

**Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum
Lokalita Nehradov III, Třebíč**
(podklad pro projekt stavby)



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

Objednatel:
Městský úřad Třebíč
Odbor rozvoje a územního plánování
Oddělení rozvoje
Karlovo nám. 104/55
674 01 Třebíč



Třebíč, listopad 2021

Výtisk č. 1

1. Úvod – geologický úkol a údaje o území

Předkládaný průzkum byl vypracován na základě objednávky paní Mgr. Jany Sklenářové, vedoucí Oddělení rozvoje Odboru rozvoje a územního plánování, Městský úřad Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 674 01 Třebíč ze dne 25.10.2021, ve věcech technických zastoupené paní Ing. Martinou Hrůzovou.

Záměrem objednatele je zjistit inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry pro plánovanou výstavbu rodinných domů v lokalitě zvané Nehradov III v Třebíči. Investorem akce je Město Třebíč, zpracovatelem Územní studie je společnost D+Architekti s.r.o., Pozďatín 66, 675 03 Budišov.

Cílem předkládaného posudku je získat informace o geologických a hydrogeologických poměrech a geotechnických vlastnostech zemin a hornin v místě plánovaného záměru, zejména z hlediska základových poměrů pro výstavbu rodinných, případně bytových domů a založení obslužné asfaltové komunikace. Cílem realizovaných vsakovacích zkoušek je pak posouzení možnosti vsakování srážkových vod ze střech a zpevněných ploch do půdního prostředí. Předkládaná zpráva bude sloužit jako podklad pro vypracování územní studie, případně jako podklad pro územní řízení a projekt stavby.

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

Geologický úkol byl zpracován pod názvem „Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum – Lokalita Nehradov III, Třebíč“. Geologický úkol byl zpracován na úrovni podrobného geologického průzkumu.

b) Objednatel, organizace, odpovědný řešitel geologických prací

Objednatelem geologického úkolu je Oddělení rozvoje, Odbor rozvoje a územního plánování, 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 urbanistické koncepce se ve specifikovaném prostoru lokality uvažuje s rozčleněním stávajících pozemků na dílčí stavební parcely pro výstavbu rodinných, případně bytových domů a vybudování obslužné asfaltové komunikace.

Lokalizace prostoru průzkumu:

Kraj: Vysočina

Okres: Třebíč

Katastrální území: Podklášteří (769916)

Parcela č: 121, 118/1

Topografickou pozici lokality vyjadřuje obrázek č. 1 a 2.

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



Obr. 2 Vymezení zájmové lokality v katastrální mapě (měřítko 1:2 000)



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 poskytnutých projektantem, z podkladů z archivu zpracovatele a v rovněž z archivu ČGS Geofond:

- 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
- TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty
- TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací
- Inženýrskogeologické posouzení těžitelnosti zemin a hornin budova s převlékárny v areálu letního koupaliště Polanka-Třebíč (Kopřiva A., 2020)
- Inženýrsko-geologický průzkum základových poměrů pro novostavbu RD v Třebíči – Nehradov (Kopřiva A., 2014)
- Inženýrskogeologické posouzení – Informačně vzdělávací centrum U Obůrky 953, Třebíč (Kopřiva A., 2021)
- Územní studie – Obytná lokalita Nehradov III, Urbanistická koncepce V.1 (Ing.arch. Milan Drbálek, D+Architekti s.r.o., 2021)

3. Přírodní poměry zájmového území

3.1 Topografické a geomorfologické poměry

Lokalita Nehradov III se nachází v západní části Města Třebíč v katastrálním území Podklášteří přibližně 1 km západně od centra města. Jedná se o plochy situované na části rozsáhlé parcely č. 118/1, dále na p.č. 121 a rovněž částečně na p.č. 120, k.ú. Podklášteří. Tyto parcely jsou evidovány jako orná půda (p.č. 120 pak jako ostatní plocha) a představují aktuálně zatravněné a nevyužívané plochy jižně a východně od ulice Za Plovárnou, severně od koupaliště (plovárny) Polanka a západně baziliky Sv. Prokopa a zámku, resp. průmyslové a podnikatelské zóny v lokalitě Nad Zámkem. V podstatě se jedná o jednu z mála nezastavěných lokalit, převážná většina ploch v lokalitě Nehradov je již zastavěna domy rodinného bydlení.

Z geomorfologického hlediska je lokalita situována na svahu relativně strmě se uklánějícím od severu k jihu do údolí řeky Jihlavy, vzdálené cca 60-100 m od jižního okraje lokality. Nadmořská výška se pohybuje od cca 430 m v severní části po 410 m v jižní části. V jižní a jihozápadní části lokality se terén uklání jen mírně, při jižním okraji parcel 121 a

118/1 však terén prudce klesá; areál koupaliště Polanka situovaný již v údolní nivě Jihlavy je od lokality oddělen strmým terénním schodem, který má místy charakter skalní stěny.

Celá plocha je zatravněná, ojediněle zejména v jihozápadní části se nachází drobné náletové křoviny a dřeviny, v centrální části do p.č. 118/1 zasahuje ve v.-z. směru parcela č. 120, která má charakter úzkého remízu porostlého keři a dřevinami.

Z geomorfologického hlediska posuzovaná lokalita spadá podle regionálního členění reliéfu ČSR do subprovincie Česko-moravské soustavy, do oblasti Českomoravské vrchoviny, celku Jevišovické pahorkatiny, podcelku Jaroměřické kotliny, v jejímž rámci leží v centrální části okrsku Třebíčská kotlina. Celé území je morfologicky poměrně členité.

3.2 Geologické poměry zájmového území

Z regionálně geologického hlediska spadá lokalita do prostoru třebíčského masívu, respektive jeho nejzápadnější části, tvořené usměrněnými žilnými 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 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 masívu se nacházejí již ve vzdálenosti cca 500 m západně od posuzované lokality (Poušov, Říčov, Třebíč-Borovina). Při jižním okraji lokality probíhá velmi významný tzv. třebíčský zlom v.-z. směru, který rozděluje těleso třebíčského masívu na dvě poloviny. V severní polovině vystupují skalní horniny výrazně blíže k povrchu, což dokládá celá řada skalních výchozů v blízkém okolí. V jižní polovině dosahují obvykle vrstvy kvartérních zemin větších mocností a skalní podloží je uloženo hlouběji pod povrchem. Druhým velmi významným zlomem je pak zlom sv.-jz. směru, který sahá od Třavy až ke Křovicím. Ke křížení obou zlomů dochází v těsném východním sousedství lokality.

Horniny skalního podloží jsou směrem k povrchu rozpukané a rozložené v charakteristická balvanitá, štěrkovitá a hrubě písčítá eluvia, přecházející v písčito-hlinitá deluvia, jež jsou kryta svrchními hlinitými horizonty.

V těsném sousedství lokality byla realizována řada geologických průzkumů. V jižním sousedství byla posouzena těžitelnost zemin a zejména skalních hornin, které byly zastiženy při rekonstrukci budovy říčních lázní na koupališti Polanka (Inženýrskogeologické posouzení těžitelnosti zemin a hornin budova s převlékárny v areálu letního koupaliště Polanka-Třebíč; Kopřiva A., 2020). Zde bylo konstatováno, že značná část východního půdorysu objektu a jeho sousedství leží jen na mírně zvětralých skalních horninách – durbachitech, tedy horninách s náročnou těžitelností, vysokou pevností a nízkým stupněm rozpukání.

Další hydrogeologický průzkum byl realizován na parcelách č. 135/205, 135/206 a 135/207 (viz. Inženýrsko-geologický průzkum základových poměrů pro novostavbu RD v Třebíči – Nehradově; Kopřiva A., 2014), dnes sloučených do jednotné parcely č. 135/205, k.ú. Podklášteří. Parcela se nachází cca 40 m západně od posuzované lokality. Zde byly zastiženy pro lokalitu typické geologické podmínky, tedy proměnlivé mocnosti navážek (maximálně však 1,1 m), hrubě písčité zvětralínový pokryv podložních skalních hornin (eluvium) a níže již skalní podloží, velmi rychle přecházející ze zcela do silně až mírně zvětralých durbachitů. Ty byly zastiženy dle morfologické pozice v úrovni 1,3-2,6 m pod terénem. Velmi obdobný vrstevní sled pak byl zastižen v rámci průzkumu Inženýrskogeologické posouzení – Informačně vzdělávací centrum U Obůrky 953, Třebíč (Kopřiva A., 2021), situovaného cca 100 m severovýchodně od zájmového území. Do úrovně 1,1-1,4 m bylo zjištěno hrubě písčité eluvium, v úrovni 1,3-1,8 m pak již kompaktní skalní podloží. Ostatní geologické průzkumy již probíhaly ve větších vzdálenostech či bez relevance k řešené problematice.

