

**Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum
Rozvoj areálu ZŠ a MŠ Bory**
(podklad pro územní rozhodnutí a projekt stavby)



Zpracovatel posudku:
Mgr. Antonín Kopřiva
Zahradní 591/36
67401 Třebíč
tel. 723724130



Objednatel:
Ing. Arch. Milan Drbálek
D+Architekti
Polanka 214/10
674 01 Třebíč

Třebíč, listopad 2023

Výtisk č. 1

1. Úvod – geologický úkol a údaje o území

Předkládané posouzení bylo vypracováno na základě objednávky Ing. Arch. Milana Drbálka, D+Architekti, Polanka 214/10, 674 01 Třebíč, zodpovědného projektanta akce Rozvoj areálu ZŠ a MŠ Bory“. Součástí úpravy areálu je mimo jiné výstavba nové jídelny na místě stávajícího bytového domu západně od budovy ZŠ, rekonstrukce budovy ZŠ a tělocvičny a vybudování parku a nových parkovacích stání před budovou školy. Investorem akce je Obec Bory, Bory 232, 594 61 Bory.

Požadavkem zodpovědného projektanta a cílem geologického průzkumu bylo zjistit inženýrskogeologické poměry v místě plánované výstavby jídelny (parcely č.st. 100, 93/8, k.ú. Dolní Bory) a zjistit inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry na travnaté ploše před objektem školy v místě plánované výstavby parku (parcela č. 94, k.ú. Dolní Bory). Zde je kromě vybudování parkovacích stání a parkových úprav (lavičky, dlažba, osvětlení, altán) v případě vhodných hydrogeologických poměrů plánováno rovněž vsakování srážkových vod pomocí polopropustných povrchů (spárová dlažba parkovacích stání apod.). Všechny dotčené parcely jsou ve vlastnictví Obce Bory.

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

Geologický úkol byl zpracován pod názvem „Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum – Rozvoj areálu ZŠ a MŠ Bory“. Účelem geologických prací bylo zjištění geologických, inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrů lokality (geologický profil, rozlišení jednotlivých typů základových půd, stanovení propustnosti zemin apod.). Geologický úkol byl zpracován na úrovni podrobného geologického průzkumu.

b) Objednatel, organizace, odpovědný řešitel geologických prací

Objednatelem geologického úkolu je Ing. Arch. Milan Drbálek, D+Architekti, Polanka 214/10, 674 01 Třebíč a zhotovitelem - odpovědným řešitelem Mgr. Antonín Kopřiva, technické (kopné) práce byly zajištěny investorem akce.

Lokalizace prostoru průzkumu:

Kraj: Vysočina

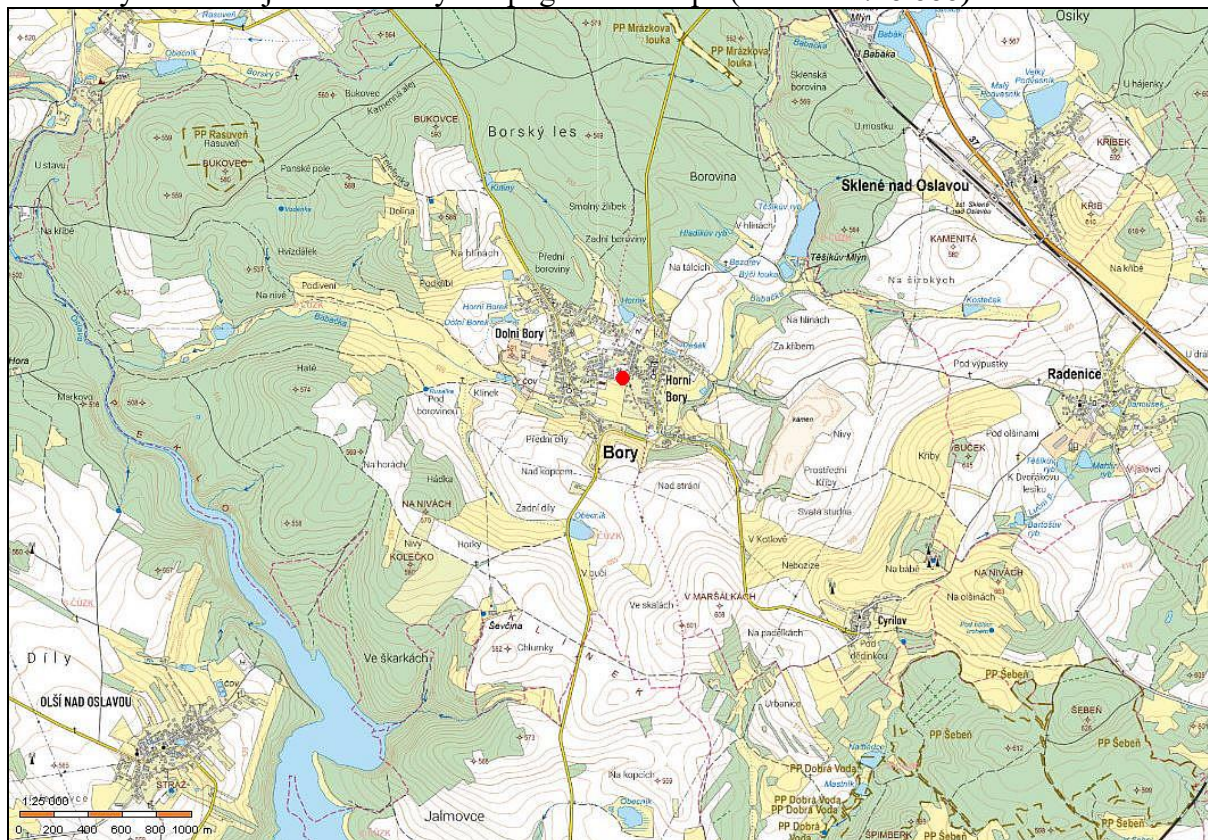
Okres: Žďár nad Sázavou

Katastrální území: Dolní Bory (628719)

Parcely č.: 93/8, 94

Topografickou pozici lokality vyjadřuje obrázek č. 1 a 2.

Obr. 1 Vymezení zájmové lokality v topografické mapě (měřítko 1:10 000)



Obr. 2 Schematické znázornění zájmové oblasti v katastrální mapě (měřítko 1:1000)



2. Podklady pro zpracování posudku

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

- Rozvoj areálu ZŠ a MŠ Bory, koncepční studie (Ing.arch. M. Drbálek, D+Architekti s.r.o., 11/2021)
- základní mapa ČR 1 : 10 000, list 24-33-06
- geologická mapa 1 : 50 000, list 24-33 Moravský Krumlov
- hydrogeologická mapa 1 : 50 000, 24-33 Moravský Krumlov
- vodohospodářská mapa 1 : 50 000, 24-33 Moravský Krumlov
- ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
- ČSN 75 2410 Malé vodní nádrže
- ČSN EN ISO 14688 Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařizování zemin
- TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací
- Předběžné inženýrskogeologické a hydrogeologické posouzení lokality Bory – Pod OÚ – Panička (Kopřiva A., Enviro-ekoanalytika s.r.o., 2019)
- Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro výstavbu rodinných domů v lokalitě „Na Sádkách“, k.ú. Dolní Bory (Kopřiva A., Enviro-ekoanalytika s.r.o., 2019)
- Posouzení možnosti vsakování srážkových vod – Dolní Bory, obytný soubor „Za Obecním úřadem“ (Kopřiva A., 2023)

3. Přírodní poměry zájmového území

3.1 Topografické a geomorfologické poměry

Posuzovaná lokalita se v centrální části obce Bory v blízkosti Obecního úřadu, na rozhraní místních částí Dolní Bory na západě a Horní Bory na východě. Z hlediska administrativního členění spadá celá lokalita do k.ú. Dolní Bory. Areál ZŠ je tvořen objektem školy, navazující tělocvičnou a severně umístěným sportovním hřištěm. V západním, resp. severozápadním sousedství se pak nachází objekt mateřské školy. V jihozápadním sousedství se pak nachází bytový dům č.p. 162 (p.č. st. 100), který je ve vlastnictví obce a je plánována jeho demolice a následná výstavba jídelny. V širším západním, severním a východním sousedství se nachází zástavba rodinných domů se zahradami. Jižní prostranství před objektem školy je tvořeno parkovacím stáním, asfaltovou komunikací a za ní rozsáhlou travnatou plochou, která se v délce až 200 m svažuje k jihu do údolní nivy toku Babačka. V severní části této travnaté plochy na parcele č. 94 je plánováno vybudování parku a vsakovacích prvků pro vsakování srážkových vod. Situace je zřejmá z obrázků č. 1 a 2 a přílohy 1.

Okolní terén parcel mírně svažité směrem k jihu, nadmořská výška dosahuje 521 m. Z geomorfologického hlediska posuzovaná lokalita spadá podle regionálního členění reliéfu do subprovincie Česko-moravské soustavy, do oblasti Českomoravské vrchoviny, celku Křižanovské vrchoviny, podcelku Bítešské vrchoviny, v jejímž rámci leží v jihozápadní části okrsku Bobrovská pahorkatina. Celé území je morfologicky relativně členité.

