeho sklonu k severovýchodu až východu do údolí Ptáčovského žlebu, tedy mimo jakékoliv stavební objekty.
- obecně je možné geologické poměry považovat za vhodné pro likvidaci srážkových vod zasakováním, a to zejména díky monotónní stavbě ve vertikálním a horizontálním směru, dobré propustnosti navážkových a eluviálních zemín, a nepřítomnosti hladiny podzemní vody v blízkosti terénu (dostatečná mocnost nenasycené zóny).
- V širším okolí záměru se nenacházejí žádné jímací 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 zejména udržení kvality zasakovaných vod. Pro návrh vsakovacích zařízení srážkových povrchových vod jsou nezbytné znalosti o míře jejich znečištění včetně dopadů sezónních

vlivů a míře rizika havarijního úniku nebezpečných látek. Podle předpokládané koncentrace znečišťujících látek a možného následného ohrožení podzemních vod je možné srážkové vody zasakované realizací uvedeného záměru řadit do kategorie podmíněčně přípustných, neboť se jedná o povrchový odtok ze zpevněných ploch (zpevněné plochy v okolí bytových domů) bez pohybu těžké techniky. Podmínka zasakování přes nenasycenou (nenasycenou) zónu půdního prostředí je v posuzovaném případě splněna (viz. výše).

- Sklon terénu je mírně ukloněný k východu až jihovýchodu, při východním okraji parcely č. 1037/49 pak přechází až na sklon strmý, ovšem až ve značné vzdálenosti od plánovaného vsakovacího prvku (cca 30 m). S ohledem na geologické poměry lokality nelze očekávat svahové deformace v důsledku nasycení zemin vodou, neboť na lokalitě nebyly zastiženy zeminy náchylné k objemovým změnám (bobtnavé jíly, spraše apod.). Přes obecně vhodné geologické poměry doporučuji umístit vsakovací prvek do prostoru sondy VS-1 a dodržet dostatečnou odstupovou vzdálenost od hrany svahu jako prevenci před svahovými deformacemi.
- 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 vsakovacích zařízení dotčeny.

5. Závěry a doporučení

V rámci předkládaného posudku byly hodnoceny inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry pro vybudování otevřené vodní plochy – nádrže na parcelách č. 1023/3 a 1037/9, do které budou zaústěny srážkové vody z 5 bytových domů (Kremláčkova ul. Č.p. 455 a 456, ul. Na Kopcích č.p. 392, 393, 394 – odvodňovaná plocha 1738 m²), dále charakteristiky zemin pro terénní a sadové úpravy při budování parku v severním sousedství nádrže a rovněž hydrogeologické poměry pro vsakování srážkových vod ze zpevněných ploch v okolí BD na ul. Na Kopcích 392-394 do hlubinného vsakovacího prvku na p.č. 1037/49, k.ú. Třebíč.

Z inženýrskogeologického a geotechnického hlediska lze poměry pro vybudování nádrže hodnotit jako příznivé. Dno nádrže tak bude na její převážné ploše uloženo ve vrstvách navážkových zemin, v západní části pak ve vrstvě eluviálních zemin (zvětralinový plášť podložních skalních hornin). Základové zeminy, resp. zeminy v podloží nádrže budou mít zcela převládající charakter ulehklých hrubých písků s příměsí jemnozrnné zemin (dle ČSN 73 6133 třída S3S-F). Směrné normové charakteristiky zemin jsou uvedeny v tabulce 1. Pozitivním faktorem je rovněž jen malý podíl zastižených stavebních odpadů ve vrstvách navážek, které lokálně tvoří jen do 10% obsahu zeminy. Potenciálním rizikem je podmáčení základových zemin, například při poruše dešťové kanalizace přivádějící vody do rybníka, protržení nepropustného dna apod., kdy může dojít k jednorázovému zvýšení smykového napětí a porušení stability stávajícího svahu. Riziku podmáčení zemin je tak třeba předcházet

vhodnými technickými opatřeními (překrytí nepropustné fólie vhodným typem zemin, správná technická konstrukce přívodu dešťových vod apod.).

Z hlediska plánovaných terénních a sadových úprav v prostoru parku je nízký podíl stavebních odpadů příznivým faktorem a charakter zemin tak není v zásadním rozporu s realizací uvedeného záměru. Nepříznivou skutečností je jen malá mocnost zastižené orniční (humózní) vrstvy a velmi vysoká propustnost podložních zemin (navážek, případně eluvia) pro infiltrované srážkové vody, tedy i krátké zdržení infiltrované vody ve svrchních vrstvách zemin.

