

SBĚRNÉ STŘEDISKO ODPADŮ SOCHOROVA

Projektová dokumentace pro stavební povolení

**D.4.3.3 Hydrogeologické posouzení -
zasakovací zkouška**

Brno, duben 2019

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942

tel.: **548 125 111**
fax: **545 217 979**
e-mail: **info@geotest.cz**

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: **16 7398 Sběrné středisko odpadů Sochorova**

Objednatel: Statutární město Brno
Dominikánské nám. 196/1
602 00, Brno

Evidenční číslo ČGS: Neevidováno

SBĚRNÉ STŘEDISKO ODPADŮ SOCHOROVA

Projektová dokumentace pro stavební povolení

D.4.3.3 Hydrogeologické posouzení - zasakovací zkouška

Odpovědný řešitel: **Mgr. Jan Bartoň**, oborový manažer

Zpracoval: **Mgr. Ondřej Borovský**, zpracovatel

Ing. Jana Fillová, projektant

Prověřil: **Mgr. Romana Jurnečková**

RNDr. Lubomír Klímek, MBA

člen představenstva

OBSAH

1. Úvod	1
2. Přírodní poměry	1
2.1 Geomorfologické poměry	1
2.2 Klimatické poměry	1
2.3 Geologické poměry	2
2.4 Hydrogeologické poměry	3
2.5 Hydrologické poměry	4
3. Problematika hospodaření se srážkovou vodou	4
4. Časový průběh vsakovací zkoušky	7
5. Popis odvodňovaných a vsakovacích ploch	7
6. Doporučení hospodaření se srážkovými vodami	8
7. Povrchové vsakování	8
7.1 Řešení vsakování srážkových vod povrchovým způsobem	9
8. Návrh vsakovacího prvku	11
9. Závěr	11
10. Seznam literatury a norem	12

SEZNAM PŘÍLOH

1. Situace širších vztahů	1: 50 000
2. Podrobná situace	1: 10 000
3. Fotodokumentace	

1. Úvod

Investor stavby Statutární město Brno požádal firmu GEOtest, a.s. o zpracování hydrogeologického posouzení pro navržení vsakování dešťové vody spadlé na zpevněné plochy do horninového prostředí z důvodu stavby sběrného střediska odpadů.

Lokalita nově navrhovaného sběrného střediska odpadů se nachází v Jihomoravském kraji, v severozápadní části města Brna, v městské části Brno – Žabovřesky, v prostoru vymezeném ulicemi Sochorova, Kníničská a tělesy tramvajových tratí.

Stavební pozemek stavby „Sběrného střediska odpadů Sochorova“ má tvar nepravidelného trojúhelníka, otevřeného směrem k východu. Uvažovaná stavba s trojúhelníkovým základem je ze dvou stran sevřena segregovanou tramvajovou tratí.

Při severozápadní straně se jedná o bystrckou trať vedenou do ulice Horovy, na straně jižní pak její druhá větev společně s komunikací Kníničskou spojuje městskou část Bystřice s městskou částí Pisárky.

Tento navrhovaný prostor se nachází na pozemcích parcelních čísel 5154/1, 5155, 5156, 5158/1, 5158/9 a 5158/11, o celkové výměře těchto parcel 3 382 m². Vlastníkem parcel je Statutární město Brno. Vlastní plocha území určená k realizaci sběrného střediska odpadů má rozlohu cca 1 584 m².

V současnosti je prostor bez využití. Na předmětné ploše se nyní nachází zeleň (vzrostlé listnaté stromy a keře).

Projektantem bylo navrženo vsakování dešťových vod do propustného půdního a horninového prostředí s retenčním objemem v rýze definovaný jako vsakovací objekt pod termínem – **vsakovací průleh-rýha**.

2. Přírodní poměry

2.1 Geomorfologické poměry

Předmětné území se nachází v severozápadní oblasti brněnské aglomerace v levobřežní okrajové části údolní nivy řeky Svratky. Území se vyznačuje rovinným a jednotvárným charakterem vzniklým v důsledku akumulací a erozivní činností řeky.

Z hlediska regionálně-geomorfologického členění ČR náleží zájmové území do základní provincie Česká vysočina – podcelku Lipovská pahorkatina a okrsku Žabovřeská kotlina [4]. Nadmořská výška terénu zájmového území se pohybuje okolo 208 m, v jeho jižní části potom vzhledem k povrchovým úpravám okolo 209 m.

2.2 Klimatické poměry

Z klimatického hlediska je území zařazeno do teplé oblasti T2. Pro tuto oblast je charakteristické dlouhé, suché a teplé léto, velmi krátké přechodné období s teplým jarem a podzimem.

Zima je krátká, suchá až velmi suchá, mírně teplá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky [3]. Průměrný úhrn srážek činí cca 550 mm, průměrná roční teplota se pohybuje okolo 9,2 °C.

