

Zakázka: Olomouc sportovní hala HDV- HGP  
Číslo zakázky: 201901

## **OLOMOUC SPORTOVNÍ HALA - HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU**

(vyjádření odborně způsobilé osoby k nakládání  
s podzemními vodami dle § 5 zák. č. 254/2001 Sb.)

## OBSAH

1	Úvod.....	3
2	Klimatické poměry .....	3
3	Geologické a hydrogeologické poměry.....	4
4	Ochranný statut posuzovaného území.....	7
5	Základní charakteristika projektovaného řešení.....	7
6	Rozsah a metodika průzkumných prací .....	7
6.1	Přípravné a projekční práce .....	8
6.2	Geologické průzkumné práce .....	8
6.2.1	Vrtné a sondážní práce .....	8
6.2.2	Nálevová zkouška .....	8
6.2.3	Vyhodnocovací práce .....	8
6.2.4	Rekognoskace terénu.....	9
6.3	Měřické práce .....	9
7	Vyhodnocení prací .....	9
7.1	Rekognoskace terénu .....	9
7.2	Geologické poměry lokality .....	9
7.2.1	Geologické a hydrogeologické poměry lokality .....	9
7.2.2	Vyhodnocení nálevové zkoušky.....	10
8	Dimenzování vsakovacího prvku .....	11
9	Množství a charakter zasakovaných vod do podzemní vody .....	11
10	Zhodnocení možnosti vsaku - vyjádření .....	12
10.1	Posouzení reálnosti vsaku srážkových vod do horninového prostředí .....	12
10.2	Možnost negativního ovlivnění okolních vodních zdrojů .....	12
11	Celkové zhodnocení a doporučení pro vsakování.....	13

## Přílohy:

1. Situace umístění vsaku M 1 : 10 000
2. Situace umístění průzkumných děl
3. Geologická dokumentace
4. Vyhodnocení nálevové zkoušky

## 1 Úvod

Objednatel: TECHNICO Opava s. r. o.  
Hradecká 1576/51,  
746 01 Opava  
Dodavatel: Ing. Michal Vacek  
Datum a číslo objednávky: 14.2.2019/201901  
Nositel odborné způsobilosti: Ing. Michal Vacek

Cílem práce bylo provedení hydrogeologického průzkumu vsakovacích poměrů pro dešťové vody z objektů sportovní haly na ulici U Sportovní haly v Olomouci.

Zpracovatel tedy posoudil záměr z následujících hledisek:

- posouzení reálnosti vsaku srážkových vod do horninového prostředí,
- možnosti negativního ovlivnění okolních vodních zdrojů

Pro zpracování posudku byly využity technické práce prováděné v rámci inženýrsko-geologického průzkumu (IGP) na zkoumané lokalitě. Práce IGP byly doplněny specifickými pracemi pro posouzení možnosti a způsobu hospodaření s dešťovou vodou (HDP). Závěr prací představuje koncepční hodnocení vsakovacích poměrů pro dešťové vody na vybrané lokalitě a vyjádření odborně způsobilé osoby k nakládání s podzemními vodami dle § 5 zák. č. 254/2001 Sb.

## 2 Klimatické poměry

Pro město Olomouc jsou charakteristické typické projevy městského klimatu. Vzhledem k tomu, že charakter mezoklimatu města Olomouc je z velké části ovlivněn urbanizovanými plochami, jsou zde vhodné předpoklady pro častější výskyt kondenzačních jevů (zejména mlh). Město a jeho okolí mají vliv rovněž na charakter proudění v mezní vrstvě atmosféry (vznik maloplošných větrných vírů) a na rozptyl znečišťujících látek v ovzduší.

Podle klimatického členění ČR spadá zájmové území do teplé klimatické oblasti T2 (Quitt E., 1971), která je charakterizovaná dlouhým a suchým létem s krátkým přechodným obdobím, teplejším jarem a podzimem. Zima je krátká, suchá, s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Protože členění podle E. Quitta vychází ze starých klimatologických dat za období let 1901 - 1950 a 1926 - 1950, byla provedena klimatická regionalizace založená na digitálním modelování novějších dat z třicetileté datové řady tzv. „normálu“ z let 1961 až 1990, podle níž lokalita spadá do třídy klimatické regionalizace III s průměrným počtem dní 160 až 177 s teplotou vzduchu 10 °C a vyšší a s průměrným ročním úhrnem srážek do 580 mm a s obdobím beze srážek více jak 22 dní.