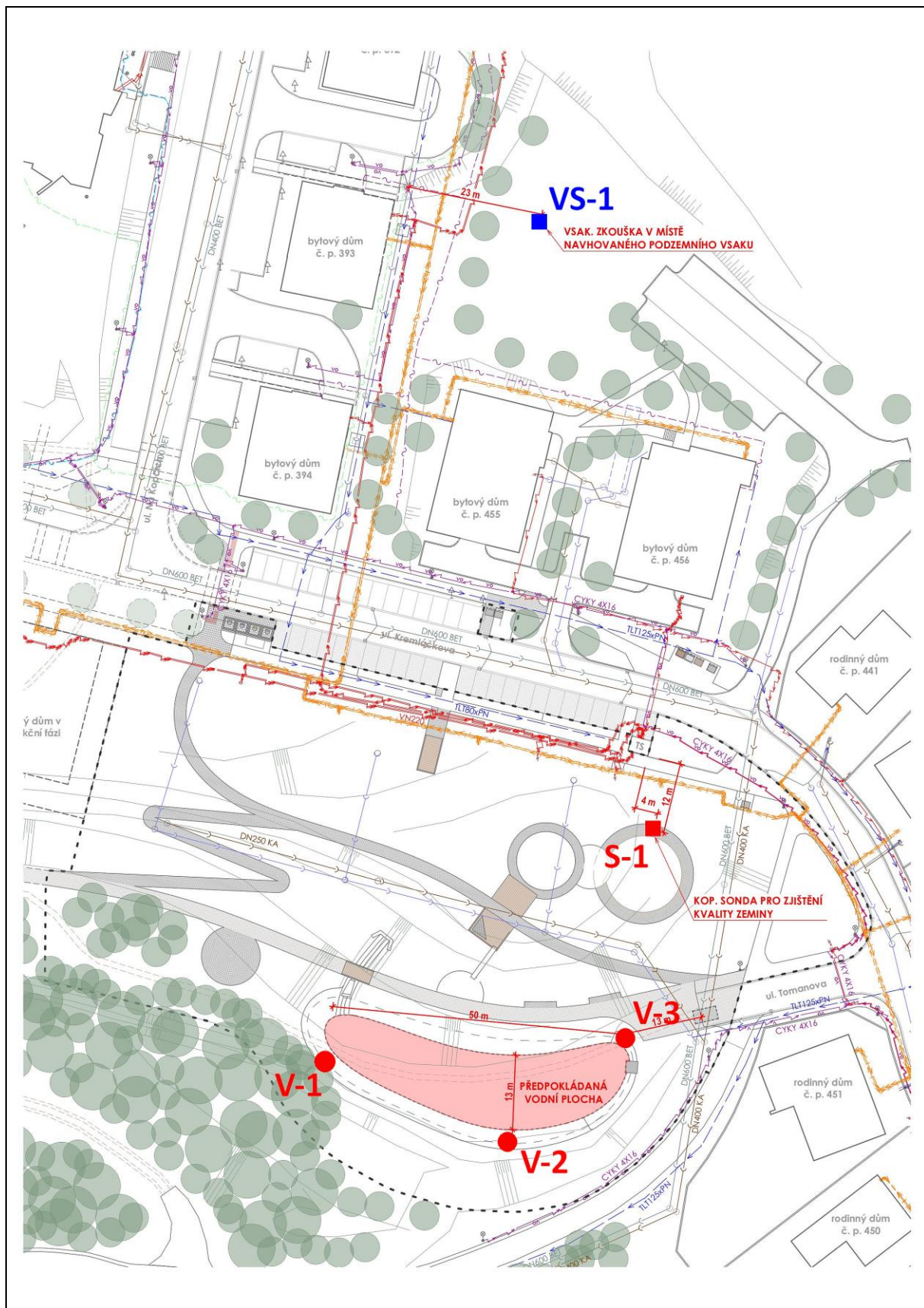
Z hlediska vsakování srážkových vod lze geologické a hydrogeologické poměry lokality na p.č. 1037/49, k.ú. Třebíč v prostoru sondy VS-1 označit za spolehlivě ověřené a vhodné pro vsakování, a to jak z hlediska propustnosti zastižených zemin, tak jejich mocnosti.