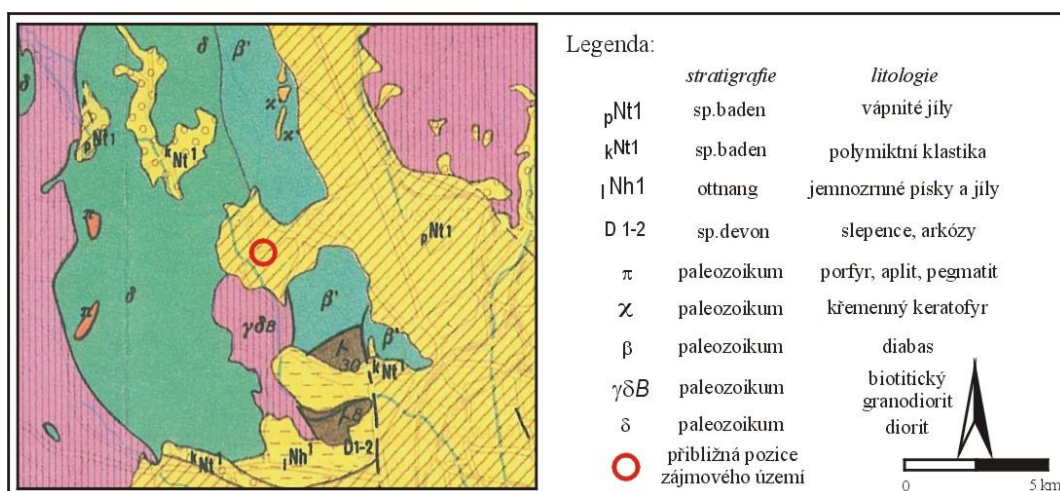
2.3 Geologické poměry

Z regionálně geologického hlediska je lokalita situována na západním okraji karpatské předhlubně, která je vyplněna komplexem neogenních a kvartérních sedimentů. Z petrografického a stratigrafického hlediska jsou zde zastoupeny následující typy hornin charakterizované složením a dobou vzniku [2].

Neogén – sp. bádén

Jak je zřejmé z obr.č.1 předkvartérní podloží zájmového území je tvořeno usazeninami miocénního moře. V zájmovém území byly průzkumnými vrty zjištěny sedimenty spodního bádenu ve vývoji vápnatých jíílů (tégľů), které jsou zde nejrozsáhlejším litofaciálním typem, nasedající buď na bazální klastika nebo na předbádenský reliéf. Jedná se o modravě šedé až šedé proměnlivé písčité a prachovité vápnité jíly. Sumární obsah karbonátů v téglu kolísá mezi 10-30% při převaze kalcitu nad dolomitem. Jílovou komponentu tvoří převážně smektit, kaolinit a karbonátový kal. Povrch neogenních jíílů se v zájmovém území nachází v hloubce okolo 8,0 – 9,5 m p.t.

Kontakt se sedimentací kvartéru je doprovázen vývojem písčito-štěrkovitých přechodů. Neogenní jíly tvoří z hydrogeologického hlediska počevní izolátor pro zveden vázanou na kvartérní sedimenty.



Obr. č. 2.3.1: Mapa předkvartérních útvarů – upraveno [1]

Kvartér

Horniny kvartérního stáří jsou zastoupeny fluvialními písčitými štěrky, povodňovými hlínami – sedimenty nivy řeky Svratky a antropogenními uloženinami (navážky) – viz obr. č. 2.3.2.

Ve své bazální poloze se jedná o písčité až štěrkovité přechody s neogenní sedimentací, nad touto vrstvou lze zaznamenat polohu písčitého štěrku, jejichž sedimentace končí okolo 5–7 m pod stávajícím terénem. Vzhledem k situování zájmového území ve vzdálenosti cca 0,5 km od řeky Svratky docházelo k sedimentaci štěrkových formací se značným zastoupením písčité a hlinito-jílovité frakce. Přechod do povodňových hlín je rovněž doprovázen sedimentací s širokým zastoupením frakcí (štěrkovitá až jílovitá). V nadloží nesoudržných písčitých štěrků se vyskytuje až cca 4,5 m mocný komplex povodňových hlín, s dosti pestrým petrografickým složením, od jílovité hlíny po prachovitou hlínu (přeplavenou spraš). Sedimentace uváděných fluvialních zemin místy přechází v zeminy s příměsí antropogenního materiálu – navážky, případně přechází do vrstvy zemědělsky využívané půdy. Maximální mocnost navážek se pohybuje okolo 1,0 m, a je tvořena směsí hlíny s úlomky cihel, betonu a popela, proměnlivého množství do 25 %.



Obr. č. 2.3.2: Geologická mapa zájmového území – upraveno [6]

Přímo na řešené lokalitě byly geologickým průzkumem ověřeny hlíny prachovité, slabě plastické, měkké, hnědé hlíny v horizontu 0,0 – 0,3 m. p. t. a jílovité středně plastické lokálně šmouhovité, měkké, hnědočerné hlíny v horizontu 0,3 – 0,8 m. p. t.

2.4 Hydrogeologické poměry

Z regionálně-hydrogeologického hlediska náleží lokalita k rajónu č. 224 – Neogenní sedimenty Dyjskosvrateckého úvalu [5].

V celém zájmovém území se nachází spojitý a poměrně vydatný horizont podzemní vody vázaný na fluviální písčité šterky řeky Svratky. Podzemní voda je zde většinou mírně napjatá, kdy zasahuje do méně propustných nadložních hlín (k_f $n.10^{-5}$ až $n.10^{-7}$ m/s), přičemž po narušení této polohy hladina podzemní vody zpravidla vystoupí o několik desítek centimetrů.

Neogenní bádenské jíly (k_f $n.10^{-9}$ až $n.10^{-10}$ m/s) ležící v hloubce okolo 8 – 9,5 m v podloží kvartérních sedimentů vytvářejí z hydrogeologického hlediska bazální izolátor kvartérní zvodně a zároveň stropní izolátor neogenní zvodně.

Fluviální hlinitopísčité šterky mají poměrně dobrou průlinovou propustnost, jejich hydraulická vodivost se pohybuje okolo řádu $n.10^{-4}$ m/s. Mocnost kvartérních zvodněných hornin je v zájmovém území předpokládána dle dosavadní prozkoumanosti v rozmezí od 3,0 do 5,5 m, dle zvlnění reliéfu předkvartérního podloží. Dotace kolektoru probíhá infiltrací srážek a svahovými přítoky.

Řeka Svratka je v přímé hydraulické spojitosti s kvartérním kolektorem, který odvodňuje a vytváří tak hydrogeologickou okrajovou podmínku proudění podzemních vod.

Směr proudění podzemních vod je v zájmové oblasti od SV k JZ a je ovlivňován morfologií nepropustného podloží a drenážním účinkem řeky Svratky, jejíž vodní stav je regulován vypouštěním vody z Brněnské přehrady.