3.3 Hydrologické a hydrogeologické poměry zájmového území

Území v okolí posuzované je generelně odvodňováno k jihu směrem k řece Jihlavě, náležejícím do povodí Jihlavy č. hydr. poř. 04-16-01-087. Řeka Jihlava, respektive její údolní niva, tvoří místní erozivní bázi, která určuje hloubku oběhu podzemních vod a drénuje skalní masiv vymezující její průběh.

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 zvodeň, 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 puklinového systému horninového masívu, kde po dosažení hladiny podzemní vody přispěje k doplnění jejich zásob.

V zájmovém území je hlavní hydrogeologickou strukturou hydrogeologický masiv tvořený silně 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 zvětralínovém plášti nad podložím se vytváří freatický horizont podzemní vody, jejíž pohyb probíhá v hydraulickém spádu s morfologií terénu. Na elevacích je eluvium většinou vyschlé, v terénních sníženinách bývá zvodnělé.

Ve směru proudění podzemních vod se v blízkém okolí se nenalézají žádné využívané zdroje pitné ani užitkové vody. Řada vrtaných studní se nachází severně a západně od

projektovaného záměru v lokalitě novostaveb rodinných domů (ul. Za Plovárnou, Jasanová, Javorová, U Obůrky) vzhledem k jejich vzdálenosti, morfologické pozici a proudění podzemních vod je jejich potenciální negativní ovlivnění realizací záměru (výstavbou rodinných či bytových domů a komunikací) vyloučené. Cca 150 m východně se v ostře zaříznutém drobném údolí nachází pramenný vývěr – studánka, dříve tvořící drobný občasný tok ústící do Jihlavy u podzámecké nivy, dnes však převážně suchá.

4. Terénní práce a posouzení lokality

4.1 Inženýrsko-geologická a hydrogeologická charakteristika zájmové lokality

Po orientační terénní rekognoskaci byly terénní práce na lokalitě zahájeny 12. 11. 2021. Na základě požadavků objednatele byla na lokalitě vytipována místa pro hloubení průzkumných sond a rovněž pro realizaci vsakovacích zkoušek. Následně byly traktorbagrem vyhloubeny 3 kopané sondy S-1, S-2 a S-3 pro posouzení základových poměrů rodinných, případně bytových domů v jižní, centrální a severní části záměru, dále 3 kopané sondy K-1, K-2 a K-3 v předpokládané trase obslužné asfaltové komunikace a rovněž dvě kopané sondy VS-1 a VS-2 pro realizaci vsakovacích zkoušek. Všechny sondy byly vyhloubeny až do úrovně kompaktních skalních hornin, které již neumožňovaly další postup prací uvedenou technikou. Souřadnice kopaných sond v systému WGS84 byly získány z GPS a následně přepočteny do systému JTSK. Místa hloubení kopaných sond jsou přehledně znázorněna v příloze 1, geologická dokumentace kopaných sond je uvedena v příloze 2, fotodokumentace je součástí přílohy 3.

Pro detailní geotechnické zhodnocení byly odebrány dva poloporušené vzorky zemin na stanovení základních geotechnických parametrů, a to z kopané sondy K-2 z intervalu 1,2-1,3 m a z kopané sondy K-3 z intervalu 0,3-0,5 m. Vzorky zemin v rozsahu indexových zkoušek (vlhkost, konzistenční meze, zdánlivá měrná hmotnost, granulometrie, zatřídění zeminy) byly analyzovány v laboratoři Ing. Karel Zábrodský. Protokoly laboratorních zkoušek jsou uvedeny v příloze 4.

Vsakovací sondy VS-1 a VS-2 byly po vyhloubení do konečných hloubek a následné geologické dokumentaci rozšířeny, resp. v jejich těsné blízkosti byly vyhloubeny sondy nové do úrovně potenciálně propustné vrstvy a sondy byly uzpůsobeny pro realizaci vsakovacích zkoušek (vyla vytvořena vodorovná plošina). Do ní 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 m². Následně byly realizovány vsakovací zkoušky.

Dále byly pro zprávu zpracovány přírodní poměry širšího okolí a vyhodnoceny hydrogeologické poměry pro účely vsakování srážkových vod. Výsledky jsou diskutovány níže.

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, ovšem s některými překvapivými a pro realizaci záměru zásadními zjištěními.

Na převážné většině zájmové plochy byl zastižen obvyklý vrstevní sled, kdy se pod svrchní vrstvou humózní zeminy – travního drnu, dosahujícího mocnosti cca 20-30 cm, nacházela vrstva svahovin (deluvium), níže pak zvětralinový pokryv podložních skalních hornin (eluvium), pozvolna přecházející do zcela až silně zvětralých skalních hornin a následně relativně velmi rychle jen mírně zvětralých skalních hornin.

Situace se mírně liší v severní části zájmového území (kopané sondy S-1, K-1, VS-1), kde byly zastiženy rovněž málo mocné vrstvy navážek (do 0,5 m pod terénem) sestávající obvykle z kamenů, šterku, hrubého makadamu, hlíny písčité, písku hlinitého až písku s příměsí jemnozrné zeminy, případně dalších typů zemin.

Deluvium (svahoviny) má na převážné většině plochy jednotný charakter či velmi obdobný charakter. V jižní části zájmového území (kopané sondy S-3, K-3, VS-2) se jedná o hlínu písčitou (dle ČSN 73 6133 třída F3MS). To bylo potvrzeno rovněž laboratorní analýzou vzorku zeminy z kopané sondy K-3 z intervalu 0,3-0,5 m, kdy tato byla klasifikována jako hlína písčitá (dle ČSN 73 6133 třída F3MS), dle normy ČSN EN ISO 14688-2 je pak zemina klasifikována jako silt jílovitopísčitý (sacISi) tuhé až pevné konzistence. Charakteristickým znakem je převaha jemnozrné písčité (50,5%) a prachovité frakce (35,8 %), jílovitá a šterkovitá frakce jsou zastoupeny minimálně (do 10%). Vlhkost vzorku dosahovala 7,68% a konzistenční meze w_L a w_p 39%, resp. 26% (w_L - mez tekutosti = vlhkost zeminy, při které přechází zemina ze stavu tekutého do stavu plastického; w_p – mez plasticity = vlhkost zeminy, při které je zemina natolik vysušená, že ztrácí svoji plasticitu). Střední index plasticity $I_p = 13$ (rozdíl meze tekutosti a meze plasticity) vyjadřuje rozsah vlhkosti, ve které je zemina plastická a indikuje střednědobou konsolidaci zeminy v průběhu zatížení. Zeminu je možné i přes vysoký obsah písčité frakce označit jako nebezpečně namrzavou (na hranici se zeminou namrzavou) s vysokou kapilární vztlakovostí. V severní části zájmového území je vrstva svahovin tvořena velmi podobným typem zeminy, díky mírně vyššímu obsahu písčité frakce je však zeminu možné klasifikovat jako písek hlinitý (dle ČSN 723 6133 třída S4SM) tuhé až pevné konzistence. Tuto zeminu je možné klasifikovat jako namrzavou se střední kapilární vztlakovostí. Je třeba zmínit, že právě tyto typy zemin budou s vysokou pravděpodobností na převážné ploše záměru tvořit podloží vozovky – příjezdové komunikace k rodinným či bytovým domům. Tato skutečnost bude diskutována níže.

Pod vrstvou deluvia (svahovin) se již nachází eluvium (zvětralinová vrstva podložních skalních hornin), která má na celé ploše velmi homogenní a jednotný charakter ulehleho hrubého písku s příměsí jemnozrné zeminy (dle ČSN 73 6133 třída S3S-F). Jedná se o typický produkt zvětrávání podložních skalních hornin - durbachitů na ploše třebíčského masivu a z hlediska propustnosti se jedná o ideální vrstvu pro zasakování srážkových vod. Dle

laboratorní analýzy reprezentativního vzorku zeminy z kopané sondy K-2 z intervalu 1,2-1,3 m se jedná o písek s příměsí jemnozrnné zeminy (dle ČSN 73 6133 třída S3S-F), dle normy ČSN EN ISO 14688-2 je pak zemina klasifikována jako písek šterkovitý (grSa). Zemina je ulehklá, ve většině případů prakticky suchá a naprosto převažující písčité frakce tvoří více než 70%, hrubá šterkovitá frakce pak cca 23,8%. Konzistenční meze w_L a w_p díky velmi vysokému obsahu písčité a šterkovité frakce nebylo možné stanovit. Zeminu je možné označit jako mírně namrzavou až nenamrzavou s nízkou kapilární vztlakovostí.

