

**Hydrogeologické posouzení
v lokalitě Praha - městská část Hlubočepy**

Likvidace srážkových vod

Parcela č. 467/14 a související - k. ú. Hlubočepy (okres Hlavní město Praha)

Příbram, duben 2023

Vypracoval: RNDr. Miloš Čeleda

1. ÚVOD

V dubnu 2023 objednalo HLAVNÍ MĚSTO PRAHA (sídlem Mariánské náměstí 2/2, 11000 Praha 1 - Staré Město) provedení hydrogeologického posudku. Cílem elaborátu je posoudit možnost likvidace srážkových vod ze střech projektované tělocvičny a pavilonu v areálu ZŠ Pod Žvahovem.

Jedná se o parcelu č. 467/14 a související p. č. v k. ú. Hlubočepy (okres a kraj Hlavní město Praha). Lokalita se nachází ve městě Praha - městská část Hlubočepy, cca 480 m západně od vlak. zastávky Praha-Hlubočepy.

Použité podklady:

- Jednání s investorem a projektantem
- Rekognoskace lokality
- Geologická mapa 1 : 50 000 a vysvětlivky
- Mapa vodního hospodářství / ochrany vod 1 : 50 000
- Rešerše údajů z archivních geologických zpráv a průzkumů v okolí
- Zkušenosti s průzkumnými pracemi a řešeními v blízkém okolí
- Výsledky provedených průzkumných prací na lokalitě (bagrované sondy)

Morfologicky se přímo na lokalitě jedná o plošší území, neznatelný sklon terénu je k východojihovýchodu směrem k Dalejskému potoku a činí do 1 %.

2. GEOLOGICKÉ POMĚRY

Z regionálně-geologického hlediska je zájmové území tvořeno horninami Českého masivu - soustava krystalinikum a prevariské paleozoikum středočeské oblasti (bohemikum) a soustava pokryvné útvary a postvariské magmatity. Horniny bohemia se řadí do regionu Barrandien příp. i ostrovní zóna středočeského plutonu → jednotka paleozoikum Barrandienu / rožmitálský ostrov → subjednotka pražská pánev a horniny pokryvných útvarů do oblasti křída → region česká křídová pánev a do oblasti terciér → region reliktů sladkovodního terciéru.

Přímo na lokalitě se pod kvartérním pokryvem nacházejí biotritické / biomikritické / mikritické vápence a vápnité břidlice (stáří spodní a střední devon - stupeň ems / eifel, souvrství chotečské a dalejsko-třebotovské).

V blízkém okolí se dále vyskytují střídající se souvrství prachovců s vložkami pískovců, na bázi s černými vápnitými břidlicemi a bitumenózními vápenci (stáří střední devon - stupeň eifel / givet, souvrství srbské), biotritické až mikritické vápence, často s nodulemi rohovců (stáří spodní devon - stupeň ems, souvrství zlíhovské), biotritické / organogenní / biomikritové až mikritické hlíznaté vápence (stáří spodní devon - stupeň prag / ems, souvrství pražské), biotritické / mikritické / dolomitické vápence s vložkami břidlic a místy s rohovci (stáří spodní devon - stupeň lochkov a prag, souvrství lochkovské), světlé až tmavě šedé biosparitové / mikritické vápence, vápnité břidlice, místy s vulkanogenní příměsí - tufity (stáří silur - stupeň ludlow a přídolí, souvrství kopaninské a požárské (přídolské); pískovce, prachovce, jílovité břidlice, na bázi s diamiktity (stáří svrchní ordovik - stupeň hiranant, souvrství kosovské); sladkovodní až brakické jílovce, uhelné jílovce, uhlí, prachovce, pískovce a slepence (stáří svrchní křída - stupeň cenoman; souvrství perucko-korycanské - vrstvy perucké) a fluvialní až fluvioakustrinní štěrky, písčité štěrky, písky s vložkami jílu (stáří pliocén).

Reliéf terénu i nezávětralého horninového podloží je přímo na lokalitě plošší a jeho hloubka je závislá na charakteru a stupni zvětrání. Mocnost zvětralé zóny pod kvartérním pokryvem dosahuje vyšších jednotek metrů. Pod touto mocností bývají podložní horniny již většinou zdravé, slabě navětralé mohou být pouze v okolí otevřenějších puklinových systémů. V zájmovém území se zvětralé a rozpukané horninové podloží vyskytuje průměrně v hloubce od cca 0,2 až 0,5 metru pod úrovní terénu, přičemž na západní části lokality se horninové podloží nachází mnohem hlouběji kvůli existenci mocných hlinitých navážek.