Podzemní voda vázaná na kvartérní písčité šterky je hydrogenuhličitano-hořečnato-vápenatého typu.

Neogenní zvodně se nachází v hloubce několika desítek metrů pod spodnobádenskými jíly a nebude předmětnou stavbou dotčena.

2.5 Hydrologické poměry

Hydrologicky přísluší zájmové území k povodí řeky Svratky, která je v hydraulické spojitosti s podzemní vodou vázanou na kvartérní kolektor. Průtokové poměry řeky Svratky jsou sledovány v profilu Brno – Poříčí. Hydrologické číslo povodí Svratky je 4-15-01-153 (Svratka od Komínského potoka po Ponávku), plocha dílčího povodí je 24,85 km², délka toku od rozvodnice k uvedenému profilu 10 km a lesnatost 20 %. Průtok vody v řece je řízen periodickým vypouštěním vody z Brněnské přehrady [5].

3. Problematika hospodaření se srážkovou vodou

V současné době již existuje v naší legislativě několik ustanovení o hospodaření se srážkovou vodou. Dosavadní praxe odtoku těchto vod do kanalizace se stává minulostí a u nových staveb bude možná pouze ve výjimečných případech.

Pro trvale udržitelný rozvoj (zajištění zdrojů vody) nebude akceptovatelné rozvíjet infrastrukturu ve městech a obcích, kde vznikají další nové zpevněné povrchy znemožňující zasakování srážkové vody, bez komplexního programu hospodaření se srážkovou, resp. dešťovou vodou (HDV). Zvláště v podmínkách ČR není a nebude do budoucnosti žádoucí, aby odtékala nevsáklá srážková voda vodními toky mimo území republiky a tím byly významně ovlivněny zásoby podzemní vody našeho území v návaznosti na zásoby pitné vody pro obyvatelstvo. Významným impulzem pro změnu vnímání odvodu srážkových vod ze zpevněných ploch je jejich podíl na zvyšování rizika povodní. Nesmíme pominout ani neustále se zvyšující množství odváděných odpadních vod do kanalizací a tím i potřeba zvyšování kapacity přetížených kanalizačních sítí, což představuje značné finanční náklady. **Koncept hospodaření se srážkovými vodami se proto v posledním desetiletí dostává do popředí zájmu a v novém pojetí se snaží prosazovat decentralizovaný princip, řešení problému zasakování srážkových vod v místě vzniku, tedy přímo na stavebním pozemku.**

Hospodaření se srážkovými vodami se řídí dvěma hlavními předpisy. Českou technickou normou ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod a odvětvovou technickou normou vodního hospodářství TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

Volba způsobu odvodnění stavebního pozemku má z pohledu současných trendů a předpisů tři na sebe navazující priority. V prvním případě to je zasakování srážkových vod do půdního a horninového prostředí (**vsakování**) a teprve při jeho nedostatečné vsakovací schopnosti se vsakování kombinuje s retencí (zadržováním v nádrži) a regulovaným odtokem do vsakovacího prvku. Na druhém místě je **retence a regulované odvádění srážkových vod do vod povrchových** (vodního toku) a teprve v případě neproveditelnosti či nepřipustnosti regulovaného odvádění do povrchových vod je možné **odvodnění retencí**.

Ve vztahu k příjemci srážkových vod (ovzduší, půdě, horninovému prostředí, povrchovým tokům, jednotné kanalizaci) se posuzuje **přípustnost** určitého způsobu odvodnění, kde jsou nejdůležitějšími kritérii aspekty ochrany podzemních vod, povrchových vod a půdy, protože srážkové vody odtékající z urbanizovaného území jsou znečištěny látkami z ovzduší a z povrchu odvodňovaných ploch. Podle stupně znečištění se pak s těmito srážkovými vodami nakládá, přičemž není vhodné směšovat málo a vysoce znečištěné srážkové vody a srážkové vody znečištěné různými typy znečišťujících látek.

Na prioritách způsobu odvodnění závisí technická **proveditelnost odvodnění**. Pokud jde o zasakování srážkových vod do půdního a horninového prostředí, musí být u každé stavby realizován **geologický průzkum pro vsakování** směřující k získání potřebných poznatků o hydrogeologických, inženýrskogeologických a geotechnických poměrech zkoumané lokality

s cílem ověření možnosti vsakování srážkových vod. Řešitelem geologického průzkumu pro vsakování může být fyzická či právnická osoba, která disponuje příslušnými oprávněními k provádění inženýrskogeologických a hydrogeologických průzkumů. K nejdůležitějším aspektům, které rozhodují o proveditelnosti vsakování z geologického hlediska, jsou:

- Možné množství srážkové vody, které lze v lokalitě vsakovat. **Vsak srážkových vod může být prováděn v hloubce minimálně 1 m nad hladinou podzemní vody.** Množství vsakované vody („hltnost“ objektů) je podmíněna propustností hornin.
- Mocnosti pokryvných vrstev, které ovlivňují konstrukční řešení vsakování.
- Ovlivnění současných hydrogeologických poměrů v lokalitě. Vsakováním srážkových vod nesmí dojít k **negativnímu ovlivnění stávajících hydrogeologických poměrů** lokality.
- Definování **okrajových podmínek vrstvy** (vrstev, souvrství, hydrogeologického kolektoru), do které se bude srážková voda vsakovat.
- Posouzení **kvalitativních ukazatelů vsakující vody** a současně posouzení, zda nedojde k výraznému hydrogeochemickému ovlivnění podzemní vody v lokalitě. Kvalita vsakovaných srážkových vod nesmí ohrožovat kvalitu podzemních vod, musí tedy jít o vody neznečištěné nebo přečištěné.
- Posouzení, že nedojde k **negativnímu ovlivnění základových poměrů** na lokalitě (v případě vsakování významného objemu vody).