Na bázi eluviální vrstvy zemina pozvolna přechází do zcela zvětralé skalní horniny – durbachitu (dle ČSN 73 6133 třída R5), která však velmi rychle přechází do jen silně zvětralého durbachitu (třída R4) a následně do kompaktní, málo rozpukané a obtížně těžitelné skalní horniny mírně zvětralého durbachitu (třída R-3). Jen mírně zvětralá skalní hornina byla vždy zastížena v konečné hloubce kopaných sond. Hustota diskontinuit od zcela až silně zvětralé skalní horniny směrem k jen mírně zvětralé skalní hornině postupně klesá od velké (střední vzdálenost diskontinuit 6-20 cm) až po střední (střední vzdálenost diskontinuit >20 cm).

V žádné z kopaných sond nebyly zastíženy přítoky podzemní vody, ojediněle se vyskytuje vyšší vlhkost zeminy (např. v intervalu 1,3-1,7 m v sondě K-1) jakožto projev mělkých infiltračních vod, migrujících gravitačně směrem do skalního podloží.

Mocnosti a úrovně jednotlivých vrstev zemin (deluvium, eluvium) mírně kolísají, to je však v prostředí durbachitů třebíčského masivu typické a obvyklé dle řídkého rozpukání skalního masivu, intenzivnějšímu zvětřování podél puklin a vyvětrání dílčích bloků či balvanů směrem k povrchu. Intervaly jednotlivých vrstev zastížených v kopaných sondách jsou přehledně uvedeny v následující tabulce:

Tab. 1: Intervaly zastížení jednotlivých typů zemin a hornin v průzkumných sondách

	Ornice		Navážky		Deluvium		Eluvium		Zcela zvětr. skal. hor.		Silně zvětr. skal. hor.		Mírně zvětr. skal. hor.	
	od	do	od	do	od	do	od	do	od	do	od	do	od	-
S-1	0.00	0.30	0.30	0.50	0.50	0.60	0.60	1.40	1.40	1.60	1.60	1.80	1.80	-
S-2	0.00	0.25	-	-	0.25	1.00	1.00	1.40	1.40	1.90	1.90	2.00	2.00	-
S-3	0.00	0.25	-	-	0.25	1.10	1.10	1.90	1.90	2.10	2.10	2.20	2.20	-
K-1	0.00	0.25	0.25	0.50	0.50	1.00	1.00	1.70	1.70	1.90	1.90	2.10	2.10	-
K-2	0.00	0.20	-	-	0.20	1.10	1.10	1.50	1.50	1.80	1.80	2.00	2.00	-
K-3	0.00	0.25	-	-	0.25	1.10	1.10	1.70	1.70	1.80	1.80	1.90	1.90	-
VS-1	0.00	0.25	0.25	0.50	0.50	0.90	0.90	1.70	1.70	2.10	2.10	2.40	2.40	-
VS-2	0.00	0.30	-	-	0.30	0.80	0.80	1.10	1.10	1.30	1.30	1.50	1.50	-

Z výše uvedené tabulky je zřejmé, že hloubková úroveň svahovin charakteru hlíny písčité (F3MS) až písku hlinitého (S4SM) obvykle dosahuje do 0,8-1,1 m, eluviálního písku s příměsí jemnozrnné zeminy (S3S-M) do 1,4-1,9 m a úroveň zahloubení kompaktního mírně zvětralého skalního podloží (R3) do 1,8-2,4 m pod terénem.

Zcela odlišná situace byla zjištěna v jihozápadní části zájmové plochy, tedy zejména v západní polovině parcely č. 121. Zde byl terénním průzkumem zjištěn výstup kompaktních a velmi odolných skalních hornin až na povrch terénu či do jeho těsné blízkosti. Situace je dobře patrná jak z přítomnosti skalních ostrůvků, tak výskytu kompaktních velmi málo rozpukaných skalních hornin minimálně třídy R3 (spíše však R2) 6.-7. třídy těžitelnosti přímo v úrovni terénu. V těchto místech je mimo jiné také patrný jen minimální travnatý pokryv.

Původně plánované umístění vsakovací sondy VS-2 tak muselo být přemístěno východním směrem, kde již výskyt skalních hornin zřejmý nebyl. I tak však byla v nově umístěné vsakovací sondě VS-2 zjištěna jen minimální mocnost eluviálních písčitých zemin (pouhých 30 cm) a kompaktní skalní podloží umístěné v úrovni pouhých 1,5 m pod terénem. Paradoxně tak v níže položené jižní (až jihozápadní) části zájmové plochy jsou mocnosti zemin (svahovin, zvětralinového pokryvu), podstatně nižší, než v centrální a vrcholové severní části. Důvodem je zřejmě přítomnost strmého skalního prahu ohraničujícího údolní nivu řeky Jihlavy, kde vrstvy zemin nad skalním prahem byly v geologické minulosti erozní činností periodicky splachovány směrem do údolní nivy, až došlo k obnažení skalního masivu (jakkoliv na jeho erozi se zcela jistě podílel rovněž vodní tok řeky Jihlavy).

Oblast výstupu skalních hornin směrem k povrchu je znázorněna v příloze 1 jako **oblast nevhodná pro vsakování**, kdy ze zřejmých důvodů nelze do masivní málo rozpukané horniny vůbec vsakovat. Určitá omezení ve zmíněné oblasti pak vyplývají i pro zakládání objektů, jak je zmíněno níže.

4.1.1 Doporučení pro založení asfaltové komunikace

Posouzení základových poměrů pro založení obslužné asfaltové komunikace (příjezdová komunikace k jednotlivým rodinným či bytovým domům) nebylo cílem předkládaného posudku (zejména nebylo požadováno stanovení zhutnitelnosti a únosnosti zemin). Z provedeného průzkumu však vyplývá několik zásadních skutečností, které považují za vhodné zmínit.

Z hlediska založení konstrukce vozovky byly na celé ploše záměru zjištěny složité geologické podmínky, neboť podloží vozovky (tedy vrstva, do níž bude zasahovat vliv zatížení vozovkou) bude z naprosté většiny po skryvce ornice tvořena zeminou hlíny písčité (třída F3MS), případně písku hlinitého (třída S4SM) tuhé až pevné konzistence.

Tyto zeminy s velkou pravděpodobností budou vyhovovat požadavkům na zhutnitelnost, a to jak pro těleso násypu, tak pro těleso aktivní zóny komunikace ($\rho_{\text{dmax-PS}} \geq 1500 \text{ kg/m}^3$ pro násyp a $\geq 1600 \text{ kg/m}^3$ pro aktivní zónu), ovšem nebudou vyhovovat požadavkům na únosnost pro zakládání bez úpravy (hodnota CBR musí dosahovat požadované únosnosti minimálně 15%). Proto bude třeba prakticky jistě počítat s úpravou/stabilizací zemin přidáním vhodného hydraulického pojiva (hydraulická směs, vápenný hydrát, cement apod.) pro zvýšení únosnosti, kdy se optimalizuje a neutralizuje obsah jílovité a prachovité složky. Zeminu je navíc třeba hodnotit dle laboratorních zkoušek jako nebezpečně namrzavou až namrzavou s méně příznivým pendulárním vodním režimem. Tomu je třeba přizpůsobit konstrukční návrh vozovky.

Výjimku může tvořit severní část zájmového území, kdy v kopané sondě K-1 v trase komunikace (a dále v sondách S-1 a VS-1) byly až do úrovně 0,5 m zastiženy navážky s podstatným podílem kamenité a šterkovité frakce, tedy zeminy s potenciálně velmi dobrou zhutnitelností i únosností. Výskyt vhodných zemín v dílčí trase komunikace však nelze extrapolovat na podstatnou část jejího úseku, alespoň do provedení skrývky ornice. Předběžně tak doporučuji počítat se stabilizací zemín v podloží celé trasy plánované komunikace.

Při zakládání je třeba počítat s 2. – 3. třídou těžitelnosti (dle starší ČSN 73 3050, v I. třídě dle aktuální ČSN 73 6133) ve vrstvách zemín.