V celé České republice můžeme v posledních desetiletích sledovat projevy jak globální klimatické změny, tak i změny mezoklimatu velkých měst. Zvyšují se průměrné roční teploty a frekvence výskytu, intenzita i délka trvání období s extrémně vysokými teplotami, mění se rovněž hydrologický cyklus a distribuce srážek v čase a prostoru. V blízké budoucnosti lze očekávat další růst průměrných teplot, zvyšování zimních úhrnů a snižování letních srážkových úhrnů, zvětšování délky bezesrážkových období, riziko vzniku sucha a zvyšující se četnost extrémních povětrnostních jevů.

Vlivem zvýšené absorpce slunečního záření se v zastavených oblastech více akumuluje teplo, což vede ke vzniku městského tepelného ostrova. Teplo, jež se v zastavených oblastech akumuluje během dne, v noci vyzařuje a ohřívá své okolí. Tím dále zesiluje negativní účinky působení vysokých až extrémně vysokých teplot, které jsou kvůli tomuto jevu delší a intenzivnější. Efekt tepelného ostrova města vede k tomu, že průměrné denní teploty jsou v Olomouci vyšší, než v okolí města.

Na doplňování zásob podzemní vody, a tedy i na kolísání její hladiny, mají v zájmovém území významný podíl atmosférické srážky. Úhrny atmosférických srážek byly v Olomouci postupně měřeny ve 3 stanicích (Holice, Klášterní Hradisko a Slavonín) a měsíční úhrny srážek, které poskytuje pro lokalitu Olomouc ČHMÚ, jsou kompilátem dat, naměřených v těchto stanicích. Od roku 2000 je provozována plně automatická klimatologická stanice v Olomouci - Holici, která je situována v nadmořské výšce 210 m.

Z této stanice byly převzaty úhrny srážek uvedené v tabulce 1.

*Tabulka 1: Průměrné měsíční a roční úhrny srážek (mm) v období 1961-1990 a 1963-2010 v Olomouci a úhrny srážek (mm) v roce 2010 a 2011 ve stanici Olomouc – Holice*

Období	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	4-9	10-3	1-12
1961-1990	27,5	25,5	27,2	37,8	73,3	78,4	76,4	68,8	44,5	40,0	40,4	30,3	379,2	190,9	570,1
1963-2010	25,8	22,8	28,4	35,4	63,9	71,4	77,9	65,5	47,2	37,2	38,7	30,6	361,3	183,5	544,8
2010	43,7	30,8	14,7	49,0	163,6	44,7	117,5	109,5	68,3	6,2	47,8	38,9	552,6	182,1	734,7

Z hlediska jednotlivých měsíců nejvyšší množství srážek v letech 1963 až 2010 spadlo v červenci (77,9 mm), nejnižší pak v únoru (22,8 mm). Ve vegetačním období (4-9) spadne v průměru 66% a v chladném období (10-3) 34 % ročního úhrnu srážek. V období let 1963 až 2010 byl z hlediska jednotlivých let nejvyšší roční úhrn srážek zaznamenán v roce 2010 ve výši 734,7 mm, nejnižší pak v roce 1983, kdy spadlo pouze 405,9 mm srážek.

Údaje o dlouhodobých průměrných měsíčních úhrnech srážek jsou v tabulce 1 doplněny o měsíční úhrny srážek v roce 2010 ve stanici Olomouc - Holice, která je zájmovému území nejbližší. Z tabulky je patrné, že roční úhrn srážek v roce 2010 byl v porovnání s ročním dlouhodobým normálem 1961 - 1990 srážkově nadnormální (činil 129 % ročního srážkového normálu). Podle hodnocení normality měsíců byl měsíc květen velmi vlhký, měsíce leden a červenec až září vlhké, červen suchý, říjen velmi suchý a zbylé měsíce lze charakterizovat jako srážkově normální. Nejvyšší úhrn srážek byl zaznamenán v květnu (163,6 mm) a nejnižší v říjnu (6,2 mm).

### 3 Geologické a hydrogeologické poměry

Širší území má poměrně pestrou a značně komplikovanou geologickou stavbu tvořenou systémem zlomů nazývaným Zlomové pásmo Hané. Území v okolí města Olomouce je situováno především na kře Hornomoravského úvalu. Nejstarší horniny, známé z tohoto území, jsou součástí granitoidního masivu brunovistulika a vystupují na povrch v několika lokalitách v jižní a jihozápadní části okolí Olomouce. Na tomto starém krystaliniku je uložen soubor sedimentárních hornin devonského a spodnokarbonského (kulmského) stáří. Výchozy kulmu lze nalézt v centru města, v městské části Řepčín a v blízkosti Klášterního hradiska. Uložení těchto vrstev byl ukončen vývoj tzv. spodního patra a veškeré mladší geologické jednotky již náleží k tzv. platformnímu patru. To vznikalo od mladších třetihor postupným ukládáním denudovaného materiálu do deprese. Převážně spodnobádenské mořské vápnité

jíly spodní části platformního patra dosahují mocností až 100 metrů. V třetihorách se do deprese Hornomoravského úvalu ukládaly spodnobádenské mořské vápnité jíly, na kterých leží pliocenní pestrá série křemitých a slídnatých nevápnitých písků, jílu a štěrků. V nejsvrchnější části se nachází eolicky uložené spraše, z nichž se vyvíjejí sprašové hlíny.