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

V Třebíči 5. 9. 2023

Mgr. Antonín Kopřiva

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Park Kremláčkova, Třebíč		
Název přílohy:	Umístění vrtů V-1, V-2, V-3 a kopaných sond S-1, VS-1	
Zpracoval:	Mgr. Antonín Kopřiva	
	Ing. David Bauer	Datum: září 2023
	Měřítko 1:1000	Příloha: 1



Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Park Kremláčkova, Třebíč	
Název přílohy:	GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE VRTŮ A SOND
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: srpen 2023
	Příloha: 2

Vrt V-1 – západní část vodní plochy

Dokumentace vrtu V-1:

Datum: 16.8.2023

Hloubka vrtu: 8,5 m

Souřadnice JTSK: y = 6487682, x = 1152610

Nadmořská výška: z = 418 m n.m. (odečteno z topografické mapy)

Tab. 1: Geologický profil zastižený vrtem V-1

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 6133)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.10	O	Drn –hlína písčitá, humózní, hnědá, tuhá, s kořínky	2
0.10	1.20	Y S3S-F/S4SM	Navážka - převážně písek s příměsí jemnozrné zeminy až písek hlinitý, s kameny a drobnými cizorodými úlomky	2-3
1.20	3.80	S3S-F	Eluvium – zvětralinový pokryv podložních skalních hornin, hrubý písek (až štěrk) s příměsí jemnozrné zeminy, uhlý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky do 5 cm, směrem do podloží pozvolné přibývání kamenité frakce, suchý, lokálně vyvětralé kameny podložních hornin	3
3.80	8.00	R5/R4	Skalní podloží – střídání zcela a silně zvětralého durbachitu	4-5
8.00	8.50	R3	Skalní podloží – mírně zvětralý durbachit	6

Přítok podzemní vody nezastižen

Vrt V-2 – jižní část vodní plochy

Dokumentace vrtu V-2:

Datum: 16.8.2023

Hloubka vrtu: 7,5 m

Souřadnice JTSK: y = 6487634, x = 1152625

Nadmořská výška: z = 418 m n.m. (odečteno z topografické mapy)

Tab. 2: Geologický profil zastižený vrtem V-2

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 6133)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.20	O	Drn –hlína písčitá, humózní, hnědá, tuhá, s kořínky	2
0.20	4.50	Y S3S-F	Navážka - převážně písek s příměsí jemnozrné zeminy, lokálně písek hlinitý, s drobnými cizorodými úlomky a kameny do 10 cm, v úrovni 2,3-2,5 m betonový blok	2-3
4.50	6.60	S3S-F	Eluvium – zvětralinový pokryv podložních skalních hornin, hrubý písek (až štěrk) s příměsí jemnozrné zeminy, uhlý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky do 5 cm, směrem do podloží pozvolné přibývání kamenité frakce, lokálně vyvětralé kameny podložních hornin	3
6.60	7.50	R5/R4	Skalní podloží – střídání zcela a silně zvětralého durbachitu	4-5

Přítok podzemní vody nezastižen

Vrt V-3 – východní část vodní plochy

Dokumentace vrtu V-3:

Datum: 16.8.2023

Hloubka vrtu: 6,0 m

Souřadnice JTSK: y = 6487610, x = 1152606

Nadmořská výška: z = 418 m n.m. (odečteno z topografické mapy)

Tab. 3: Geologický profil zaštiťený vrtem V-3

od (m)	do (m)	zatřídění 73 6133	ČSN	popis (ČSN 72 6133)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.15	O		Drn –hlína písčítá, humózní, hnědá, tuhá, s kořínky	2
0.15	4.60	Y S3S-F		Navážka - převážně písek s příměsí jemnozrné zeminy, lokálně písek hlinitý, ojediněle s kameny až 20 cm a drobnými cizorodými úlomky	2-3
4.60	5.80	S3S-F		Eluvium – zvětralinový pokryv podloží skálních hornin, hrubý písek (až štěrky) s příměsí jemnozrné zeminy, uhlý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky a kameny ojediněle až 20 cm, směrem do podloží pozvolné přibývání kamenité frakce, lokálně vyvětralé kameny podloží skálních hornin	3
5.80	6.00	R5		Skální podloží – střídání zcela zvětralý durbachit	4-5

Přítok podzemní vody nezastižen

Kopaná sonda S-1 – v blízkosti trafostanice v ulici Kremláčkova

Dokumentace sondy S-1:

Datum: 16.8.2023

Hloubka vrtu: 1,7 m

Souřadnice JTSK: y = 6487607, x = 1152567

Nadmořská výška: z = 422 m n.m. (odečteno z topografické mapy)