4.1.2 Doporučení pro založení rodinných/bytových domů

Geologické schéma pro založení rodinných či bytových domů je možné považovat za jednoduché, s pravidelným zvrstvením zemín svahovin a zvětralinového pokryvu nad skalním podložím. Zakládání nebude komplikováno přítomností podzemní vody. Úroveň zahloubení pevného skalního podloží se na lokalitě pohybuje v úrovni 1,8-2,4 m, s výjimkou jižní a zejména jihozápadní části záměru, kde skalní podloží vystupuje až k povrchu.

Nezámrnou hloubku doporučuji stanovit na 1,0 m pod terénem, a to zejména s ohledem na přítomnost namrzavých až nebezpečně namrzavých zemín (hlín písčitých až písků hlinitých) ve svrchních částech geologického profilu (obvykle do hloubek 0,8-1,1 m). Zakládání tak bude v naprosté většině případů probíhat v eluviálních písčích s příměsí jemnozrnné zeminy (S3S-F), případně podložních skalních horninách, které obvykle přecházejí velmi rychle ze zcela až silně zvětralých (R5/R4) do mírně zvětralých skalních hornin (R3).

Zakládání je možné provádět na plošných základech, nicméně je vhodné, aby základová spára byla umístěna ve shodném typu zemín či hornin v celém půdorysu stavby z důvodu stejného průběhu konsolidace zemín. V místech svažitého terénu tak doporučuji provést etážovité odstupňování základových prvků v půdorysu stavby.

Obdobně jako v případě založení asfaltové komunikace je při zakládání třeba počítat s 2. – 3. třídou těžitelnosti (dle starší ČSN 73 3050, v I. třídě dle aktuální ČSN 73 6133) ve vrstvách zemín, v prostředí zcela až silně zvětralých skalních hornin v 4.-5. třídě těžitelnosti a v prostředí mírně zvětralých skalních hornin až 6. třídy těžitelnosti. V případě uvažovaného podsklepení některých objektů tak je od hloubek cca 2,0 m třeba počítat s použitím těžké zemní techniky (hydraulická kladiva, trhací háky apod.) na odtěžení mírně zvětralých skalních hornin třídy R3. Samostatnou kapitolou je pak případné zakládání objektů v jihozápadní části záměru, kde byl zjištěn výstup skalního podloží do úrovně terénu či jeho blízkosti. Dle Územní studie - Urbanistické koncepce V.1 (D+Architekti s.r.o., 9/2021) by do této oblasti zástavba předběžně zasahovat neměla, případně se jí bude dotýkat jen okrajově. Je třeba zmínit, že únosnost skalních hornin v těchto místech podstatně převyšuje nároky na obdobný typ navrhovaných staveb. V případě podsklepení objektů je však třeba počítat s mimořádně technicky i ekonomicky náročným odtěžováním kompaktního skalního masivu. V uvedených místech navíc není možné realizovat vsakování srážkových vod pomocí hlubinných vsakovacích prvků (viz níže).

Protože plánované objekty rodinných či bytových domů je třeba z konzervativního hlediska považovat za náročné stavební konstrukce, je vzhledem k jednoduchým geologickým poměrům třeba při navrhování základů postupovat podle zásad 2. geotechnické kategorie a při výpočtu únosnosti použít směrné normové charakteristiky zemin. Směrné normové charakteristiky zastižených zemin jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2: Směrné normové charakteristiky hlavních typů zemin a hornin

symbol	popis	ν	β	γ	E_{def}	c_u	Φ_u	c_{ef}	ϕ_{ef}	σ_c
F3MS	Hlína písčítá (deluvium)	0,35	0,62	18,0	8-12	60	10	12-20	24-29	
S4SM	Písek hlinitý (deluvium)	0,30	0,74	18,0	5-15	-	-	0-10	28-30	
S3SF	Písek s příměsí jemn. zeminy (eluvium)	0,30	0,74	17,5	17-25	-	-	0	30-33	
R5	Zcela zvětralý durbachit	0,20			160					1,5-5
R4	Silně zvětralý durbachit	0,20			400					5-15
R3	Mírně zvětralý durbachit	0,15			3000					15-50

 ν [kN.m⁻³] Poissonovo číslo β [kN.m⁻³] převodní součinitel γ [kN.m⁻³] objemová tíha E_{def} [MPa] deformační modul c_u [kPa] totální koheze (soudržnost) Φ_u [°] totální úhel vnitřního tření c_{ef} [kPa] efektivní koheze (soudržnost) ϕ_{ef} [°] efektivní úhel vnitřního tření σ_c [MPa] pevnost v prostém tlaku

Směrné hodnoty přetvárných charakteristik jsou platné pro pevnou konzistenci hlín písčitých až písků hlinitých, ulehle písků s příměsí jemnozrnné zeminy a pro křehký typ přetváření skalního masívu (typický pro durbachity), kvaziizotropní skalní masív a pro masív, kde se v dosahu přetížení nevyskytuje oblast snížených technických vlastností (výrazná dislokace, poruchové pásmo). Tuto skutečnost doporučuji ověřit při zakládání objektu převzetím základové spáry geologem či geotechnikem. Hodnoty deformačního modulu E_{def} (modulu přetvárnosti) platí pro velké hustoty diskontinuit zcela a silně zvětralého skalního masívu a střední hustoty diskontinuit mírně zvětralého skalního masívu. Podzemní vody nebudou hodnoty přetvárných charakteristik skalních hornin ovlivňovat.

Výpočtová únosnost mírně zvětralých skalních hornin (mírně zvětralých durbachitů v hloubkách v místech ukončení kopaných sond cca 1,8-2,4 m) podle vztahu

$$R_d = \frac{\sigma_c}{r \cdot p}$$

kde:

 σ_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.

Podzemní voda nebude s výjimkou občasných výronů mělkých infiltračních vod zakládání ovlivňovat, souvislá hladina podzemní vody se nachází hluboce zaklesnutá ve skalním podloží (velmi pravděpodobně koreluje s hladinou podzemní vody v údolní nivě Jihlavy).

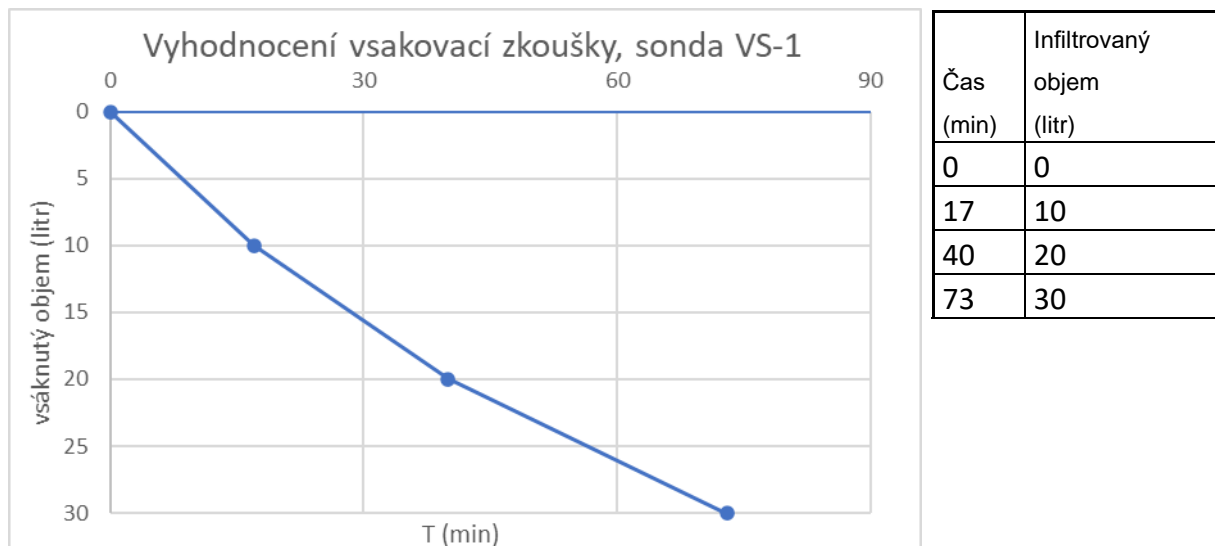
4.2 Posouzení záměru vsakování srážkových vod

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. Jak bylo zjištěno předkládaným průzkumem, na lokalitě se s výjimkou jihozápadní části nachází propustná písčité eluviální vrstva, která představuje ideální prostředí pro vsakování srážkových vod. Hydrogeologické poměry na lokalitě lze hodnotit jako jednoduché, protože hladina podzemní vody je hluboce zaklesnutá ve skalním masivu. 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. Mocnost propustných eluviálních zemin dosahovala na lokalitě obvykle od 0,4 m do 0,8 m. Pro posouzení propustnosti zemin, návrhu způsobu vsakování a dimenzování kapacity vsakovacích prvků byly realizovány vsakovací zkoušky na kopaných sondách VS-1 a VS-2. Jak je uvedeno výše, u kopané sondy VS-2 bylo předběžně uvažováno se jejím umístěním v jihozápadní části zájmové plochy. Po terénním šetření a dokumentaci skalních výchozů bylo zjištěno, že v uvedeném místě není možné vsakování realizovat a vsakovací sonda VS-2 byla umístěna o cca 70 m k východu. I zde však byla zjištěna mocnost eluviální vrstvy pouhých 30 cm. Písčité zvětralínový pokryv směrem do podloží víceméně pozvolna přechází do zcela až silně zvětralé skalní horniny, kde je možné ještě částečně se vsakováním počítat, níže uložené jen mírně zvětralé skalní horniny se střední hustotou puklin je však z hydrogeologického hlediska třeba považovat za nepropustné.