Geologický průzkum pro vsakování se v závislosti na druhu staveb (odvodňovaná plocha je menší nebo větší než 200 m²) a přírodních poměrů (jednoduché nebo složité) dělí na etapy: **orientační průzkum, podrobný průzkum, doplňkový průzkum a analýzu rizik** při realizaci vsakování v případě, že složité poměry na lokalitě mohou vést k ohrožení významného vodního zdroje nebo v případě požadavku dotčených orgánů státní správy. **Každá etapa geologického průzkumu má předepsaný počet terénních a laboratorních prací.**

K dalším aspektům, které ovlivňují technické řešení vsakování, patří **prostorové možnosti**, rozhodující o velikosti vsakovací plochy a retenčním objemu vsakovacího zařízení nebo o podzemním či povrchovém vsakování, **poměr odvodňované plochy a vsakovací plochy** a také **sklon terénu**.

V závislosti na typu plochy jsou srážkové vody z hlediska znečištění klasifikovány jako **srážkové vody pro vsakování přípustné, podmíněčně přípustné a srážkové vody potenciálně vysoce znečištěné** z výrazněji znečištěných ploch. Vody přípustné se pak mohou vsakovat přes povrchové i podzemní vsakovací zařízení, vody podmíněčně přípustné přes zatravněnou humusovou vrstvu nebo podzemními zařízeními po předchozím předčištění a vody potenciálně vysoce znečištěné lze ve výjimečných případech vsakovat po předčištění celého jejich objemu a prokazovat jejich jakost vzorkováním (nutný je souhlas vodoprávního úřadu).

Co se týče volby technického řešení zasakování je přednostním způsobem **povrchové plošné vsakování přes souvislou zatravněnou humusovou vrstvu** nebo decentrální v průlehu, který může být doplněn rýhou. V tomto případě je účinnost čištění srážkových vod nejvyšší. Vsakování v centrální vsakovací nádrži nebo v systému průlehu a rýh bez zatravnění a humusové vrstvy má v důsledku vyššího hydraulického zatížení nízkou účinnost čištění. U podzemních vsakovacích zařízení s přímým vsakem do propustných vrstev horninového prostředí jsou preferována zařízení liniová nebo plošná (rýhy nebo prostory vyplněné šterkem nebo vsakovacími bloky) před bodovými (vsakovací šachty či vrty).

V případech, že nelze na pozemku srážkové vody zasakovat, se uvažuje možnost jejich **odvádění do povrchových vod** a to z hlediska proveditelnosti a přípustnosti.

Proveditelnost se u každé stavby posuzuje terénním průzkumem podmínek pro odvádění srážkových vod z hlediska dostupnosti povrchových vod, svodnic nebo dešťové kanalizace a závisí na vzdálenosti odvodňované stavby od napojení do povrchových vod, svodnic nebo dešťové kanalizace, dále na výškových poměrech území a majetkoprávních vztazích. Jednoduché stavby se mohou napojit do vzdálenosti nepřesahující 100 m, větší stavby až 500 m. **Přípustnost** odvádění srážkových vod do vod povrchových závisí na míře a druhu znečištění, ochraně povrchových vod (chovné vody, vodárenské účely) a ohrožení vodních toků hydrobiologickým stresem způsobeným nárazovým přítokem srážkových vod.

O odvádění srážkových vod do jednotné kanalizace se uvažuje až po zjištění, že není možné srážkové vody zasakovat nebo odvádět do povrchových vod, v závislosti na jeho proveditelnosti a přípustnosti.

Preferovaným způsobem odvedení srážkových vod do jednotné kanalizace je odvedení svodnicemi, čímž je podporován výpar a snižován kulminační odtok. Před zaústěním srážkových vod do jednotné kanalizace je zapotřebí realizovat opatření zamezující vzniku nerozpuštěných a přítomnosti ropných látek.

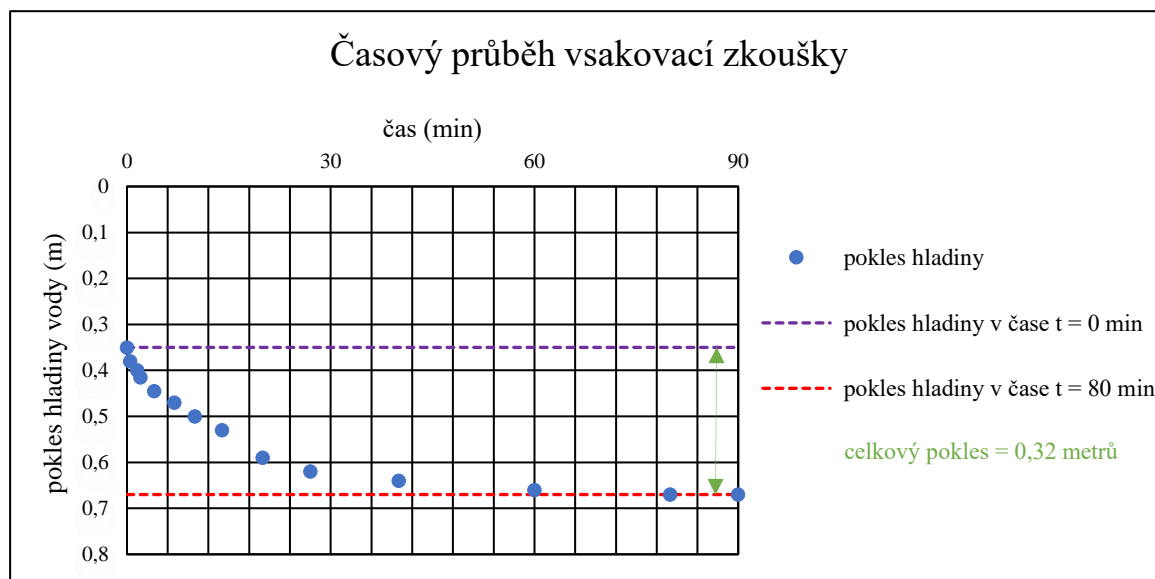
Technické řešení odvodnění (objekty a zařízení) směřuje v první řadě ke snížení či prevenci srážkového odtoku přímo u zdroje. Takovými zařízeními jsou *vegetační a štěrkové střechy* (extenzivní nebo intenzivní – zahrady) a *propustné zpevněné povrchy* (dlažba, rošty, zatravněný štěrk). Na dalším místě je pak *akumulace a využívání srážkové vody* a *vsakování srážkové vody*, kdy je upřednostňováno *povrchové vsakování* (plošné, průleh, rýha, vsakovací nádrž) před *podzemním vsakováním* (vsakovací rýha, prostorem vyplněný štěrkem nebo bloky nebo vsakovací šachta). Následuje *vsakování s regulovaným odtokem*.