3.2 Geologické poměry zájmového území

Z regionálně geologického hlediska patří území do moldanubické oblasti Českého masivu, na rozhraní moravského a strážeckého moldanubika. Podložní horniny jsou víceméně jednotvárné s převládajícím zastoupením kyanitických až silimanitických pararul, které tvoří plášťové horniny borského serpentinitového masivu (serpentinizovaný peridotit), situovaného pouhých cca 300 m severně. Jižně od toku Babačka se pak nachází granulity borského granulitového masivu strážeckého moldanubika. Jak těleso granulitového masivu, tak serpentinitu a jeho plášťových pararulových hornin pronikají četné žíly granitických pegmatitů, případně dalších hornin.

Z nejmladších pokryvných útvarů jsou pak ve vyšších partiích zastoupeny na svazích deluviální sedimenty (svahoviny) a v údolí nivě toku Babačka rovněž fluviální, deluviofluviální a aluviální (nivní) sedimenty vodního toku.

Z hlediska geologické prozkoumanosti byla v katastru obce realizována celá řada geologických prací. V blízkém jižním sousedství posuzované lokality ve vzdálenosti 100-200 m bylo realizováno Předběžné inženýrskogeologické a hydrogeologické posouzení lokality Bory – Pod OÚ – Panička (Kopřiva A., Enviro-ekoanalytika s.r.o., 2019). V rámci průzkumu bylo vyhloubena 5 kopaných sond. V severně umístěných sondách (v blízkosti plánovaného parku) byl zastižen prakticky velmi podobný vrstevní sled, tvořený zvětralinovým pokryvem podložních skalních hornin – uhlým pískem hlinitým až pískem s příměsí jemnozrnné zeminy s kameny. Zemina velmi rychle přechází ve zcela až silně zvětralé skalní podloží, v hloubkách 1,9-2,1 m pak bylo zastiženo již jen mírně zvětralé skalní podloží, obtížně těžitelné. V žádné z kopaných sond nebyl zastižen přítok podzemních vod. Odlišná je situace byla zjištěna až v plochem terénu údolní nivy toku Babačka. Zde byla pod tenkou vrstvou svahovin (0,6-0,8 m) zjištěna až do hloubek minimálně 3,2 m mocná poloha šedých plastických jílu měkké konzistence (povodňový sediment vodního toku), pro zakládání staveb zcela nevhodná. Stejně lokality se týkalo i Posouzení možnosti vsakování srážkových vod – Dolní Bory, obytný soubor „Za Obecním úřadem“ (Kopřiva A., 2023), kdy bylo řešeno vsakování srážkových vod z plochy plánované komunikace a bezpečnostních přepadů 3 rodinných a 3 bytových domů do vsakovacího příkopu na parcele č. 99/1, k.ú. Dolní Bory (cca 160 m jižně od objektu školy). Vsakováno bylo doporučeno do propustné písčité zvětralinové vrstvy s doporučenou hodnotou koeficientu vsaku $k_v = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$. V roce 2019 pak byl realizován ještě Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum pro výstavbu rodinných domů v lokalitě „Na Sádkách“, k.ú. Dolní Bory (Kopřiva A., Enviro-ekoanalytika s.r.o., 2019) ve vzdálenosti cca 250 m severozápadně od areálu ZŠ a MŠ. Rovněž zde bylo kopanými sondami zjištěno skalní podloží v úrovni 1,9-2,1 m a nadloží písčité zvětralinové vrstvy, překrytá jen málo mocnými jílovitými svahovinami.

3.3 Hydrologické a hydrogeologické poměry

Území v okolí posuzované lokality je generelně odvodňováno k západu potokem Babačka, pramenícím cca 10 km severovýchodně od posuzované lokality v oblasti Velkého Sklenského rybníka a náležejícím do povodí řeky Jihlavy č. hydr. poř. 04-16-02-020. Po cca 8 km toku ústí Babačka do řeky Oslavy, levostranného přítoku Jihlavy. Celková plocha povodí toku Babačka včetně přítoků dosahuje téměř 25 km².