Kvartérní pokryv zde představují zejména antropogenní písčito-hlinité navážky s různorodou nižší příměsí šterku, kamenů a stavebního odpadu a deluviální písčito-hlinité sedimenty. Celková mocnost kvartérních sedimentů činí průměrně do 0,2 až 0,5 metru, přičemž závisí na konkrétní morfologické pozici v terénu. Jejich mocnost stoupá směrem od východu k západu, kde může činit i 5 - 8 metrů (odhad).

3. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

- **hydrogeologický rajon:** 6240 - svrchní silur a devon Barrandienu
- **útvár podzemních vod:** 62400 - svrchní silur a devon Barrandienu

Z hydrogeologického hlediska se jedná o území průměrně vhodné pro získání většího množství podzemní vody. Nositelem zvodnění zájmového území je průlinově propustný kvartérní kolektor, který je **hydraulicky spojený s hlubším kolektorem vytvořeným v zóně přípovrchového rozvolnění a puklinového porušení podložních hornin**. Vydatnosti jednotlivých zdrojů jsou převážně vhodné pouze pro individuální zásobování. Můžeme zde rozlišit dva typy hydrogeologických kolektorů - puklinový v podložních horninách a průlinový v kvartérních sedimentech.

Kolektor puklinový

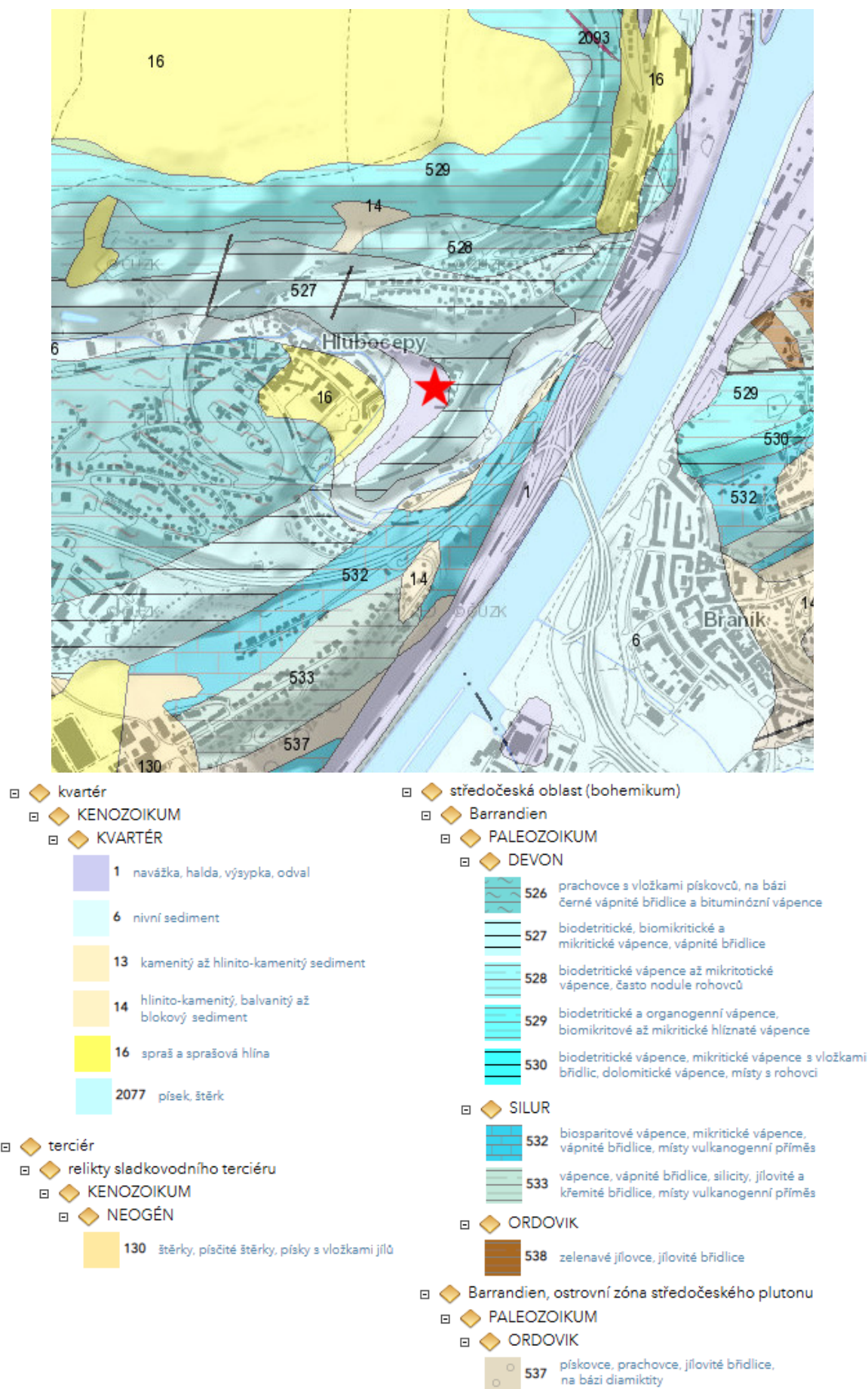
Horniny, které budují geologické podloží zájmové oblasti, se vyznačují jen méně intenzivním oběhem podzemní vody. Přírodní doplňování zásob podzemní vody je přímo závislé na atmosférických srážkách. **V závislosti na litologickém charakteru hornin se podzemní voda vyskytuje pouze jako voda puklinová.** Oběh podzemní vody je vázán převážně na pásmo povrchového rozvolnění puklin, případně na hlubší průběžné pukliny tektonického původu. Množství puklinové vody je závislé na stupni rozpukání a navětrání hornin, dále na délce, rozevřenosti, výplni a hloubkovém dosahu puklin. Vzhledem k reliéfu a geologické stavbě se nevyskytují pramenní vývěry; zejména se tak uplatňuje plynulé odvodňování prostřednictvím kvartérních sedimentů.