Při *odvádění srážkových vod do povrchových vod* je zpravidla nutné zdržení odtoku prostřednictvím retenčního objektu, což jsou suché retenční nádrže – poldry, podzemní retenční nádrže, retenční dešťové nádrže se zásobním prostorem a umělé mokřady. Podobně je nutné zdržení odtoku prostřednictvím retenčního oběhu i při *odvádění srážkových vod do jednotné kanalizace*.

Dimenzování objektů závisí na velikosti odvodňované plochy a na složitosti systému odvodnění a je součástí české technické normy ČSN 759010 Vsakovací zařízení srážkových vod. Pro každý vybudovaný objekt a zařízení musí být stanoven jeho vlastník, který bude po dokončení díla odpovědný za jeho provozování a údržbu.

4. Časový průběh vsakovací zkoušky

Graf č. 4.1: Časový průběh vsakovací zkoušky



5. Popis odvodňovaných a vsakovacích ploch

Pro návrh vsakovacího zařízení byla použita tato podkladová data:

- Dle investora činí půdorysný průmět odvodňované plochy $A = 1585 \text{ m}^2$.
- Součinitel odtoku ze zpevněných ploch $\psi = 0,8$.
- Dle geologického průzkumu byl zjištěn následující geologický profil, který zastihl pouze kvartérní sedimenty:

Tabulka č. 5.1: Litologický popis

Hloubkové rozmezí [m p. t.]	Litologický popis
0,0 – 0,3	Hlína prachovitá, slabě plastická, měkká až hnědá
0,3 – 0,8	Hlína jílovitá, středně plastická, lokálně šmouhovitá, měkká, hnědá až černá

- Byl rovněž stanoven koeficient vsaku $k_v 1 \times 10^{-5}$.
- Hladina podzemní vody se dle odhadu pohybuje v úrovni cca 3 m p. t.

6. Doporučení hospodaření se srážkovými vodami

Na základě podkladů dodaných objednatelem, vyhodnocení dostupných archivních podkladů, terénní rekognoskace a provedených měření doporučujeme realizovat vsakování povrchovým způsobem. Vsakování bude probíhat na ploše o rozloze cca 655 m². Vsakování vod, které dopadnou na zpevněné plochy o celkové ploše 1585 m², bude řešeno povrchovým způsobem – vsakováním do průlehů s využitím vsakovacího prvku rýhy v těsné blízkosti sběrného střediska odpadů. Navrhovaný retenční objem je zvolen na 182 m³.



Obr. č. 6.1: Plocha pro plošné povrchové vsakování (upraveno dle PD)

7. Povrchové vsakování

Povrchové vsakování se nejvíce přibližuje přirozenému vsakování srážkových vod do horninového prostředí. Na travnatých plochách probíhá povrchové vsakování přes vegetační pokryv půdy. Přítok do povrchového vsakovacího zařízení nesmí způsobit erozi povrchu vegetačního pokryvu. V povrchovém vsakovacím zařízení dochází k předčištění srážkových povrchových vod průsakem přes vegetační vrstvu, která je vhodná pro zachycení hrubých a jemných nečistot, které případně obsahují srážkové vody, protože při vsakování přes zatravněnou povrchovou vrstvu dochází k filtraci nerozpuštěných látek, iontové výměně a k rozkladu biologicky rozložitelného znečištění.

7.1 Řešení vsakování srážkových vod povrchovým způsobem

Pro řešení vsakování srážkových vod se nejprve musí určit redukovaný půdorysný průmět odvodňovaných ploch A_{red} . Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy se v tomto případě stanoví podle vztahu:

$$A_{red} = A \times \psi$$

kde A_i je půdorysný průmět odvodňované plochy v m^2

a Ψ_i součinitel odtoku srážkových vod pro odvodňovanou plochu určitého druhu.

Pro zpevněné betonové plochy je součinitel odtoku srážkových vod roven 0,8 při sklonu povrchu 1% až 5%, takže:

$$A_{red} = 1\,268\,m^2.$$

Vsakovaný odtok Q_{vsak} (m^3/s), který je závislý na vsakovací ploše a koeficientu vsaku se stanoví podle vztahu:

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \times k_v \times A_{vsak}$$

kde f je součinitel bezpečnosti vsaku ($f = 3$), k_v koeficient vsaku a A_{vsak} je vsakovací plocha vsakovacího zařízení.

Vsakovací plochu pro výpočet retenčního objemu povrchových vsakovacích zařízení je možno odhadnout podle vztahu $A_{vsak} = (0,1 \text{ až } 0,3) \times A_{red}$. V našem případě je navržená vsakovací plocha $A_{vsak} = 655\,m^2$.

Koeficient vsaku k_v jsme v daných hydrogeologických podmínkách odhadli na $3,1 \times 10^{-5}\,m.s^{-1}$,

Vložením použitých veličin do uvedeného vztahu pak dostaneme vsakovaný odtok:

Pro koeficient 0,3: $Q_{vsak} = 0,0068\,m^3.s^{-1}$.