Širší okolí zájmového území náleží do hydrogeologického rajonu č. 6550: Krystalinikum v povodí Jihlavy. V rámci hydrogeologického rajónu lze vymezit svrchní zvodeň s kombinovanou průlinovo-puklinovou propustností, 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, tektonice a charakteru kvartérních 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 pararulami. Pro oběh podzemních vod je zde důležitá síť nejmladších otevřených puklin s drenážním účinkem na pomalý oběh husté sítě základních puklin horninového masívu. Ve zvětralinovém plášti nad podložím se vytváří freatický horizont podzemní vody, jejíž pohyb probíhá v hydraulickém spádu s morfologií terénu. Režim oběhu je značně závislý na atmosférických srážkách. Na elevacích je eluvium po bezesrážkovém období většinou vyschlé, v terénních sníženinách bývá zvodnělé. Hladina podzemní vody kolektoru zvětralinového pláště je převážně volná, v případě mělkých puklinových zvodní může být až mírně napjatá a sleduje konformně terén. Oběh má většinou lokální charakter. Směr proudění podzemních vod je očekáván k jihu směrem k toku Babačka.

V blízkosti záměru se nenacházejí žádné vodní zdroje hromadného zásobování. V okolní zástavbě rodinných domů se nachází řada individuálních vodních zdrojů – mělkých kopaných studní či vrtaných studní do hloubky 30 m. Tyto nemohou být realizací záměru ovlivněny (mimo jiné se nachází ve značné vzdálenosti a mimo směr proudění podzemních vod).

4. Terénní práce a posouzení lokality

4.1 Inženýrskogeologická charakteristika zájmové lokality

Terénní práce na lokalitě byly zahájeny 20.11. 2023. Po dohodě se zodpovědným projektantem byla do severovýchodní části parcely č. 94 v místě plánovaného parku a vsakování vyhloubena kopaná sonda S-1, a to až na úroveň skalního podloží (2,3 m). V její těsné blízkosti pak byla vyhloubena vsakovací sonda VS-1, která byla následně upravena pro realizaci vsakovací zkoušky. Výsledky vsakovací zkoušky jsou popsány níže. Do těsné východní blízkosti bytového domu byla na parcelu č. 93/8 umístěna kopaná sonda S-2, kde je plánována výstavba jídelny. Lokalizace kopaných sond je uvedena v příloze 1, geologické profily zastižené průzkumnými pracemi v příloze 2, fotodokumentace v příloze 3.

Geologická stavba území, popis hornin skalního podloží, včetně charakteristiky zvětralinového pláště a pokryvných útvarů byly v obecné úrovni popsána v kapitole 3.2 předkládaného posudku.

Na lokalitě byly zastíženy velmi obdobné geologické poměry, jaké byly zjištěny předchozími geologickými průzkumy v širším okolí lokality.

V prostoru plánované výstavby jídelny na místě stávajícího bytového domu byla kopanou sondou S-2 zastížena do úrovně 0,6 m vrstva navážek. Ta je tvořena převážně pískem hlinitým, štěrkem, kameny, případně úlomky cihel ostatních stavebních materiálů. V úrovni 06 m byla zjištěna dešťová kanalizace přibližně sz.-jv. směru (betonová roura), odvádějící srážkové vody ze střechy objektu do uliční vpusti.

Níže již byly zastíženy původní geologické vrstvy. V intervalu 0,6-1,2 m se nachází eluviální vrstva, tedy zvětralinový plášť podložních skalních hornin. Zpočátku je tvořena pískem hlinitým (dle ČSN 73 6133 třída S4SM), ulehlym se zřetelným zachováním textury podložních skalních hornin. Písek hlinitý pozvolna a bez jasné hranice přechází do písku s příměsí jemnozrnné zeminy (třída S3S-M), tak jak ubývá jemnozrnné a přibývá písčité, případně i štěrkovité (úlomky hornin) frakce. Zemina je jen slabě vlhká.

Přechod do podložních skalních hornin – zcela zvětralých rul (dle ČSN 73 6133 třída R-5) je rovněž víceméně pozvolný, zřetelná je však již odlučnost podle ploch metamorfni foliace a puklin. Hustotu diskontinuit je možné označit za velmi velkou (vzdálenost diskontinuit 3-5 cm). Pukliny jsou sevřené. Typ procesu přetváření je možné označit jako střední.

V konečné hloubce kopané sondy v úrovni 2,4 pak byly zjištěny již jen silně zvětralé ruly třídy R-4. Vzdařenost diskontinuit (puklin) se zvyšuje až na 5-10 cm (hustota puklin velká), zřetelná již je křehká deformace horniny a vyšší pevnost v prostém tlaku, která se projevuje obtížnější těžitelností běžnými těžními mechanismy (5. třída dle starší ČSN 73 3050, II. třída dle aktuální ČSN 73 6133). V kopané sondě nebyly zjištěny přítoky podzemních vod.