V nejbližším okolí je předkvartérní podloží zastiženo poměrně mělce pod terénem (již v hloubce okolo 3,5 m p. t.) cca 150 m východně od navrhovaného staveniště, východně od ulice Lazecká, v prostoru nynějšího Finančního úřadu Olomouc (A. Novák, 1994). Litologicky jsou tyto sedimenty charakteristické šedozelenými jíly.

Báze zemin kvartérního pokryvu je zde tvořena 3 m až 5 m, místy i více než 10 m mocným souvrstvím štěrkopísků, tzv. spodní akumulace kralické (hlavní) terasy řeky Moravy (stáří starší riss). Jde většinou o dobře vytríděné uloženiny s valouny křemene a krystalinických hornin a v menší míře i kulmských břidlic a drob, vzácně i devonských vápenců a svrchnokřídových prokřemenělých hornin a slínovců. Valouny mají průměr do 5 cm, jen ojediněle více.

V nadloží štěrkopísků spodní akumulace kralické terasy jsou na východním okraji údolí Moravy hrubé štěrky s valouny tvořenými skoro výhradně kulmskými horninami. Valouny dosahují v delší ose 15 - 20 cm. Základní hmota je hlinitá až hlinitopísčité. Jde o typický materiál výnosových kuželů, ukládaný přívalovými vodami na úpatí pohoří. V geologické literatuře se označuje jako proluvium.

Na uloženinách proluvia se místy dochovala málo mocná poloha deluviálních hlín. Mocnost vrstvy deluviálních hlín v lokalitě byla stanovena provedeným geologickým průzkumem na cca 1,0 až 2,0 m. Svahové deformace ani sesuvná území se v lokalitě ani jejím okolí nevyskytují.

Lokalita posuzovaného záměru se nachází v hydrogeologickém rajónu svrchní vrstvy č. 1622 Pleistocén Hornomoravského úvalu - jižní část (kvartérní sedimenty) a v hydrogeologickém rajónu základní vrstvy č. 2220 Hornomoravský úval (terciérní a křídové sedimenty pánví).

Rajon č. 2220 představuje 1. vrstevní kolektor s napjatou hladinou a průlinovou propustností, má střední transmisivitu  $T < 1.10^{-4} - 1.10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ , mineralizaci 0,3 - 1,0 g.l<sup>-1</sup>, jedná se o chemický typ Ca - HCO<sub>3</sub>. Bádenské vápnité jíly tvoří v celém Hornomoravském úvalu na Olomoucku nepropustný podklad nadložním kolektorům. Pro sedimenty pliocenní pestré série v písčitém a jílovitopísčitém vývoji je charakteristická slabá až velmi slabá průlinová propustnost.

Zvodnění těchto sedimentů závisí v převážné míře na jejich granulometrickém složení, na mocnosti propustných vrstev, jejich plošném rozšíření a na okolnosti, zda jsou nebo nejsou izolovány od infiltrace. Podzemní voda je vázána především na polohy písků a písčitých jílu. Tak zde vzniká větší počet zvodnělých horizontů s vlastní výtlačnou hladinou, které mezi sebou mohou, ale také v důsledku přítomnosti jílovitých izolátorů nemusejí komunikovat.

Rajon č. 1621 představuje svrchní kolektor fluvialních štěrkopísků s mocností souvislého zvodnění 15 až 50 m, s volnou hladinou a průlinovou propustností s vysokým koeficientem transmisivity  $T > 1.10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Mineralizace vody se pohybuje v rozmezí 0,3 - 1,0 g.l<sup>-1</sup>, přičemž se jedná o chemický typ Ca-Na-HCO<sub>3</sub>.

Řeka Morava v zájmovém prostoru svou infiltrací ovlivňuje stavy podzemní vody. Po většinu roku odvodňuje řeka Morava přilehlé území. Pouze výjimečně, v době vysokých průtoků, dochází k břehové infiltraci a k inundacím v široké údolní nivě.

Podle regionalizace mělkých podzemních vod (Kříž 1971) je území zařazeno do typu I B2, což znamená, že podzemní vody v území jsou charakteristické celoročním doplňováním

zásob, průměrných měsíčních stavů hladin podzemních vod a vydatností pramenů je dosaženo v maximální míře v březnu a dubnu, v minimální míře v září až listopadu.