Projektovaný retenční objem vsakovacího zařízení je tedy cca $182\,m^3$ (kombinace vsakovacího průlehu s rýhou). Vzhledem k tomu, že přítok do vsakovacího zařízení je zpravidla větší než vsakovací odtok, je nutné, aby retenční objem vsakovacího zařízení V_{vz} byl větší, jež je dán vztahem:

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \times A_{red} - \frac{1}{f} \times k_v \times A_{vsak} \times t_c \times 60$$

kde h_d je navrhovaný úhrn srážek a t_c je doba trvání srážky určité periodicity podle přílohy A normy ČSN 75 9010. Výpočet V_{vz} je uveden v tabulce 7.1.1:

Na základě normy ČSN 75 9010 byla zvolena periodicita 0,2 a projektovaný retenční objem $182\,m^3$ je tedy větší než maximální vypočítaná hodnota $V_{vz} = 73,9\,m^3$ (doba trvání srážek 72 hodin o spadu 60,2 mm).

Kontrolním výpočtem je doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr} , která by měla být menší než 72 hodin:

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}}$$

Doba prázdnění je při daných hodnotách cca 3 hodiny.

Takto navržený vsakovací systém by měl být účinný i v období přívalových dešťů a riziko zamokřování pozemků se jeví jako nereálné a lze jej téměř vyloučit.

Pro přehlednost uvádíme hydrologickou bilanci mezi přítokem srážkové vody ze zpevněných ploch a vsakovaným množstvím vody v následující tabulce.

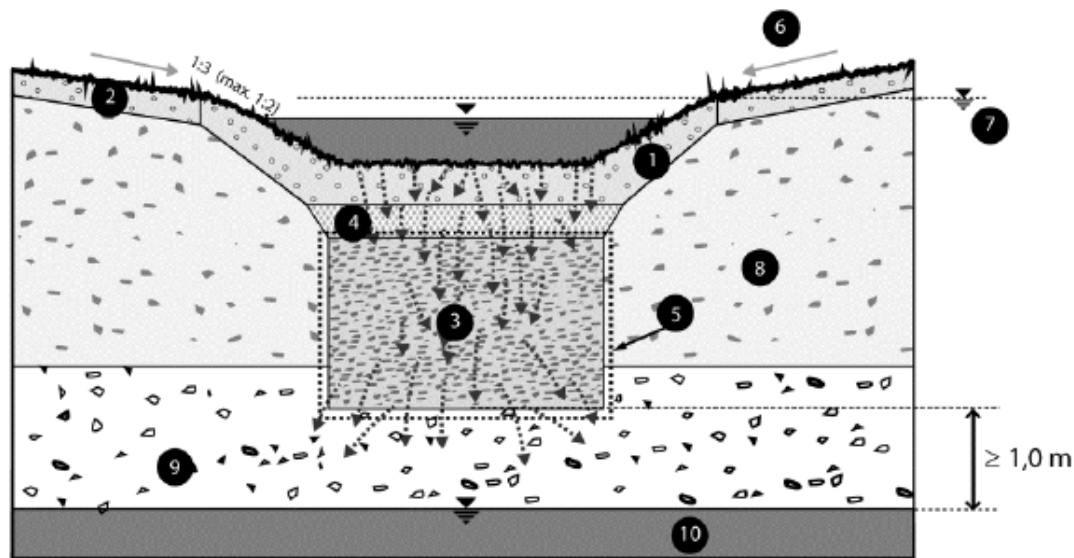
Tabulka č. 7.1.1: Přehled úhrnů srážek, odtoku srážek a vsakovaného množství

doba trvání srážek t_c (min, hod)	doba trvání srážek (sec)	úhrn srážek h_d (mm)	objem srážek vzniklé na ploše 1 268 m ² (v m ³) za dobu trvání srážek	odtok srážek z plochy 1 268 m ² (l/s)	vsakované množství srážek (v m ³) pro koeficient 0,2	V_{vz} (m ³)
5 min	300	9,50	12,05	40,2	6,1	12,0
10 min	600	13,50	17,12	28,5	12,2	17,1
15 min	900	16,50	20,92	23,2	18,3	20,9
20 min	1200	18,50	23,46	19,5	24,4	23,4
30 min	1800	21,30	27,01	15,0	36,5	27,0
40 min	2400	23,90	30,31	12,6	48,7	30,3
60 min	3600	26,20	33,22	9,2	73,1	33,2
120 min	7200	33,10	41,97	5,8	146,2	41,9
4 h	14400	37,10	47,04	3,3	292,4	46,9
6 h	21600	38,70	49,07	2,3	438,6	48,9
8 h	28800	39,40	49,96	1,7	584,8	49,7
10 h	36000	40,10	50,85	1,4	731	50,5
12 h	43200	40,70	51,61	1,2	877,2	51,2
18 h	64800	42,70	54,14	0,8	1315,8	53,5
24 h	86400	44,20	56,05	0,6	1754,4	55,2
48 h	172800	53,90	68,35	0,4	3508,7	66,7
72 h	259200	60,20	76,33	0,3	5263,1	73,9

Pozn.: Úhrn srážek v mm (resp.) l/m² je převzat z ČSN 75 9010 pro lokalitu Brno při periodicitě srážek 0,2 (2 × ročně). Odtok srážek v m³ a l/s je množství srážek, které v daném časovém intervalu steče ze zpevněných ploch o redukované ploše $A_{red} = 1\,268\text{ m}^2$, která je pokryta nepropustnou horní vrstvou. Součinitel odtoku srážkových vod = 0,8. Vsakované množství srážek Q_{vsak} v m³ je množství srážkové vody, které je v daném časovém intervalu možno zasakovat v daných hydrogeologických podmínkách na určené ploše ($k_v = 3,1 \times 10^{-5}\text{ m/s}$, $A_{vsak\,0,2} = 655\text{ m}^2$).