V kopané sondě S-1 na zatravněném prostranství pře objektem školy (parcela č. 94) byl zjištěn obdobný geologický profil. Pod nejsvrchnější vrstvou travnatého drnu a humózní ornice (do 30 cm) se nachází přímo eluviální vrstva, tedy zvětralinový plášť podložních skalních hornin. Polohy navážek zastíženy nebyly, zastížena nebyla ani jílovitá deluviální vrstva (svahoviny), která je v širším okolí lokality obvyklá. V souvislosti s výstavbou školy či terénními úpravami v blízkém okolí tak byla tato pravděpodobně odstraněna skryvkou (severní část parcely je prakticky rovinná, až dále směrem k jihu mírně svažité). Eluvium dosahuje do 1,2 m a má prakticky shodný charakter jako v kopané sondě S-2. Jedná se tedy o pozvolný přechod z písků hlinitých (S4SM) do písků s příměsí jemnozrnné zeminy (S3S-F). Níže se nachází zcela zvětralé skalní podloží (R-5), od 2,2 m jen silně zvětralé skalní podloží (R-4).

V žádné z kopaných sond nebyly zjištěny přítoky podzemních vod. Podzemní voda se velmi pravděpodobně nachází zaklesnutá ve skalním prostředí (puklinová zvědeň v hydrogeologickém masivu).

4.2 Posouzení založení objektu jídelny

V případě stavby objektu jídelny na místě stávajícího bytového domu (p.č.st.100) a s přesahem na okolní parcelu (p.č. 93/8) je předběžně uvažováno s částečným podsklepením objektu (technická, místnost, kotelna) v úrovni cca 3,0 m pod stávajícím terénem. Převážná část objektu bude jednopodlažní, v místě podsklepení pak dvojpodlažní (druhé podlaží bude půdorysně kopírovat podsklepení objektu).

Je tak zcela zřejmé, že podsklepená část bude založena plošně v prostředí silně zvětralých skalních hornin třídy R-4, s velkou hustotou puklin a křehkým stupněm deformace. Tyto horniny se na lokalitě nacházejí od 2,2 m níže. Únosnost těchto skalních hornin navrhuji posuzovat podle výpočtové únosnosti, která zohledňuje pevnost horniny v prostém tlaku, kvalitu skalní horniny a ověřenou hustotu diskontinuit skalního prostředí. **Výpočtová únosnost skalních hornin** (silně zvětralých rul) podle vztahu

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

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 ($\sigma_c = 5$ MPa, $r=6$ MPa, $p=1,8$) hodnoty minimálně 0,46 MPa.

Ostatní část půdorysu stavby (bez podsklepení) pak bude založena v prostředí zcela zvětralých skalních hornin (třída R-5) zjištěných v intervalu 1,2-2,2 m, případně v nadložní zvětralinové vrstvě, tvořené v od 0,6 m pískem hlinitým (třída S4SM), pozvolna přecházejícím do písku s příměsí jemnozrnné zeminy (třída S3S-F).

Zde navrhuji posoudit únosnost základové spáry dle směrných normových charakteristik zastižených zemin, resp. skalních hornin, s hodnotami směrných normových charakteristik pro zeminu charakteru písku s příměsí jemnozrnné zeminy (třída S3S-F). Důvodem je skutečnost, že podložní zcela zvětralé skalní horniny (třída R-5) ještě nedosahují křehkého procesu přetváření a porušování, jsou velmi silně rozpukané a alterované a je tak vhodnější je posuzovat podle zásad mechaniky zemin. Založení objektu navrhuji realizovat jako plošné (patky, pasy zákl. deska). Nezámraznou hloubku doporučuji stanovit na 1,0 m (zastiženy byly jen mírně namrzavé zeminy). Při hloubce založení 1,0 m již zemina spolehlivě přechází z písků hlinitých (S4SM) do písků s příměsí jemnozrnné zeminy (S3S-F). Směrné normové charakteristiky jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 1: Směrné normové charakteristiky písku s příměsí jemnozrnné zeminy

symbol	popis	ν	β	γ	E_{def}	c_u	Φ_u	c_{ef}	ϕ_{ef}
S3S-F	Písek s příměsí jemn. zeminy - ulehlý	0,30	0,74	17,5	17-25	-	-	0	30-33

 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 Φ_u [°] totální úhel vnitřního tření c_{ef} [kPa] efektivní koheze ϕ_{ef} [°] efektivní úhel vnitřního tření

Z hlediska náročnosti na těžitelnost zemin a hornin budou všechny zeminy spadat do 2., maximálně 3. třídy těžitelnosti (dle ČSN 73 3050), zcela zvětralé skalní horniny (R-5) do 4. třídy těžitelnosti a silně zvětralé skalní horniny (R-4) do 5. třídy těžitelnosti. Bude tak možné použití běžných těžních mechanismů, jakkoliv v úrovních kolem cca 3 m nelze vyloučit nutnost použití hydraulického kladiva. Díky silnému zvětrání a rozpukání hornin však použití těžkých zemních mechanismů či trhacích prací nebude nutné.