Záměr leží mimo chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) a jiná území chráněná pro akumulaci vod.

Nejvýznamnějším vodním tokem v zájmovém území je řeka Morava, která protéká ve vzdálenosti cca 550 m SV od lokality. Nejbližší vodotečí je Mlýnský potok, který protéká přibližně 65 m S od severní stěny haly.

Obrázek č. 1: Geologická mapa



Umístění stavby



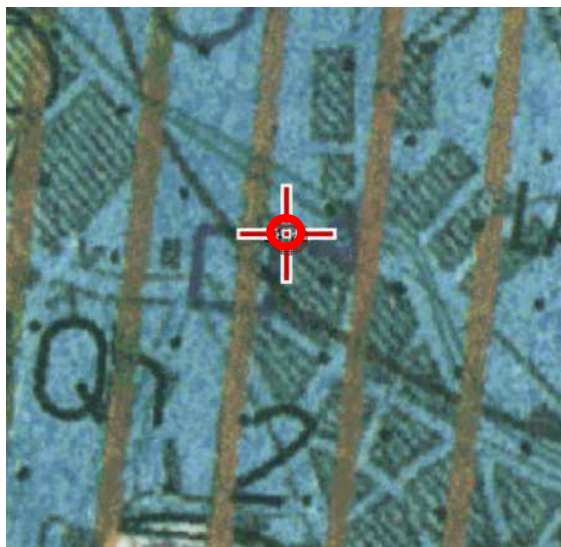
Legenda:

nivní sediment [ID 6]

Obrázek č. 2: Hydrogeologická mapa (výřez mapy + částečná legenda)



Umístění stavby



průlinový kolektor, fluviální  
písčité štěrky,  $T \ 6 \cdot 10^{-4}$  až  $8,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$

## 4 Ochranný statut posuzovaného území

V hydrogeologickém povodí, ve kterém se uvažuje s umístěním vsaku, se nenacházejí zdroje veřejného zásobování pitnou vodou a jejich ochranná pásma.

V nejbližším okolí ve směru proudění podzemní vody nebyly nalezeny individuální zdroje podzemní vody.

Pro nejbližší vodoteč, Mlýnský potok, je vyhlášeno platné záplavové území (CZ071\_924) pro Q10 až Q100. Aktivní zóna není určena.

## 5 Základní charakteristika projektovaného řešení

Předmětem prací, jehož je tento průzkum součástí, je posouzení hospodaření s dešťovými vodami tak, aby režim dešťových vod na daném území byl pokud možno co nejbližší původnímu přirozenému režimu a přispíval ke zlepšení místního klimatu a adaptaci na jeho změny. Srážkové vody budou na pozemku haly zadržovány, vsakovány a pomocí výparu navraceny zpět do ovzduší.

Přehled odvodňovaných ploch včetně jejich výměr je uveden v následující tabulce:

Tabulka č. 2: Přehled odvodňovaných ploch

Typ plochy	Plocha m <sup>2</sup>	Odtokový součinitel
Střechy sportovní hala	7 793,00	1,0
Střechy parkovací dům	2 015,00	1,0
Střechy stávající	1 712,00	1,0
Asfaltové a bet. Plochy	3 831,00	0,8
Obyčejné dlažby	5 445,00	0,6
Fotbalové hřiště s tribunou	5 051,00	
Celkem	<b>25 847,00</b>	

## 6 Rozsah a metodika průzkumných prací

Koncepčně byly práce členěny následovně:

I. Přípravné a projekční práce:

- rešeršní práce z dosavadní prozkoumanosti
- splnění oznamovacích a evidenčních povinností
- vytýčení průzkumných prací

II. Geologické průzkumné práce:

- vrtné práce
- nálevová zkouška
- terénní měření

III. Vyhodnocovací práce:

- interpretace výsledků a vyhodnocení průzkumných prací

V následujících kapitolách je podrobněji popsána metodika a rozsah prací včetně jejich zdůvodnění.

## 6.1 Přípravné a projekční práce

V rámci přípravných prací byla na základě specifikace zadavatele, archivních dokumentů a údajů o vrtné prozkoumanosti z databáze ČGS zpracována rešerše dosavadní prozkoumanosti lokality a v návaznosti na zákon č. 62/1988 Sb. o geologických pracích v platném znění a vyhlášku 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek, byly splněny nezbytné ohlašovací a evidenční povinnosti plynoucí z tohoto zákona pro zhotovitele. Objednatel byl poskytnuta výkresová dokumentace s umístěním požadovaných sond. Jejich lokalizace byla přesně geodeticky vytýčena.

## 6.2 Geologické průzkumné práce

Předmětem terénních prací v rámci průzkumu byla především realizace průzkumných vrtů.