Kopané sondy VS-1 a VS-2 byly po geologické dokumentaci rozšířeny, respektive v jejich těsné blízkosti byly vyhloubeny sondy nové do úrovně potenciálně propustné písčité vrstvy (1,0 m u sondy VS-1, 0,8 m u sondy VS-2). Do dna vsakovacích sond byl zaražen nerezový válec o průměru 40 cm, vsakování tak probíhalo do přesně definované půdorysné plochy 0,126 m². 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 dvakrát doplněn.

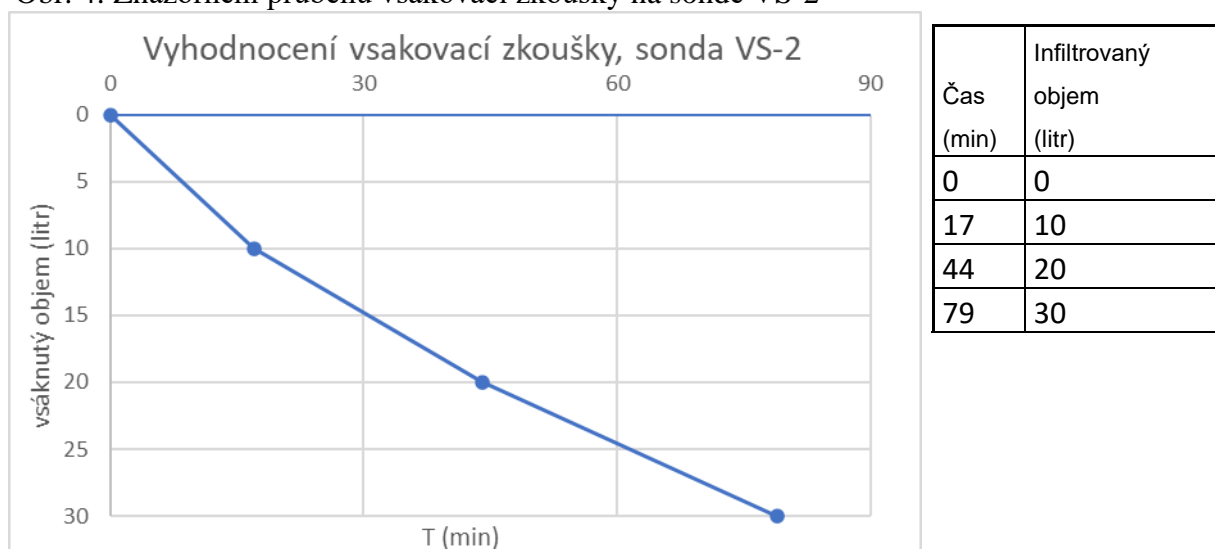
Vsakovací zkouška na sondě VS-1 byla ukončena po 1 hodině a 13 minutách, kdy došlo k úplnému vsaku 30 litrů (při celkovém poklesu hladiny ve válci o 24 cm). Grafické znázornění průběhu zasakovací zkoušky je znázorněno na obrázku č. 3.

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



Vsakovací zkouška na sondě VS-2 byla ukončena po 1 hodině a 19 minutách, kdy došlo k úplnému vsaku 30 litrů (při celkovém poklesu hladiny ve válci o 24 cm). Grafické znázornění průběhu zasakovací zkoušky na sondě VS-2 je znázorněno na obrázku č. 4.

Obr. 4: Znázornění průběhu vsakovací zkoušky na 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 (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 73 minut, nicméně úvodní fáze vsakovací zkoušky (10 litrů za 17 min) byla z vyhodnocení vyloučena a započten byl až vsak zbývajících 20 litrů za 56 min (na počátku dokázelo k infiltraci rychleji z důvodu nenasyčení zeminy vodou). To odpovídá rychlosti vsaku (resp. objemu infiltrované vody v průběhu vsakovací zkoušky) $6,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zkušební vsakovací plochu je možno přesně definovat na $A_{zk} = 0,126 \text{ m}^2$ (půdorysná plocha nerezového válce). Koeficient vsaku k_{vVS-1} tak dosahuje hodnoty $4,7 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.

Objem infiltrované vody Q_{zkVS-2} činil 30 litrů za 79 minut. Obdobně jako u vsakovací zkoušky na sondě VS-1 byla úvodní fáze vsakování 10 litrů za 17 min z vyhodnocení vyloučena. To odpovídá rychlosti vsaku (resp. objemu infiltrované vody v průběhu vsakovací zkoušky) $5,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zkušební vsakovací plochu je možno přesně definovat na $A_{zk} = 0,126 \text{ m}^2$ (půdorysná plocha nerezového válce). Koeficient vsaku k_{vVS-2} tak dosahuje hodnoty $4,3 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.

Pro výpočet parameterů vsakovacích zařízení tak doporučuji využít konzervativní hodnotu, odvozenou z provedených vsakovacích zkoušek a stanovenou na hodnotu $k_v = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.

Z hydrogeologického hlediska tak prostředí eluviálních zemin – písků s příměsí jemnozrnné zeminy - splňuje podmínku pro zasakování srážkových vod (koeficient vsaku musí být vyšší než $1 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$), navíc se jedná o relativně dobře propustné prostředí v porovnání se zeminami s vyšším zastoupením jemnozrnné frakce. Zároveň je třeba uvést, že dalším z významných parametrů, které ovlivňují konstrukční návrh a vsakovací kapacitu vsakovacích prvků, je hloubka uložení propustné vrstvy a také její mocnost. Jak vyplynulo z inženýrskogeologického průzkumu, mocnost propustné eluviální vrstvy v severní části zájmového území (sondy VS-1, S-1, K-1) dosahuje obvykle 0,7-0,8 m, v centrální části pak 0,4-0,6 m (sondy S-2, K-2, K-3), v jižní části pak pouze 0,3 m (VS-2). Tato propustná vrstva je obvykle překryta 0,9-1,1 mocnou vrstvou svahovin a ornice, je tedy dostatečně chráněna proti promrzání a lze ji v celé mocnosti využít pro vsakování srážkových vod.

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

- díky koeficientu vsaku $k_v \sim 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ eluviálního pokryvu, který s dostatečnou rezervou splňuje podmínku pro zasakování srážkových vod do horninového prostředí ($>1 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$), je z kvantitativního hydrogeologického hlediska možné nadbytečné dešťové vody ze střech rodinných či bytových domů nebo asfaltové komunikace zasakovat. Relativně malá mocnost propustné vrstvy musí však být kompenzována dostatečným objemem vsakovacího prvku.
- pro vsakování doporučuji využít vrstvu písčitého zvětralinového pokryvu skalních hornin, který se na lokalitě nachází v úrovni cca 0,9-1,1 m pod terénem a dosahuje mocností 0,4-0,8 m. Vsakování je možné realizovat pomocí hlubinných vsakovacích prvků (blokové systémy, tunelové systémy, podzemní prostory vyplněné šterkem, voštinové systémy apod.)
- výjimku tvoří jihozápadní část zájmového území, zejména západní část p.č. 121, kde je vsakování srážkových vod vyloučené díky výstupu skalního podloží do blízkosti terénu. Tato oblast je schematicky znázorněna v příloze 1. V případě výstavby objektů v blízkosti této lokality tak bude třeba likvidovat srážkové vody odváděním a následným vsakováním do jiných oblastí, případně zvolit jiné dispoziční řešení umístění objektů. Problematická je i jižní oblast záměru v okolí vsakovací sondy VS-2. Zde se propustná vrstva nachází již v úrovni 0,8 m pod terénem a její mocnost dosahuje pouhých 30 cm. V těchto místech je vsakování možné realizovat pomocí povrchových vsakovacích prvků, kdy je třeba počítat s jejich nižší vsakovací kapacitou zemin.
- V širším okolí záměru a ve směru proudění infiltrovaných srážkových vod (k jihu) 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 zejména 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 ze střech. Podmínka zasakování přes nasycenou (nenasycenou) zónu půdního prostředí je v posuzovaném případě splněna (viz. výše). Pozornost je třeba věnovat zasakování srážkových vod z ploch parkovacích stání, případně asfaltových komunikací s parkovacím stáním. Zde je záměr řazen již do kategorie podmíněčně přípustných, neboť hrozí riziko kontaminace horninového prostředí úkapy ropných látek z motorových vozidel. V případě vsakování z těchto ploch doporučuji před vsakovací prvek instalaci lapolu.
- Terén v místě záměru je svažitý, nicméně s ohledem na morfologické a geologické poměry lokality, zejména kompaktní skalní podloží uložené mělce pod terénem (cca 2 m) a převládající hrubozrnné zeminy bez rizika vzniku smykových ploch, 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, ...). Další střety zájmů nebudou provozem vsakovacích zařízení dotčeny.