Propustnost podložních hornin je možno charakterizovat nízkým koeficientem transmisivity T (dle stupně rozpukání a zvětrání se pohybuje řádově v úrovni $10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$). Specifikace mocnosti zvodnělé vrstvy v horninách je problematická, v případě běžné puklinové propustnosti se může jednat až o 50 - 70 metrů, vyšších hodnot dosahuje jen v případě tektonicky porušených oblastí (což však není případ zájmového území).

Hladina podzemní vody na lokalitě je odhadována v hloubce min. 10 - 15 metrů pod terénem. Směr proudění podzemní vody je konformní se spádem terénu tzn. k východo-jihovýchodu směrem k Dalejskému potoku.

Kolektor průlinový

V pokryvných útvarech (kvartérní sedimenty) se vytvářejí v příznivých podmínkách maximálně pouze dočasné zvodně. V terénu voda stéká po horninovém podloží, přičemž jen zřídka může vyvěrat na povrch ve formě převážně periodických pramenů. Podmínky pro vytvoření zvodní v případě kvartérních sedimentů o proměnlivých či vysokých mocnostech a proměnlivé propustnosti jsou nevhodné a zvodnění je nevýznamné. Na lokalitě je tedy významněji zvodněno až horninové podloží.



Lokalizace řešené lokality (červená hvězda) na podkladu geologické mapy 1 : 50 000 + vysvětlivky

4. PRŮZKUMNÉ PRÁCE

Přímo na lokalitě byly v této fázi projektu provedeny 3 bagrované sondy a zastižené profily zdokumentovány následovně:

Sonda B1

0,00 - 0,40 m	drn, navážka - hlína písčitá, s úlomky cihel, hnědá, mírně vlhká, s kořínky, humózní	kvartér
0,40 - 1,80 m	vápence, částečně laminované, velmi silně zvětralé až navětralé, rozpukané do ostrohranných drobných a větších úlomků (prům. velikost 2 cm), výplň puklin hlína písčitá (po vytěžení charakter štěrku hlinitého), hnědošedé resp. šedé, černé a bílé vrstvy, úlomky je možno částečně lámat v ruce a částečně lehce rozbít kladivem	
1,80 - 2,40 m	dtto, zvětralé až navětralé, (prům. velikost 2 cm), úlomky je možno je lehce až obtížně rozbít kladivem	starší paleozoikum

Sonda B2

0,00 - 0,25 m	drn, navážka - hlína písčitá, s úlomky cihel, černohnědá, mírně vlhká, s kořínky, humózní	
0,25 - 0,80 m	navážka - hlína písčitá s příměsí štěrku, s občasnými oblázky a valouny křemene, hnědošedá	kvartér
0,80 - 2,90 m	vápence, částečně laminované, velmi silně zvětralé až navětralé, rozpukané do ostrohranných drobných a větších úlomků (prům. velikost 2 cm), výplň puklin hlína písčitá (po vytěžení charakter štěrku hlinitého), hnědošedé (resp. šedé, černé a bílé vrstvy), úlomky je možno částečně lámat v ruce a částečně lehce rozbít kladivem	
2,90 - 3,10 m	dtto, zvětralé až navětralé, (prům. velikost 2 cm), úlomky je možno je lehce až obtížně rozbít kladivem	starší paleozoikum