### 6.2.1 Vrtné a sondážní práce

V rámci akce: Rekonstrukce sportovní haly UP v Olomouci. Inženýrsko - geologický průzkum byly v prostoru navrhovaného staveniště realizovány dvě strojně vrtané sondy do hloubky 12 m. Celkem tedy bylo odvrtno 24 bm sond. Vrtné práce provedla dne 5. 3. 2019 osádka strojní vrtné soupravy URB-2A. Vrtáno bylo rotačně jádrovým způsobem bez výplachu (na sucho). K vrtání bylo použito jednoduché jádrovnice o průměru 156 mm, osazené vrtnou korunkou z tvrdokovu. Vrtné jádro bylo ukládáno do normalizovaných tří přihrádkových plastových vzorkovnic.

Vrt V-1 byl dočasně vystrojen do hloubky 3,95 m PVC pažnicí o průměru 110 mm. Interval 3,45 až 3,95 byl opatřen šterbinovou perforací.

Po ukončení vrtných prací, odebrání vzorků a provedení nálevové zkoušky byla provedena likvidace vrtů V-1 a 2 dusaným záhozem vrtného profilu vytěženým jádrem s jílovým těsněním zabraňujícím propojení zvodní a vnikání povrchové vody.

### 6.2.2 Nálevová zkouška

Pro ověření vsakovacích schopností geologického prostředí byla dne 5.3.2019 na průzkumném vrtu V-1 realizována nálevová zkouška. Pro nálev byla použita pitná voda z vodovodního řádu. V průběhu zkoušky bylo na vrtu prováděno intervalové sledování hladiny elektrickým hladinoměrem.

V rámci zkoušky byl proveden nálev vody do úrovně - 2,0 m a následně docházelo k vsakování vody do vrstev písku a štěrku. Poté byl nálev škrcen tak, aby se hladina podzemní vody ustálila na úroveň - 1,95 až 2,11 m pod terénem. Vsakovací plocha odpovídala povrchu válce o průměru 160 mm, v intervalu 3,30 - 3,95 m pod terénem, tedy ploše cca 0,3 m<sup>2</sup>. Velikost vydatnosti nálevu byla měřena vodoměrem, který byl vsazen na hadici. Nálevová zkouška trvala 160 min s vydatností 0,021 až 0,045 l/s. Za tuto dobu bylo aplikováno 260 l vody.

Grafický průběh nálevové zkoušky a její vyhodnocení je uvedeno v příloze č. 4.

### 6.2.3 Vyhodnocovací práce

Vyhodnocovací práce zahrnovaly zpracování výsledků hydrogeologického průzkumu. Terénní práce byly řízeny a závěrečná zpráva byla zpracována osobou odborně způsobilou projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce v oboru inženýrská geologie a hydrogeologie.



### 6.2.4 Rekognoskace terénu

Na lokalitě byla dne 5.3.2019 provedena rekognoskace terénu s identifikací lokálních zdrojů podzemní vody a jejich zjednodušená dokumentace (hloubka objektu, hladina podzemní vody) v případě, že byly nalezeny.

### 6.3 Měřické práce

Umístění vrtů bylo provedeno měřickými pracemi. Měření bylo připojeno na stávající situaci geodetického zaměření lokality. Souřadnice povrchu terénu u ústí sond byly určeny v souřadném systému S-JTSK, výška ústí sondy byla určena ve výškovém systému Balt po vyrovnání.

*Tabulka č. 3: Seznam souřadnic vrtů*

Vrt	Y	X	Z
V-1	547100,00	1120505,00	213,30
V-2	547172,00	1120387,00	213,10

## 7 Vyhodnocení prací

### 7.1 Rekognoskace terénu

Dne 5.3.2019 byla na posuzované lokalitě a v nejbližším okolí provedena rekognoskace terénu. V bezprostřední blízkosti lokality a ve směru pravděpodobného odvodňování kolektoru nebyly identifikovány žádné individuální zdroje zásobování pitnou vodou.

Na posuzovaných pozemcích rovněž nebyly identifikovány vsakovací objekty pro srážkové vody nebo odpadní vody z DČOV.

Nejbližší vodotečí je Mlýnský potok, který protéká ve vzdálenosti přibližně 65 m od severní stěny haly.