Výkopové práce budou probíhat v písčitých ulehlých (částečně soudržných) zeminách. Zde doporučuji svahování v poměru 1:1 (poměr výšky k půdorysné délce svahu). U skalních hornin doporučuji postupovat individuálně dle stupně zvětrání a rozpukání skalních hornin po odkrytí skalních výchozů a jejich posouzení geologem či geotechnikem, předběžně však lze odhadovat svahování v poměru 1:0,5.

4.3 Hydrogeologická charakteristika zájmové lokality

Jak vyplývá z Vodního zákona č. 254/2001 Sb. v platném znění, je vsakování, retence nebo zadržení srážkové vody na pozemku jednou z priorit stávající vodoprávní legislativy. Vsakování srážkových vod je předběžně plánováno přímo v prostoru parku (a přilehlých parkovacích stáních s polopropustnou dlažbou) na parcele č. 94, k.ú. Dolní Bory. Vsakovací prvky by tak měly být konstruovány jako povrchové.

Z tohoto hlediska je možné jako mimořádně příznivou hodnotit skutečnost, že při terénních úpravách okolí ZŠ a MŠ došlo zřejmě k odtěžení jílovité vrstvy svahovin (která byla zastižena v širším okolí lokality archivními průzkumy) a přímo pod svrchní zatravněnou a humózní vrstvou se nachází písčité zvětralinové vrstvy s potenciálně velmi dobrou propustností. Další příznivou skutečností je velmi pravděpodobně hluboce zaklesnutá hladina podzemní vody (dle ČSN 75 9010 nelze vsakovat přímo do hladiny podzemní vody). Ta nebyla průzkumem zjištěna minimálně do úrovně 2,4 m, zřejmě se však nachází ještě podstatně níže.

Propustnost nesaturovaného horninového prostředí, tedy zemin zvětralinové vrstvy byla definována hodnotou koeficientu vsaku k_v , zjištěného realizací a vyhodnocením vsakovací zkoušky.

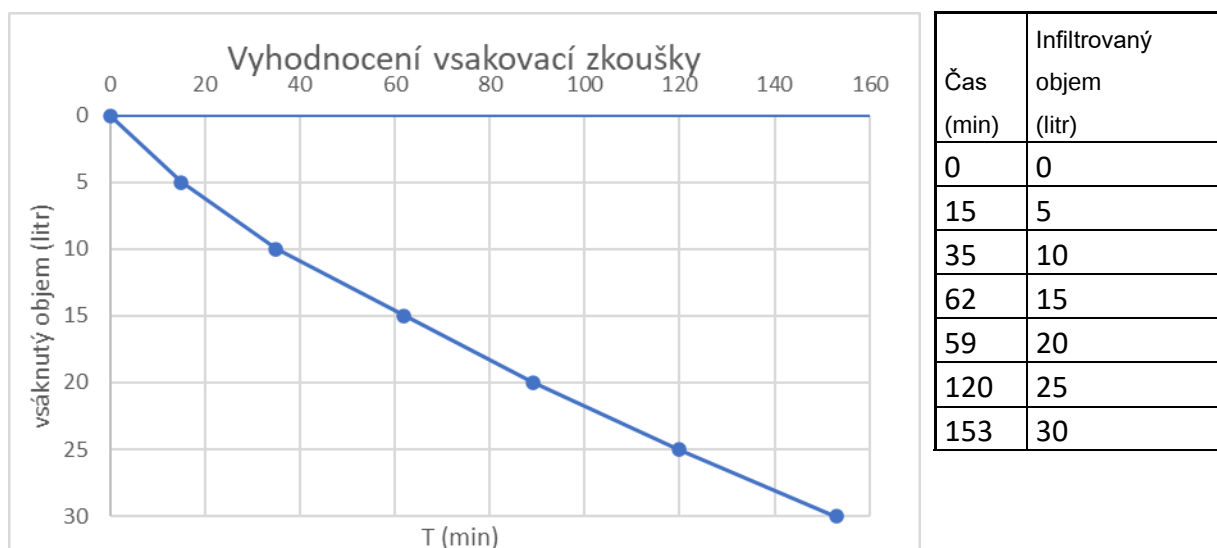
4.3.1 Posouzení záměru vsakování srážkových vod

Vsakovací sonda VS-1 byla vyhloubena v těsné blízkosti kopané sondy S-1 do úrovně 0,9 m pod úroveň terénu, a to do vrstvy písků hlinitých, přecházejících do písků s příměsí jemnozrnné zeminy. Tato vrstva dosahuje (dle sondy S-1) do úrovně 1,3 m.