5. Závěry a doporučení

V rámci provedeného inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu byly detailně zhodnoceny inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry pro lokalitu plánované výstavby rodinných či bytových domů včetně příslušné infrastruktury v lokalitě Nehradov III v Třebíči. Z hydrogeologického hlediska byl rovněž posuzován záměr likvidovat nadbytečné srážkové vody ze střech a zpevněných povrchů vsakováním do půdního prostředí.

V rámci inženýrského a hydrogeologického průzkumu bylo vyhloubeno celkem 8 kopaných průzkumných sond a realizovány 2 vsakovací zkoušky.

Pro výstavbu bytových a rodinných domů byly zjištěny jednoduché geologické poměry. Protože plánované objekty rodinných či bytových domů z konzervativního hlediska navrhuji považovat za náročné stavební konstrukce, je třeba postupovat podle zásad 2. geotechnické kategorie, a pro výpočet únosnosti použít směrné normové charakteristiky, respektive hodnoty výpočtové únosnosti R_d . Směrné normové charakteristiky (fyzikálně mechanické parametry) zemin a skalních hornin jsou uvedeny v tabulce 2, výpočtová únosnost kompaktních jen mírně zvětralých skalních hornin, zastižených v konečných hloubkách kopaných sond na lokalitě, dosahuje hodnot minimálně $R_d = 0,83$ MPa. Založení veškerých objektů je možné realizovat na plošných základech.

Při založení obslužné asfaltové komunikace v prostoru výstavby rodinných domů je třeba počítat s úpravou zemin v podloží aktivní zóny vozovky přidáním vhodného hydraulického pojiva (hydraulická směs, vápenný hydrát, cement apod.) pro zvýšení únosnosti jemnozrnné zeminy, neboť celá plocha je pod orniční vrstvou tvořena zeminou s převládajícím charakterem hlíny písčité až písku hlinitého, tedy zeminou nevyhovující požadavkům na únosnost.

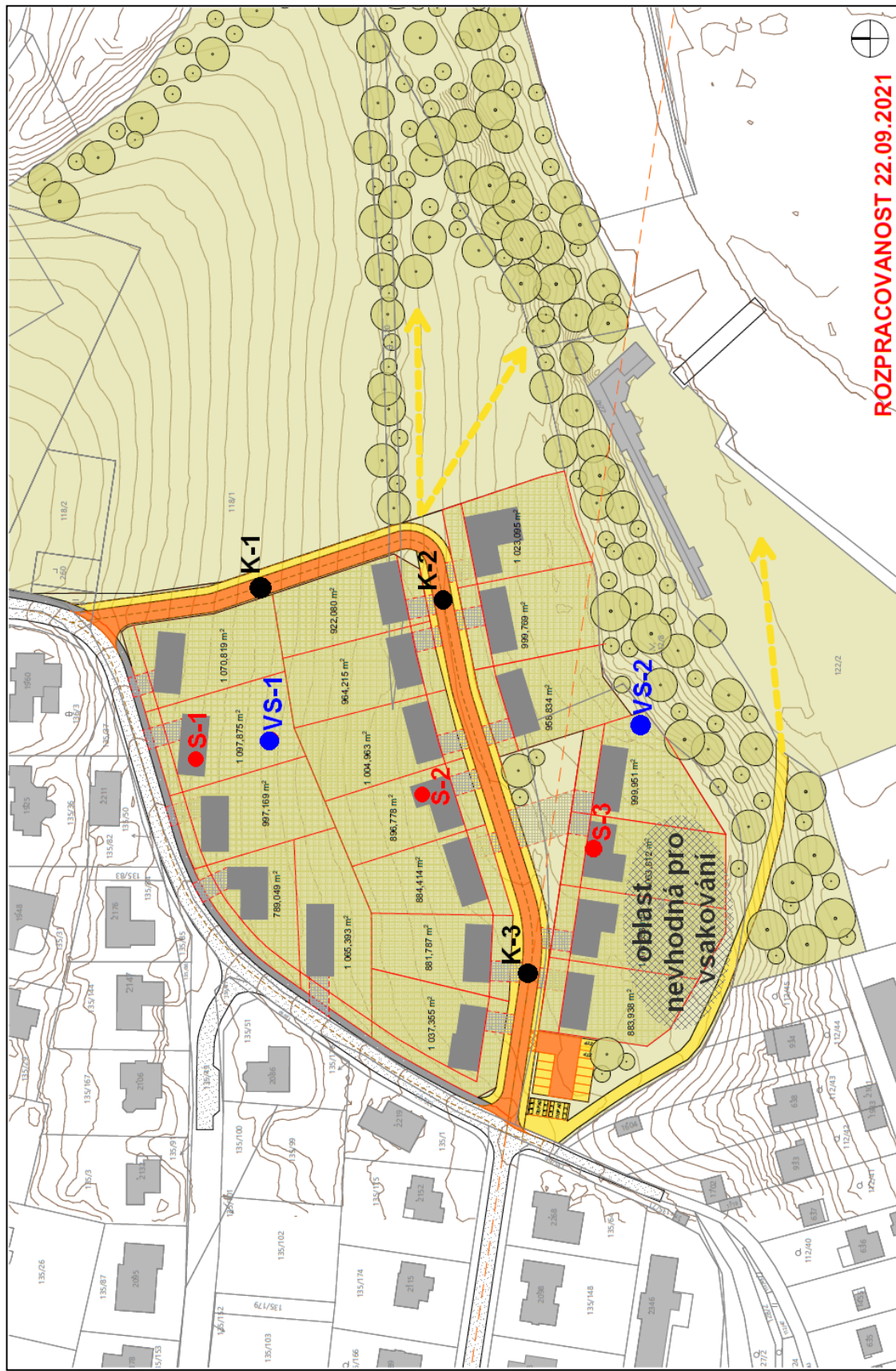
Vsakování srážkových vod na lokalitě je z geologického a hydrogeologického hlediska možné při dodržení výše uvedených předpokladů a doporučení. Z hlediska provozu podzemního vsakovacího zařízení doporučuji dodržení následujících pokynů:

- je třeba dbát na dodržení jakosti srážkových vod zasakovaných do horninového prostředí. Z tohoto hlediska je nutné uvažovat jak s vhodným materiálem střešní krytiny, tak vyloučením případné kontaminace před vsakem do horninového prostředí (úkapy pohonných hmot a olejů z parkovacích stání, kontaminace odpadní vodou, manipulací se znečišťujícími látkami apod.)
- vsakovací zařízení by mělo být vybaveno odvětráním a lapačem splavenin
- hloubku uložení vsakovacích zařízení je třeba přizpůsobit lokálním geologickým podmínkám, zejména mocnosti a hloubce uložení propustné vrstvy (viz výše).

- vsakovací plocha podzemního zařízení by měla být pokud možno vodorovná či mírně ukloněná, aby bylo zabráněno vodní erozi
- při provádění zemních prací nesmí dojít ke snížení koeficientu vsaku horninového prostředí (např. zhutněním, zasypáním nevhodným materiálem).
- Vsakovací objekt je vodní dílo a jeho projekci a dimenzování provede podle poskytnutých podkladů oprávněná autorizovaná osoba v oboru vodohospodářských staveb dle normy ČSN 75 9010 Návrh, výstavba a provoz vsakovacích zařízení srážkových vod.