### 7.2 Geologické poměry lokality

#### 7.2.1 Geologické a hydrogeologické poměry lokality

Horninové prostředí na zájmové lokalitě bylo dokumentováno nově realizovanými i archívními sondami, jejichž lokalizace je patrná z přílohy č. 2. Geologické profily nových a archívních sond jsou uvedeny v příloze č. 3:

Tabulka č. 4: Geologické a hydrogeologické poměry

Metráž		Geologický profil	Naražená/ ustálená hladina (m p. t.)	Hydrogeologická charakteristika
od	do			
0,00	1,70	<b>navážka</b> - do 0,7 hlína, dále štěrkopísek		
1,70	3,30	<b>hlína jílovitá/jíl</b> - hnědý, šedý,		stropní poloizolátor $k_v \sim n \cdot 10^{-8}$ m/s
3,30	4,30	<b>písek hlinitý</b> - šedý, středně zrnitý, zvodnělý	3,30/2,90 210/210,40	kolektor průlinový $k_v = 1,25 \cdot 10^{-4}$ m/s
4,30	6,00	<b>štěrk hlinitý</b> - šedý, valouny opracované 2 - 4 cm, střednězrnitý, zvodnělý		kolektor průlinový $k_v = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s (odhad)
6,00	12,00	<b>jíl</b> - zelenošedý, vápnitý		podložní poloizolátor $k_v \sim n \cdot 10^{-8}$ m/s

Na sondě V-1 byla podzemní voda naražena v hloubce 3,3 m a projevila se výrazným přítokem. Úroveň ustálené hladiny podzemní vody byla zdokumentována v hloubce 2,90 m p. t., což odpovídá 210,40 m n. m. Dle úrovně hladiny vody a geologického profilu se jedná o zvedení s napjatou hladinou. Úroveň hladiny podzemní vody se může během roku měnit, přičemž maximální (nejvyšší) hladina může dosahovat pravděpodobně hloubky 2,40 m p. t.

Úvodní metráž se liší podle umístění sond. V místech, kde není zachován přirozený sled zemin (sondy V-1, V-2, J-5 a J-8), byly zastiženy navážky. Pod nimi je vyvinuta poloha **hlín/jílů** zastižená v hloubkovém intervalu 1,7 až 3,3 m, která umožňuje omezenou infiltraci srážkových vod do podzemní vody a představuje stropní poloizolátor. Koeficient vsaku se bude pohybovat kolem hodnoty  $k_v = n \cdot 10^{-8}$  m/s.

Poloha **písku a štěrku vyvinutá** v metráži 3,30 - 6,00 m představuje průlinově propustný kolektor se spojitou zvodní. Dle klasifikace J. Jetela se jedná o dosti silně až silně propustné prostředí. Koeficient hydraulické konduktivity se pohybuje v rozmezí  $K \sim 2 \cdot 10^{-4}$  až  $2,7 \cdot 10^{-3}$  m/s. Koeficient vsaku vypočítaný z nálevové zkoušky dosáhl hodnoty  $k_v = 1,25 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Z hlediska požadavků na „Vsakovací zařízení srážkových vod“ představuje poloha štěrku na lokalitě kolektor pro vsak vyhovující.

Jíly vyvinuté v předpokládané hloubce od 6 m představují regionální izolátor s proměnlivou propustností.

Lokalita je pravděpodobně odvodňována řekou Morava, která protéká ve vzdálenosti přibližně 600 m SV od posuzované lokality a tvoří erozivní bázi oblasti.

## 7.2.2 Vyhodnocení nálevové zkoušky

Koeficient vsaku byl odvozen ze sledování hladiny ve vrtu a množství zasáknuté vody.

Pro výpočet koeficientu vsaku jsme použili časový interval, ve kterém bylo dosaženo quasi ustálené hladiny podzemní vody. Koeficient vsaku byl vypočten dle následujícího vzorce:

$$k_v = Q/A$$

$$Q \text{ množství zasakování vody (m}^3/\text{s)}$$

$$A \text{ plocha aktivního vsaku (m}^2\text{)}$$

Při nálevové zkoušce byl zvolen interval, ve kterém se hloubka hladiny pohybovala v rozmezí - 1,95 až 2,11 m. V tomto období  $k_v$  dosáhl hodnoty  $1,25 \cdot 10^{-4}$  m.s<sup>-1</sup>.

Z grafu nálevové zkoušky rovněž vyplývá, že pokles hladiny vody po ukončení nálevu byl rychlý. Při zkoušce poklesla hladina vody o 0,72 m za 30 minut, přičemž zbytková elevace k původní hladině v hloubce 2,9 m činila 0,07 m.

## 8 Dimenzování vsakovacího prvku

Pro posouzení možnosti zasakování vod jsme na posuzované lokalitě vycházeli z výsledků průzkumných prací, které ověřily následující hydrogeologické poměry ovlivňující možnosti vsaku:

- 1) hladina podzemní vody je volná a pohybuje se v úrovni kolem 2,9 m p. t. (210,4 m n. m.), nejvyšší úroveň se může dosahovat 1,4 m p. t. (210,9 m n. m.),
- 2) horninové prostředí lze rozdělit na izolátor hlín/jílu a kolektor písku/štěrku.