Tab. 4: Geologický profil kopanou sondou S-1

od (m)	do (m)	zatřídění 73 6133	ČSN	popis (ČSN 72 6133)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.30	O		Drn –hlína písčítá, humózní, hnědá, tuhá, s kořínky	2
0.30	1.70	Y S3S-F		Navážka - převážně písek s příměsí jemnozrné zeminy, ojediněle s kameny, kusy betonu až 20 cm, drobnými cizorodými úlomky, relikt stavebního odpadu, obsah cizorodé frakce do 10%, středně uhlá	2-3

Kopaná sonda VS-1 – severně od BD Kremláčkova 455 a východně od BD Na Kopcích 393

Dokumentace sondy VS-1:

Datum: 16.8.2023

Hloubka vrtu: 3,4 m

Souřadnice JTSK: y = 6487628, x = 1152462

Nadmořská výška: z = 428 m n.m. (odečteno z topografické mapy)

Tab. 5: Geologický profil kopanou sondou VS-1

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 6133)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.15	O	Drn –hlína písčitá, humózní, hnědá, tuhá, s kořínky	2
0.15	2.50	Y S3S-F	Navážka - převážně písek s příměsí jemnozrnné zeminy, lokálně písek hlinitý, ojediněle s kameny, úlomky cihel do 10 cm a drobnými cizorodými úlomky	2-3
2.50	2.60	O	Drn – relikt původní přibíjené ornice, hlína písčitá, humózní	2
2.60	3.20	S3S-F	Eluvium – zvětralinový pokryv podložních skalních hornin, hrubý písek (až štěrk) s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky a kameny ojediněle až 100 cm, směrem do podloží pozvolné přibývání kamenité frakce, lokálně vyvětralé kameny podložních hornin	3
3.20	3.40	R5	Skalní podloží – střídání zcela zvětralý durbachit	4-5

Přítok podzemní vody nezastižen

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Park Kremláčkova, Třebíč	
Název přílohy:	FOTODOKUMENTACE
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: srpen 2023
	Příloha: 3

Vrtné práce – hloubení průzkumných vrtů



Vrtné jádro – vrt V-1



Vrtné jádro – vrt V-2



Vrtné jádro – vrt V-3



Kopaná sonda S-1



Kopná sonda VS-1



Vsakovací zkouška VS-1



Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Park Kremláčkova, Třebíč	
Název přílohy:	PROTOKOLY LABORATORNÍ ANALÝZY ZEMINY
Zpracoval: Kopřiva A., 2018	Datum: únor 2018
Geotest a.s.	Příloha: 4



GEOtest, a.s.
Laboratoře mechaniky zemin

Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
e-mail: lmz@geotest.cz, tel.: 548 125 206, 548 125 111
www.geotest.cz



Zkušební laboratoř číslo 1271.2 akreditovaná ČIA dle ČSN EN ISO/IEC 17025: 2005

PROTOKOL O ZKOUŠCE

č.: 3203-0045/18

Zadavatel:	Mgr. Antonín Kopřiva, Zahradní 591/36, 674 01 Třebíč		
Název zakázky:	TŘEBÍČ - KOPŘIVA, LRMZ, akce Třebíč - Na kopcích, bytové domy		
Číslo zakázky:	170299C		
Předmět zkoušky:	vzorek zeminy		
Odběr vzorků zadavatelem:	Příjem vzorků:		
Datum odběru:	21.2.2018	Datum příjmu:	26.2.2018
Odběr provedl:	Mgr.A. Kopřiva	Počet vzorků:	1
Evidenční čísla vzorků : 26947.			
Provedené zkoušky: <ul style="list-style-type: none">- stanovení vlhkosti zemin – ČSN EN ISO 17892-1- stanovení zrnitosti zemin – ČSN EN ISO 17892-4, metoda dle čl. 5.1, 5.2, 5.3			
Provedení zkoušek:			
Zahájení zkoušek:	5.3.2018	Ukončení zkoušek:	9.3.2018
<i>Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených předmětů uvedených výše a v žádném případě nenahrazují rozhodnutí správního či jiného charakteru. Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol o zkoušce reprodukovat jinak, než celý.</i>			
Protokol vystaven:	9.3.2018	Obsahuje	1 + 3 listů
Za správnost odpovídá:	Ing. Vítězslav Křetinský vedoucí laboratoři		

NÁZEV AKCE : Třebíč - Na kopcích, bytové domy

ČÍSLO AKCE : 170299C

DATUM : 3/2018

GEOTest

Laboratoře mechaniky zemin

Výsledky laboratorních zkoušek - protokol č. 3203-0045/18

tabulka č. 1

pořadové číslo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
číslo vzorku / třída		26947/3									
sonda		S-1									
hloubka	m	1,1									

stanovení vlhkosti zemín - ČSN EN ISO 17892-1	w	%	5,4								
---	---	---	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

Zpracoval: Ing. Vítězslav Křetinský

Rozšířené nejistoty měření:

vlhkost - 0,7%, zrnitost - 2,5%

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí 95%. Nejistoty nezohledňují vlivy oděru a nehomogenity vzorku. Standardní nejistota byla určena v souladu s dokumentem EA 4/02.