V Třebíči 30. 11. 2021

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Lokalita Nehradoň III, Třebíč	
Název přílohy:	LOKALIZACE PRŮZKUMNÝCH SOND
Zpracoval: D+Architekti s.r.o.	Datum: listopad 2021
měřítko 1:2000	Příloha: 1



ROZPRACOVANOST 22.09.2021

D+ARCHITEKTI

ÚS - Obytná lokalita Nehradov III
koncept územní studie

URBANISTICKÁ KONCEPCE

V.1

01

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Lokalita Nehradov III, Třebíč	
Název přílohy:	GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE PRŮZKUMNÝCH SOND
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: listopad 2021
	Příloha: 2

Dokumentace kopané sondy S-1:

Datum: 12.11.2021
 Hloubka sondy: 1,8 m
 Souřadnice JTSK: y = 651642, x = 1152374
 Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva
 Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

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

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	0.30	O	Ornice, hnědá hlína písčitá, humózní, s příměsí organického materiálu, s kořínky	2
0.30	0.50	Y	Navážka – kameny, šterk, hrubý makadam, hlína písčitá	2-3
0.50	0.60	S4SM	Deluvium (svahoviny), písek hlinitý, tuhý, hnědý, slabě vlhký, s drobnými úlomky	2
0.60	1.40	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin) – hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky podložních hornin	3
1.40	1.60	R5	Zcela zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	4
1.60	1.80	R4	Silně zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	5
1.80	-	R3	Mírně zvětralý durbachit, hustota puklin střední (střední vzdálenost puklin >20 cm)	6

Přítok podzemních vod nezastižen

Dokumentace kopané sondy S-2:

Datum: 12.11.2021
 Hloubka sondy: 2,0 m
 Souřadnice JTSK: y = 651658, x = 1152448
 Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva
 Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

Tab. 2: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou S-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	0.25	O	Ornice, hnědá hlína písčitá, humózní, s příměsí organického materiálu, s kořínky	2
0.25	1.00	S4SM	Deluvium (svahoviny), písek hlinitý, tuhý, hnědý, slabě vlhký, s drobnými úlomky	2
1.00	1.40	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin) – hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky podložních hornin	3
1.40	1.90	R5	Zcela zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	4
1.90	2.00	R4	Silně zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	5
2.00	-	R3	Mírně zvětralý durbachit, hustota puklin střední (střední vzdálenost puklin >20 cm)	6

Přítok podzemních vod nezastižen

Dokumentace kopané sondy S-3:

Datum: 12.11.2021
 Hloubka sondy: 2,2 m
 Souřadnice JTSK: y = 651672, x = 1152488
 Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva
 Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

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

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	Ornice, hnědá hlína písčitá, humózní, s příměsí organického materiálu, s kořínky	2
0.25	1.10	F3MS	Deluvium (svahoviny), hlína písčitá, tuhá, hnědá, suchá 0.25, s drobnými úlomky	2
1.10	1.90	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin) – hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky podložních hornin	3
1.90	2.10	R5	Zcela zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	4
2.10	2.20	R4	Silně zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	5
2.20	-	R3	Mírně zvětralý durbachit, hustota puklin střední (střední vzdálenost puklin >20 cm)	6

Přítok podzemních vod nezastižen

Dokumentace kopané sondy K-1:

Datum: 12.11.2021
 Hloubka sondy: 2,1 m
 Souřadnice JTSK: y = 651586, x = 1152391
 Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva
 Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

Tab. 4: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou K-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	Ornice, hnědá hlína písčitá, humózní, s příměsí organického materiálu, s kořínky	2
0.25	0.50	Y	Navážka – kameny, štěrky, hrubý makadam, hlína písčitá, písek hlinitý, písek s příměsí jemnozrnné zeminy	2-3
0.50	1.00	S4SM	Deluvium (svahoviny), písek hlinitý, tuhý, hnědý, slabě vlhký, s drobnými úlomky	2
1.00	1.70	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin) – hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, šedý, s úlomky podložních hornin, od 1,3 m vlhký až mokrá	3
1.70	1.90	R5	Zcela zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	4
1.90	2.10	R4	Silně zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	5
2.10	-	R3	Mírně zvětralý durbachit, hustota puklin střední (střední vzdálenost puklin >20 cm)	6

Přítok podzemních vod nezastižen

Dokumentace kopané sondy K-2:

Datum: 12.11.2021

Hloubka sondy: 2,0 m

Souřadnice JTSK: y = 651586, x = 1152391

Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva

Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

Tab. 5: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou K-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	0.20	O	Ornice, hnědá hlína písčitá, humózní, s příměsí organického materiálu, s kořínky	2
0.20	1.10	S4SM	Deluvium (svahoviny), písek hlinitý, tuhý, hnědý, slabě vlhký, s drobnými úlomky	2
1.10	1.50	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin) – hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky podložních hornin	3
1.50	1.80	R5	Zcela zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	4
1.80	2.00	R4	Silně zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	5
2.00	-	R3	Mírně zvětralý durbachit, hustota puklin střední (střední vzdálenost puklin >20 cm)	6

Přítok podzemních vod nezastižen

Z intervalu 1,2-1,3 m odebrán vzorek zeminy na stanovení fyzikálně-mechanických parametrů zemin

Dokumentace kopané sondy K-3:

Datum: 12.11.2021

Hloubka sondy: 1,9 m

Souřadnice JTSK: y = 651712, x = 1152473

Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva

Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

Tab. 6: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou K-3

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	0.25	O	Ornice, hnědá hlína písčitá, humózní, s příměsí organického materiálu, s kořínky	2
0.25	1.10	F3MS	Deluvium (svahoviny), hlína písčitá, tuhá, hnědá, suchá, s drobnými úlomky	2
1.10	1.70	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin) – hrubý písek s příměsí jemnozrnné zeminy, ulehlý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky podložních hornin	3
1.70	1.80	R5	Zcela zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	4
1.80	1.90	R4	Silně zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	5
1.90	-	R3	Mírně zvětralý durbachit, hustota puklin střední (střední vzdálenost puklin >20 cm)	6

Přítok podzemních vod nezastižen

Z intervalu 0,3-0,5 m odebrán vzorek zeminy na stanovení fyzikálně-mechanických parametrů zemin

Dokumentace kopané sondy VS-1:

Datum: 12.11.2021

Hloubka sondy: 2,4 m

Souřadnice JTSK: y = 651635, x = 1152392

Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva

Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

Tab. 7: Zjištěný geologický profil zastižený kopanou sondou VS-1

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	0.25	O	Ornice, hnědá hlína písčitá, humózní, s příměsí organického materiálu, s kořínky	2
0.25	0.50	Y	Navážka – kameny, šterk, hrubý makadam, hlína písčitá, písek hlinitý, písek s příměsí jemnozrné zeminy	2-3
0.50	0.90	S4SM	Deluvium (svahoviny), písek hlinitý, tuhý, hnědý, slabě vlhký, s drobnými úlomky	2
0.90	1.70	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin) – hrubý písek s příměsí jemnozrné zeminy, ulehlý, šedý, s úlomky podložních hornin, od 1,3 m vlhký až mokrá	3
1.70	2.10	R5	Zcela zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	4
2.10	2.40	R4	Silně zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	5
2.40	-	R3	Mírně zvětralý durbachit, hustota puklin střední (střední vzdálenost puklin >20 cm)	6

Přítok podzemních vod nezastižen

Dokumentace kopané sondy VS-2:

Datum: 12.11.2021

Hloubka sondy: 1,5 m

Souřadnice JTSK: y = 651632, x = 1152499

Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva

Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

Tab. 8: 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	0.30	O	Ornice, hnědá hlína písčitá, humózní, s příměsí organického materiálu, s kořínky	2
0.30	0.80	F3MS	Deluvium (svahoviny), hlína písčitá, tuhá, hnědá, suchá, s drobnými úlomky	2
0.80	1.10	S3S-F	Eluvium (zvětralinový pokryv podložních skalních hornin) – hrubý písek s příměsí jemnozrné zeminy, ulehlý, hnědý až rezavě hnědý, s úlomky podložních hornin	3
1.10	1.30	R5	Zcela zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	4
1.30	1.50	R4	Silně zvětralý durbachit, hustota puklin velká (střední vzdálenost puklin 6-20 cm)	5
1.50	-	R3	Mírně zvětralý durbachit, hustota puklin střední (střední vzdálenost puklin >20 cm)	6

Přítok podzemních vod nezastižen

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Lokalita Nehradov III, Třebíč	
Název přílohy:	FOTODOKUMENTACE
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopriva	Datum: listopad 2021
	Příloha: 3