Koeficient vsaku  $k_v$  má pro jednotlivé vrstvy následující hodnoty:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| a. <b>hlína/jíl</b> (1,70 - 3,30 m)   | $k_v \sim n \cdot 10^{-8}$ m/s (odhad) |
| b. <b>písek/štěrk</b> (3,30 - 6,00 m) | $k_v = 1,25 \cdot 10^{-4}$ m/s         |

Z výše uvedených skutečností vyplývá, že na lokalitě připadá v úvahu pro vsakování zastižený kolektor písku/štěrku v hloubce 3,30 - 6,00 m. Hladina podzemní vody osciluje během roku v hloubce 2,9 až 2,4 m a je napjatá.

Základovou spáru vsakovacího zařízení doporučujeme umístit do hloubky nejméně 4,5 m, aby byla zastižena poloha štěrku. Aby byla splněna podmínka, že nad zjištěnou nejvyšší sezónní hladinou podzemní vody bude nejméně 1 m nezvodnělého horninového prostředí a/nebo filtračního materiálu, bude výkop do úrovně -1,4 m vyplněn vhodným materiálem.

## 9 Množství a charakter zasakovaných vod do podzemní vody

Při orientačním návrhu akumulčního objemu vsakovacího zařízení byla použita metodika vycházející z hodnoty srážkového úhrnu vybrané z řady hodnot s dobou trvání od 5 do 4320 minut (72 hodin, podle normy ČSN 75 9010 vydané v únoru 2012). Vybírá se hodnota, pro kterou vychází nejvyšší akumulční objem vsakovacího zařízení, tzv. nejnepríznivější srážka. Pro výběr byly použity hodnoty úhrnů srážek  $h_d$  (mm) ze srážkoměrné stanice Klášterní Hradisko. Pravděpodobnost opakování deště je vyjádřena periodicitou jeho výskytu  $p$  [1.rok<sup>-1</sup>]. Pro výpočet byla použita četnost  $p = 0,2$ . Největší akumulční objem vsakovacího zařízení bude při dešti (nejnepríznivější srážka) o době trvání 60 minut a srážkovém úhrnu 27,9 mm.

Požadovaný retenční objem  $V_{VZ}$  činí 382,2 m<sup>3</sup> (plocha vsaku  $A = 250$  m<sup>2</sup>), doba prázdnění  $T_{pr}$  činí 4,2 hodin. Tento údaj platí pro písek/štěrk.

Uvedené hodnoty jsou orientační, závazné parametry stanoví včetně dimenzování příslušného vsakovacího zařízení projektant.

Z hlediska charakteru, tedy kvalitativních požadavků na vsakovanou vodu, je srážková voda ze střech z inertních materiálů dle ČSN 75 9010 považována za kvalitativně přípustnou.

Vody odtékající ze středně frekventovaných parkovišť a komunikací se pro jednotlivé kontaminanty považují za dle TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami mírně až středně znečištěné.

## 10 Zhodnocení možnosti vsaku - vyjádření

### 10.1 Posouzení reálnosti vsaku srážkových vod do horninového prostředí

Pro správnou funkci vsakování dešťové vody je nutné umístit aktivní prvek vsaku do horninového prostředí s koeficientem  $k_v$  větším než  $10^{-7}$  m/s. U podzemního vsakování je další podmínka, že nad zjištěnou nejvyšší sezónní hladinou podzemní vody bude nejméně 1 m nezvodnělého horninového prostředí a/nebo filtračního materiálu.

Z hodnocení výše uvedených výsledků provedeného hydrogeologického průzkumu vyplývá, že lokalita vyhovuje požadavkům na vybudování podzemního vsakovacího zařízení pro dešťové vody. S uvažováním skutečnosti, že hladina podzemní vody osciluje v hloubce přibližně 2,4 metru pod terénem, je možné provádět hospodaření se srážkami jejich vypouštěním do horninového prostředí pomocí podzemního vsakovacího zařízení:

- geologické prostředí a hydrogeologické podmínky jsou z hlediska vsaku složité, protože hladina podzemní vody je napjatá. Z kapacitního hlediska, kdy se jedná o prostředí dosti silně propustné, jsou pro vsakování vod vlastnosti kolektoru dostačující, tzn. že horninové prostředí je schopno srážkové vody pojmout.

#### Dílčí vyjádření

Porovnáním hodnot odhadovaného ročního vypouštění a hydrogeologických poměrů je zřejmé, že je zvažované technické řešení (vsakování srážkových vod) v daných hydrogeologických poměrech reálné. Podmínkou správné funkce bude dostatečné dimenzování vsakovacího zařízení, které bude doplněno případnou retencí a bezpečnostním přepadem.