Do dna vsakovací sondy 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 zemínou byly zatěsněny, aby nedocházelo k průsakům vody mimo odměrný válec. Do vsakovacího válce byl nalit definovaný objem vody 30 litrů a byla měřena rychlost vsakování v čase.

Vsakovací zkouška ukončena po 2 hodinách a 33 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



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_{zk} činil 30 litrů za 153 minut, nicméně úvodní fáze vsakovací zkoušky (10 litrů za 35 min) však byla z vyhodnocení vyloučena a započten byl vsak zbývajících 20 litrů za 118 minut (na počátku dokázelo k infiltraci rychleji z důvodu nenasyčení zeminy vodou). To odpovídá rychlosti vsaku (resp. objemu infiltrované vody v průběhu vsakovací zkoušky) 2,82.10⁻⁶ m³.s⁻¹. Zkušební vsakovací plochu je možno přesně

definovat na $A_{zk} = 0,126 \text{ m}^2$ (půdorysná plocha nerezového válce). **Koeficient vsaku k_v tak dosahuje hodnoty $2,2 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.**

Na základě hydrogeologického posouzení a provedené vsakovací zkoušky je možné konstatovat následující. Z hydrogeologického hlediska prostředí písčité zvětralinové vrstvy splňuje podmínku pro zasakování srážkových vod (koeficient vsaku musí být vyšší než $1 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$). 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 průzkumu, pro vsakování je možné využít celou mocnost písčité vrstvy do úrovně 1,3 m a částečně i zcela zvětralé skalní horniny.

Z geologického a hydrogeologického hlediska je tedy vsakování srážkových vod v uvedené lokalitě možné za předpokladu dodržení následujících předpokladů a doporučení:

- díky koeficientu vsaku $k_v \sim 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ zastižených zemin, které s dostatečnou rezervou splňují podmínku pro zasakování srážkových vod do horninového prostředí ($>1 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$), je z kvantitativního hydrogeologického hlediska možné dešťové vody v prostoru parku vsakovat.
- Z hydrogeologického hlediska lze souhlasit s vybudováním původně plánovaných povrchových vsakovacích prvků (polopropustná vegetační dlažba, vsakovací průlehy, vsakovací drény apod.)
- Pro realizaci vsakování srážkových vod je nutné splnit podmínku odstupu hladiny podzemní vody minimálně 1 m od dna vsakovacího zařízení. Na lokalitě nebyla podzemní voda zastižena v žádné z kopaných sond do úrovně minimálně 2,4 m.
- Srážkové vody budou přirozeně gravitačně migrovat do podloží, po dosažení nepropustné vrstvy (skalního podloží) pak převážně po jeho sklonu směrem k jihu. V tomto směru se nenacházejí ani nejsou plánovány žádné objekty, které by mohly být realizací záměru negativně ovlivněny.
- Zasakování srážkových vod v lokalitě bude mít v předmětné lokalitě z širšího hlediska pozitivní efekt na doplňování zásob podzemních vod. Zvýšenou opatrnost tak je třeba věnovat zejména udržení kvality 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 vsakování primárně z omezeného počtu parkovacích stáním případně zpevněných povrchů, bez pohybu těžké techniky. Podmínka zasakování přes nesaturovanou (nenasycenou) zónu půdního prostředí je v posuzovaném případě splněna (viz. výše).
- Terén v jižním okolí záměru je rovinný až mírně ukloněný k jihu. S ohledem na morfologické a geologické poměry lokality 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, silnice I. třídy apod.). Další střety zájmů nebudou provozem vsakovacích zařízení dotčeny.

5. Závěry a doporučení

V rámci předkládaného průzkumu byly hodnoceny inženýrskogeologické a hydrogeologické poměry pro akci Rozvoj areálu ZŠ a MŠ Bory“. Součástí úpravy areálu je mimo jiné výstavba nové jídelny na místě stávajícího bytového domu západně od budovy ZŠ a vsakování srážkových vod z parkovacích stání a zpevněných povrchů v prostoru plánovaného parku před objektem školy.