Kopaná sonda S-1



Kopaná sonda S-2





Kopaná sonda S-3



Kopaná sonda K-1



Kopaná sonda K-2



Kopaná sonda K-3





Vsakovací sonda VS-1



Vsakovací zkouška na vsakovací sondě VS-1



Vsakovací sonda VS-2



Vsakovací zkouška na vsakovací sondě VS-2

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Lokalita Nehradov III, Třebíč	
Název přílohy:	KOPIE PROTOKOLŮ LABORATORNÍCH ANALÝZ
Zpracoval: Ing. Karel Zábrodský	Datum: listopad 2021
	Příloha: 4

Laboratorní výsledky

odběratel: **Mgr. Antonín Kopřiva**
datum: **28. listopad 2021**

vzorek : **Třebíč, Nehradov III**
K2 1,2-1,3m

zrno (mm)	K2 1,2-1,3m (propad (%))
16	100,00
8	99,55
4	95,88
2	76,20
1	49,07
0,500	27,28
0,250	15,54
0,125	9,17
0,063	6,10
0,050	4,95
0,0300	3,47
0,0230	3,07
0,0140	2,78
0,0084	2,19
0,0050	1,41
0,0032	1,10
0,0020	0,91

vlhkost vzorku % 4,55
mez tekutosti % nelze
mez plasticity % nelze
index plasticity nelze
stupeň konzistence nelze
zdán.měrná hmotnost kg/m³ 2785
ČSN 73 1001 část.<60 S-F
ČSN 73 1001 dle plasticity nelze

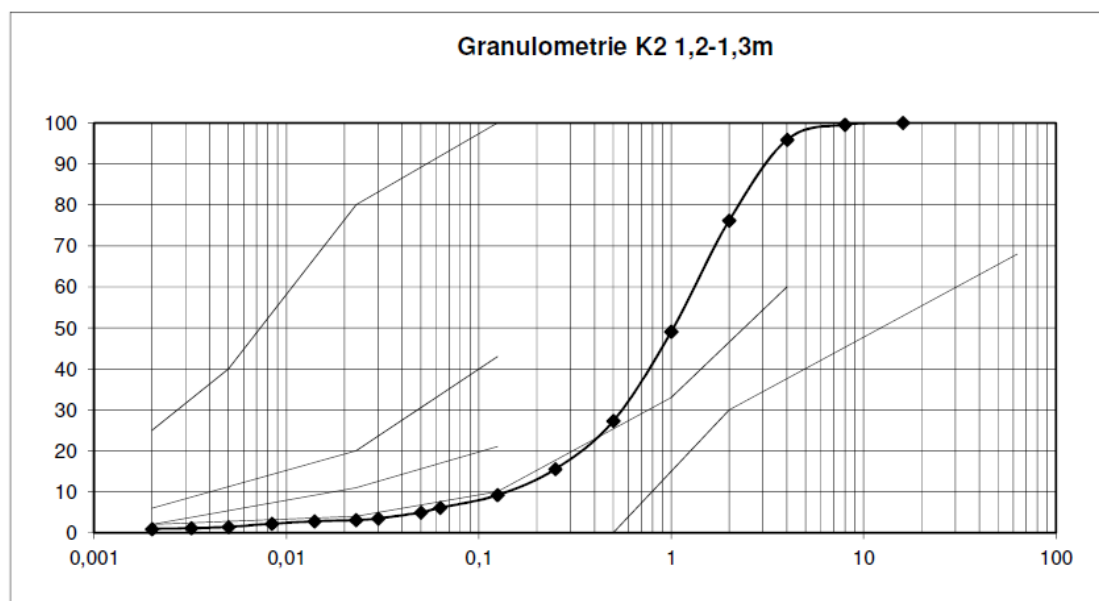
Zařazení dle ČSN 73 1001 / ČSN 73 6133, příl. A
S3 S-F písek s příměsí jemnozrnné zeminy

Zařazení dle ČSN EN ISO 14688-2:2005
grSa

Metodika laboratorních zkoušek zemín

Stanovení vlhkosti
Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic
Stanovení zrnitosti
Stanovení meze tekutosti a meze plasticity

ČSN EN ISO 17892-1
ČSN EN ISO 17892-3
ČSN EN ISO 17892-4
ČSN EN ISO 17892-12



V Brně dne: **28. listopad 2021**

Ing. Karel Zábrodský

laboratorní a technologické práce
Merhautova 144/144
602 00 Brno
602 732 068

laboratorní a technologické práce

+420602732068

Ing. Karel Zábrodský
Merhautova 144
602 00 Brno

DIČ: CZ530112209
IČO: 13420186

Laboratorní výsledky

odběratel: **Mgr. Antonín Kopřiva**
datum: **28. listopad 2021**

vzorek : **Třebíč, Nehradov III**
K3 0,-0,5m

zrno (mm)	K3 0,-0,5m (propad (%))
16	100,00
8	98,97
4	96,74
2	90,63
1	77,73
0,500	62,37
0,250	52,54
0,125	45,51
0,063	40,11
0,050	38,46
0,0300	30,15
0,0230	26,51
0,0140	20,55
0,0084	14,55
0,0050	8,91
0,0032	5,95
0,0020	4,38

vlhkost vzorku % 7,68
mez tekutosti % 39
mez plasticity % 26
index plasticity 13
stupeň konzistence 2,41
zdán.měrná hmotnost kg/m³ 2719
ČSN 73 1001 část.<60 FS
ČSN 73 1001 dle plasticity MI

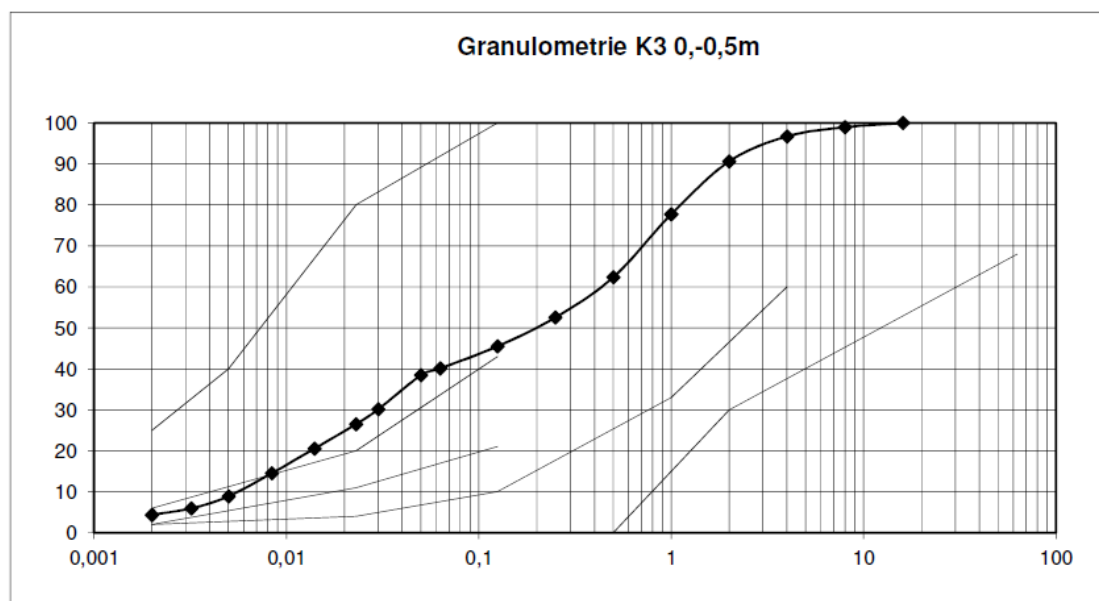
Zařazení dle ČSN 73 1001 / ČSN 73 6133, příl. A
F3 MS hlína písčitá

Zařazení dle ČSN EN ISO 14688-2:2005
sacISi

Metodika laboratorních zkoušek zemín

Stanovení vlhkosti
Stanovení zdánlivé hustoty pevných částic
Stanovení zrnitosti
Stanovení meze tekutosti a meze plasticity

ČSN EN ISO 17892-1
ČSN EN ISO 17892-3
ČSN EN ISO 17892-4
ČSN EN ISO 17892-12



V Brně dne: **28. listopad 2021**

Ing. Karel Zábrodský

laboratorní a technologické práce
Merhautova 144/144
602 00 Brno
602 732 068

laboratorní a technologické práce

+420602732068

Ing. Karel Zábrodský
Merhautova 144
602 00 Brno

DIČ: CZ530112209
IČO: 13420186