### 10.2 Možnost negativního ovlivnění okolních vodních zdrojů

Srážkové vody odtékající z urbanizovaného území jsou znečištěny látkami obsaženými v ovzduší a látkami pocházejícími z materiálu a užívání odvodňovaných ploch. Obecně je znečištění srážkových vod popsáno v příloze A, TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch a očekávaná míra znečištění srážkové vody je uvedena v tabulce A.1. Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky je uvedena v tabulce A.2.

Jakost vody odtékající ze střech ovlivňuje kromě lokálních suchých a mokrých depozic také typ střechy (ploché či šikmé) a její materiál, včetně materiálu střešních instalací (inertní či reaktivní). Na plochých střechách s vrstvou šterku dochází díky filtraci, adsorpci a biologickému rozkladu k vyššímu zadržení znečištění ze suchých a mokrých depozic než na střechách šikmých. Průsak šterkem s obsahem vápníku (vápencovým, mramorovým či dolomitickým šterkem) vede také ke zvýšení hodnoty pH vody a její kyselinové neutralizační kapacity KNK<sub>4,5</sub> (celkové alkality), což ještě více podporuje zadržení látek. U těchto ploch je hodnocena míra znečištění srážkových vod jako nízká.

Vody odtékající ze středně frekventovaných parkovišť a komunikací se pro jednotlivé kontaminanty považují za mírně až středně znečištěné.

Podle orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky uvedené v tabulce A.2 je míra znečištění vody odtékající ze středně frekventovaných parkovišť a komunikací považována za střední.

Doporučené způsoby vsakování srážkových vod z různých typů ploch s ohledem na jejich znečištění jsou uvedeny v tabulce B.1. Podzemní vsakování ze středně frekventovaných parkovišť a komunikací bez zatravněné a humusové vrstvy je považováno za nepřijatelné. Povrchové vsakování přes zatravněné a humusové vrstvy je považováno za přijatelné.

Doporučená opatření pro předčištění srážkových vod z různých typů ploch při zaústění do povrchových vod jsou uvedena v příloze C, tabulce C1. Dle této tabulky pro vody odtékající ze středně frekventovaných parkovišť a komunikací je minimálním požadavkem jednoduché mechanické předčištění.

V případě, že bude vybudováno vsakovací zařízení, pro komunikace a parkoviště, bude nutné jej doplnit některým z opatření uvedených v příloze D Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a jejich účinnost pro různé druhy znečištění.

Uvážíme-li další poznatek, tedy že se zachycené srážkové vody dočistí vsakem přes nesaturovanou zónu a filtrační materiál, můžeme si dovolit toto konstatování:

### Dílčí vyjádření

Vsakování srážkové vody ze střech budov nepředstavuje při dodržení požadavků „TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, Tabulky B.1 - Doporučené způsoby vsakování srážkových vod z různých typů ploch s ohledem na jejich znečištění“ neakceptovatelné riziko zhoršení kvality podzemní vody.

Asfaltové a betonové plochy v areálu, můžeme považovat za málo frekventované pozemní komunikace. Na základě výše uvedených údajů se jeví jako jedna možnost srážkové vody vypouštět pouze do povrchového toku, kde je minimálním požadavkem jednoduché mechanické předčištění.

Druhou možností je vybudovat vsak, kdy budou vody vsakovat přes šterkovou vrstvu, která zajistí dostatečné předčištění.

Pokud budou při vybudování vsakovacího zařízení splněny požadavky uvedené v příloze D Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a jejich účinnost pro různé druhy znečištění, TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, nezpůsobí vody vsakované/vypouštěné po dobu dvanácti měsíců v roce ze střech a zpevněných ploch pomocí filtračního objektu do půdní vrstvy a následně podzemní vody nepřijatelné ohrožení jakosti podzemní vody.

## **11 Celkové zhodnocení a doporučení pro vsakování**

Na základě výše uvedeného zhodnocení můžeme konstatovat, že při vhodném projektovém řešení je zvažované technické řešení zasakování srážkových vod do vod podzemních na lokalitě principiálně reálné a neprojeví se negativním ovlivněním okolních vodních zdrojů a hydrogeologických poměrů.

Zpracovatel geologického průzkumu si vyhrazuje právo na neprodlené kontaktování v případě zjištění odlišností od popisovaných předpokladů a výsledků dosavadních průzkumných prací s důsledkem možných změn v interpretacích geotechnických, inženýrsko-geologických, hydrogeologických nebo hydrologických poměrů.

V Kuníně, 22.3.2019

zpracoval:

*Tach*



Ing. Michal Vacek  
nositel odborné způsobilosti  
v oboru hydrogeologie a sanační  
geologie