8. Návrh vsakovacího prvku

Při výpočtu a návrhu řešení byly využity podklady výše. Bylo zvoleno řešení, které je součástí přílohy F (TNV 759 011) a to **vsakovací průleh - rýha** se vsakováním do propustného půdního a horninového prostředí a zvýšeným retenčním objemem v rýze (obrázek 8.1)



- 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s
- 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m
- 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky)
- 4 - Písčito-hlinitá vrstva, tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s

- 5 - Geotextilie
- 6 - Plošný povrchový přítok
- 7 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m
- 8 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí
- 9 - Propustné půdní a horninové prostředí
- 10 - Max. hladina podzemní vody

Obr. 8.1: Vsakovací průleh-rýha

U podmínečně přípustných srážkových povrchových vod se podle typu odvodňované plochy a míry znečištění doporučuje volit vhodná zařízení k předčištění či jejich kombinaci (např. průlehy, vsakovací nádrže, kalové jímky, mechanické či adsorpční filtry, odlučovače). Z tohoto důvodu doporučujeme volit **zeolity** namísto písčito-hlinité vrstvy (4) pro rozpustné a nerozpustné sloučeniny kovů, organické sloučeniny (ropné látky, minerální oleje a aromatické uhlovodíky).

9. Závěr

Hydrogeologické poměry na lokalitě jsou **dostačující** pro vsakování dešťové vody v přípovrchové části, tzn. do hloubky 0,8 m p. t. Z tohoto důvodu byl navržen systém **vsakovací průleh – rýha**.

Při dodržení projektovaného návrhu lze vsakování dešťové vody do horninového prostředí doporučit, a to nejlépe se vsakováním v hloubkové úrovni 0,0 – 0,3 m p. t.

10. Seznam literatury a norem

[1] Buday T. a kol. (1996): Geologická mapa ČR. Mapa předčtvrtohorních útvarů, M 1: 200000. ČGÚ.

[2] Pilař, L., Vavříček, Z. (2010): Podrobný inženýrskogeologický, hydrogeologický a radonový průzkum a vyhodnocení výskytu bludných proudů pro administrativně bytový komplex Sochorova II

[3] Quitt E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Studia geographica 16. ČSAV, Brno.