NÁZEV AKCE : Třebíč - Na kopcích, bytové domy
 ČÍSLO AKCE : 170299C
 DATUM : 3/2018

GEOtest

Laboratoře mechaniky zemin

Vyhodnocení laboratorních zkoušek

tabulka č. 1

pořadové číslo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
číslo vzorku / třída		26947/3									
sonda		S-1									
hloubka	m	1,1									

vlhkost zeminy	w	%	5,4								
zatřídění zeminy dle ČSN EN ISO 14688-2		Sa									
zatřídění zeminy dle ČSN 73 6133		S3 S-F									
pojmenování zeminy		P+Š19									
propust.z křiv. zrnit.	k	m.s ⁻¹	2,0E-4								

Zpracoval: Ing.Vítězslav Křetinský

STANOVENÍ ZRNITOSTI ZEMIN

dle ČSN EN ISO 17892-4

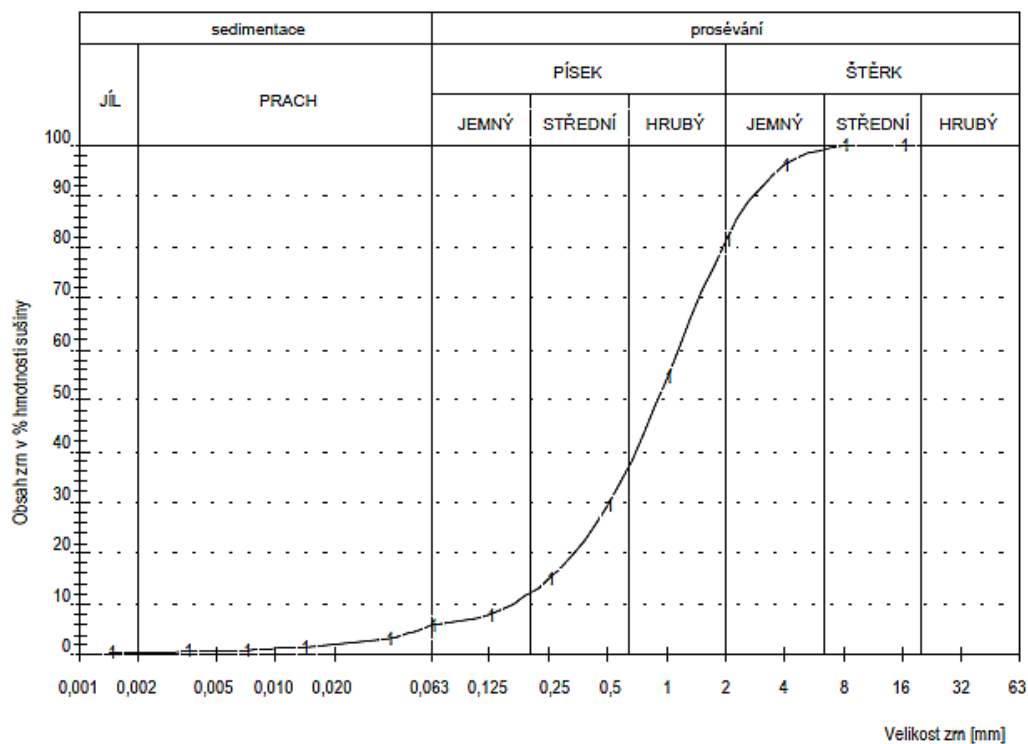
Název akce: Třebíč - Na kopcích, bytové domy

Číslo akce : 170299C

Datum: 3/2018

VZOREK	SONDA	HLOUBKA [m]	$\rho_s [\text{Mg m}^{-3}]$	Jíl	Prach	Písek	Štěrka	Zma < 0,063mm [%]
26947	S -1	1,10	2,65	0	6	75	19	6

VZOREK	d10	d20	d30	d40	d50	d60	d70	d80	d90	d100 - [mm]
26947	1,6E-1	3,4E-1	5,1E-1	7,0E-1	9,0E-1	1,1E+0	1,5E+0	1,9E+0	2,8E+0	1,6E+1



VZOREK: 26947 1

Zpracoval: Ing.V.Křetinský