Založení objektu jídelny navrhuji realizovat na plošných základech. Podsklepená část objektu v úrovni cca 3,0 m bude zasahovat do prostředí silně zvětralých skalních hornin třídy R-4 (ČSN 73 6133) s minimální výpočtovou únosností $R_d = 460$ kPa.

Únosnost zemin v úrovni základové spáry v nepodsklepené části objektu navrhuji posuzovat podle směrných normových charakteristik pro zeminy charakteru písku s příměsí jemnozrnné zeminy (třída S3S-F), uvedených v tabulce 1. Nezámrznou hloubku doporučuji stanovit na 1,0 m pod terénem.

Všechny zeminy na lokalitě budou spadat do 2., maximálně 3. třídy těžitelnosti (dle ČSN 73 3050), zcela zvětralé skalní horniny (R-5) do 4. třídy těžitelnosti a silně zvětralé skalní horniny (R-4) do 5. třídy těžitelnosti. Bude tak možné použití běžných těžních mechanismů. Použití těžkých zemních mechanismů či trhacích prací nebude nutné.

Svahování ve vrstvách zemin doporučuji v poměru 1:1 (poměr výšky k půdorysné délce svahu). U skalních hornin lze svahování odhadovat v poměru 1:0,5.

Vsakování srážkových vod na lokalitě je možné s využitím povrchových vsakovacích prvků dle doporučení uvedených výše.

V Třebíči 27. 11. 2023

Mgr. Antonín Kopřiva

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Rozvoj areálu ZŠ a MŠ Bory	
Název přílohy:	LOKALIZACE KOPANÝCH SOND S-1, S-2 a VS-1
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: listopad 2023
	Příloha: 1

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Rozvoj areálu ZŠ a MŠ Bory	
Název přílohy:	GEOLOGICKÁ DOKUMENTACE PRŮZKUMNÝCH SOND
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: listopad 2023
	Příloha: 2

Dokumentace průzkumné sondy S-1

Souřadnice JTSK: y = 637377, x = 1130594 (odečteno z katastrální mapy)

Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva

Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

Tab. 1: Geologický profil zaštiťovaný sondou S-1

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 6133)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.30	O	Drn/zatrávněná plocha, hnědá humózní hlína písčitá	1
0.30	1.30	S4SM/S3S-F	Eluvium (zvětralinový povrch podloží skalních hornin), písek hlinitý s pozvolným přechodem do písku s příměsí jemnozrnné zeminy (ubývání jemnozrnné frakce), rezavě hnědý, ulehlý, se zachovalou reliktní strukturou skalních hornin, místy úlomky podloží rul	2-3
1.30	2.40	R-5	Skalní podloží - zcela zvětralá rula, silně rozpukaná, vzdálenost diskontinuit 3-5 cm	4
2.40	-	R-4	Skalní podloží - silně zvětralá rula, rozpukaná, vzdálenost diskontinuit 5-10 cm	5

Přítok podzemní vody nezastižen

Dokumentace průzkumné sondy S-2

Souřadnice JTSK: y = 637410, x = 1130563 (odečteno z katastrální mapy)

Dokumentace: Mgr. Antonín Kopřiva

Způsob likvidace: záhozem vytěženou zeminou

Tab. 2: Geologický profil zaštiťovaný sondou S-2

od (m)	do (m)	zatřídění ČSN 73 6133	popis (ČSN 72 6133)	třída těžitelnosti ČSN 73 3050
0.00	0.60	Y	Navážky, hlína písčitá, písek hlinitý, štěrky, kameny, úlomky cihel a stavebních materiálů, v úrovni 0,6 m zastižena dešťová kanalizace (betonová roura)	3
0.60	1.20	S4SM/S3S-F	Eluvium (zvětralinový povrch podloží skalních hornin), písek hlinitý s pozvolným přechodem do písku s příměsí jemnozrnné zeminy (ubývání jemnozrnné frakce), rezavě hnědý, ulehlý, se zachovalou reliktní strukturou skalních hornin, místy úlomky podloží rul	2-3
1.20	2.20	R-5	Skalní podloží - zcela zvětralá rula, silně rozpukaná, vzdálenost diskontinuit 3-5 cm	4
2.20	-	R-4	Skalní podloží - silně zvětralá rula, rozpukaná, vzdálenost diskontinuit 5-10 cm	5

Přítok podzemní vody nezastižen

Úkol: Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum Rozvoj areálu ZŠ a MŠ Bory	
Název přílohy:	FOTODOKUMENTACE
Zpracoval: Mgr. Antonín Kopřiva	Datum: listopad 2023
	Příloha: 3

Kopaná sonda S-1



Vsakovací sonda VS-1



Kopaná sonda S-2