[4] www.portal.gov.cz

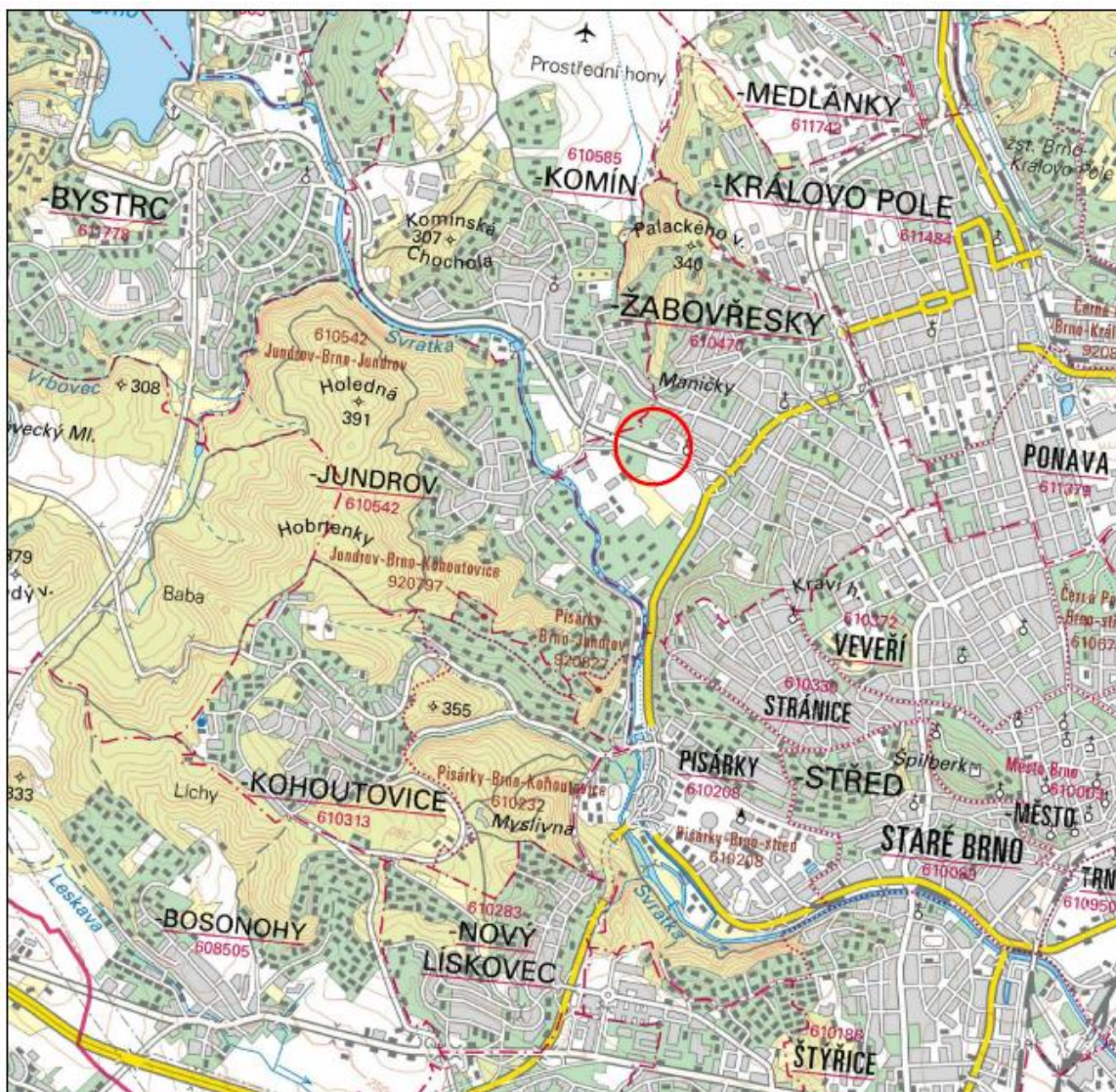
[5] www.heis.vuv.cz

[6] www.geology.cz

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami

Přílohy



Zdroj dat: Podkladová data © ČÚZK (ZM50); <http://geoportal.cuzk.cz>

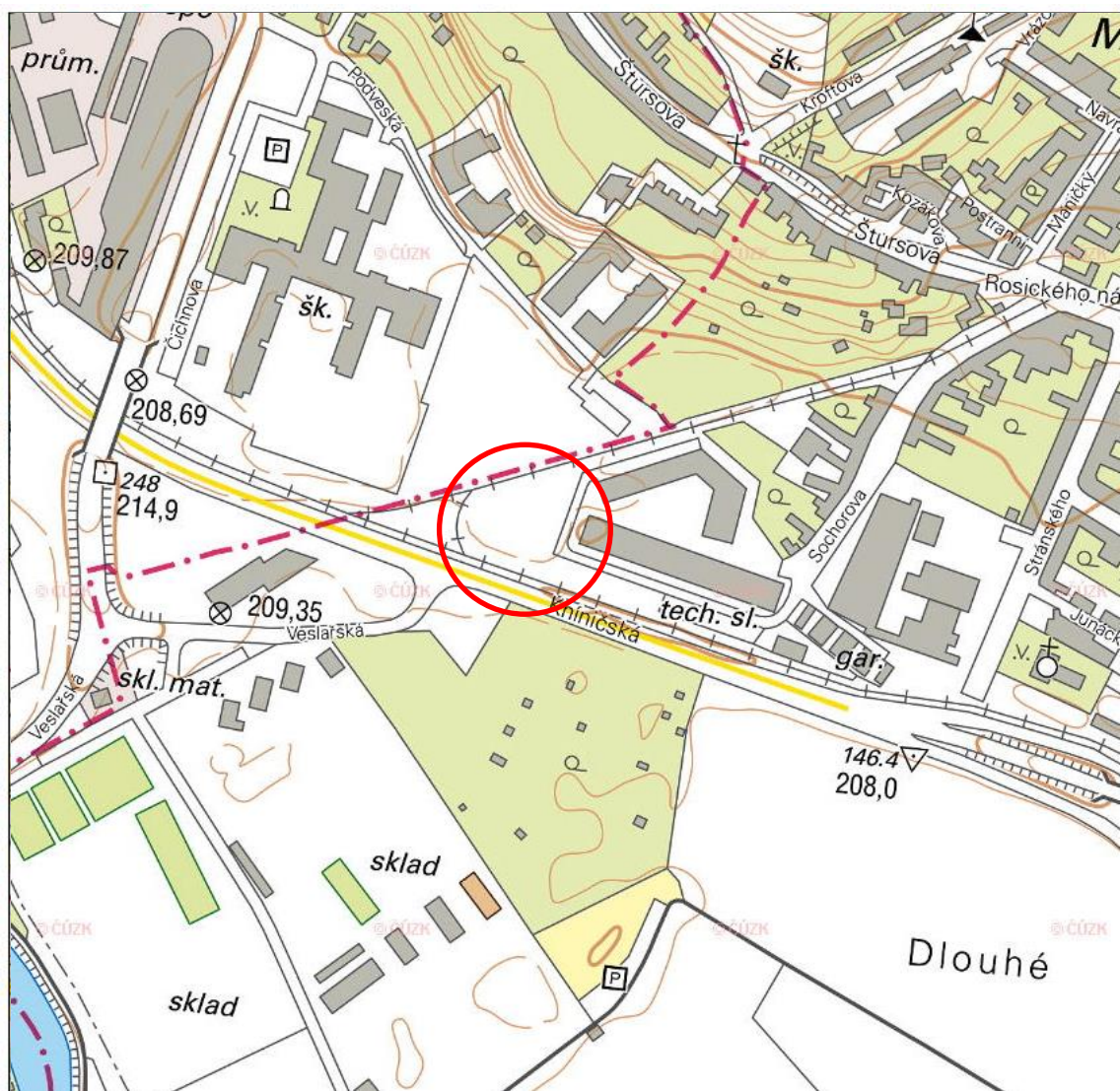


Vysvětlivky:



zájmové území

GEotest	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Mgr. Jan Bartoň	Mgr. O. Borovský	-	Mgr. Vojtěch Dvořák
Objednatel: Statutární město Brno, Dominikánské náměstí 196/1. 602 00 Brno				
Název zakázky: Brno – SSO Sochorova, PD	Datum		11.5.2018	
	Číslo zakázky		16 7398	
	Měřítko		-	
Název přílohy: Situace širších vztahů	Číslo přílohy		1	
	Číslo výtisku			



Zdroj dat: Podkladová data © ČÚZK (ZM10); <http://geoportal.cuzk.cz>



Vysvětlivky:



zájmové území

GEOTest	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Mgr. Jan Bartoň	Mgr. O. Borovský	-	Mgr. Vojtěch Dvořák
Objednatel: Statutární město Brno, Dominikánské náměstí 196/1. 602 00 Brno				
Název zakázky: Brno – SSO Sochorova, PD	Datum		11.5.2018	
	Číslo zakázky		16 7398	
	Měřítko		-	
Název přílohy: Podrobná situace	Číslo přílohy		2	
	Číslo výtisku			

GEOtest	Odpovědný řešitel	Zpracovatel podkladů	Kreslil	Schválil
	Mgr. Jan Bartoň	Mgr. O. Borovský	-	Mgr. Vojtěch Dvořák
Objednatel: Statutární město Brno, Dominikánské náměstí 196/1. 602 00 Brno				
Název zakázky: Brno – SSO Sochorova, PD			Datum	11.5.2018
			Číslo zakázky	16 7398
			Měřítko	-
Název přílohy: Fotodokumentace			Číslo přílohy	3
			Číslo výtisku	



Obr. 1a Realizace vsakovací zkoušky



Obr. 1b Realizace vsakovací zkoušky