Sonda B3

0,00 - 0,40 m	drn, navážka - hlína písčitá, s úlomky cihel a valouny křemene, černohnědá, mírně vlhká, s kořínky, humózní	
0,40 - 4,20 m	navážka - hlína písčitá s příměsí štěrku (do 20 %), s občasnými valouny křemene, úlomky a kusy cihel, skla, železného odpadu, strusky, rozpadavé kusy hašeného vápna (pravděpodobně historická jáma na hašení vápna), barva okrová, hnědá, černá + bílé vrstvy hašeného vápna	kvartér

hladina podzemní vody nebyla v sondách zastižena

Pro dotvoření představy o celkové geologické stavbě lokality bylo dále využito foto profilu stavebního výkopu provedeném ve východní části lokality. Na základě poznatků z provedených sond B1 až B3 lze tento profil popsat následovně:

Stavební výkop

0,00 - 0,40 m	drn, navázka - hlína písčítá, s úlomky cihel, hnědá, mírně vlhká, s kořínky, humózní	kvartér
0,40 - 1,80 m	vápence, částečně laminované, velmi silně zvětralé až navětralé, rozpukané do ostrohranných drobných a větších úlomků (prům. velikost 2 cm), výplň puklin hlína písčítá (po vytěžení charakter šterku hlinitého), hnědošedé (resp. šedé, černé a bílé vrstvy), úlomky je možno částečně lámat v ruce a částečně lehce rozbít kladivem	
1,80 - 2,40 m	dtto, zvětralé až navětralé, (prům. velikost 2 cm), úlomky je možno je lehce až obtížně rozbít kladivem	starší paleozoikum

hladina podzemní vody nebyla zastižena



Lokalizace bagrovaných sond a stavebního výkopu

Popsané geologické profily poskytují pro posouzení možnosti likvidace srážkových vod dostatek poznatků.



Sonda B1



Sonda B2



Sonda B3



Stavební výkop ve východní části lokality

5. HYDROGEOLOGICKÉ VÝPOČTY

Vzhledem ke geologickým a hydrogeologickým poměrům na posuzované lokalitě je doporučeno řešit likvidaci srážkových vod vsakováním v podzemním vsakovacím objektu - např. v drénu vyplněném štěrskem či sestaveném ze vsakovacích bloků.

1. Výpočet retence dle *Pražských stavebních předpisů (2016)*:

Pro výpočet potřebné min. retence dle *Pražských stavebních předpisů (2016)* bude počítáno s dobou trvání srážky 30 minut a intenzitou deště 153 l / s / ha a celkovým půdorysným průmětem střech projektované tělocvičny a pavilónu cca 1500 m². Propočtem pro návrhový déšť vychází min. hodnota retenčního objemu 41,31 m³. Výpočet dle PSP je uveden v příloze 1.

2. Výpočet retence dle *ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod*:

Pro návrh řešení dle *ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod* bude počítáno s hodnotou koeficientu vsaku $k_v = 4 \times 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$, součinitelem bezpečnosti vsaku $f = 1$, odtokovým součinitelem $\phi = 1$ a celkovým půdorysným průmětem střech projektované tělocvičny a pavilónu cca 1500 m². Dle klasifikace *ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod* se tedy jedná o náročnou stavbu. Přírodní poměry je možné klasifikovat jako jednoduché - geologická stavba je monotónní, hladina podzemní vody v hloubce větší než 2 metry pod terénem

Propočtem pro návrhový déšť s dobou trvání 5 minut až 72 hod tak vychází maximální hodnota retenčního objemu 58,74 m³ (pro dobu trvání srážky 6 hod). Při uvažovaných vstupních parametrech výpočtu tak vychází doba prázdnění 70,3 hod, což je z pohledu ČSN 759010 **vyhovující** (méně než 72 hod). Výpočet je uveden v příloze 2.

Níže jsou navrženy **některé možnosti řešení v závislosti na preferencích investora**:

1. varianta: vsakovací objekt vyplněný štěrskem + min. 12 m³ akumulační jímka

- **vsak. objekt - výplň:** štěrk (kačírek, event. drcené kamenivo frakce 16/32 mm či 32/63 mm)
- **vsak. objekt - navrhované rozměry:** 20 x 3 x 2,6 m (délka x šířka x výška) nebo dle prostorových dispozic
- **vsak. objekt - vypočtená min. plocha:** 58 m²
- **vsak. objekt - navrhovaná plocha (včetně stěn):** 179,6 m² ($\geq 58 \text{ m}^2$ = **VYHOVUJE**)
- **retenční kapacita - vypočtená celková potřebná:** 58,74 m³
- **retenční kapacita - vsak. objekt (využito 30 % objemu):** 46,8 m³
- **retenční kapacita - předsazená akumulační jímka:** 58,74 m³ - 46,8 m³ = \pm min. 12 m³
- **retenční kapacita - jímka + vsak. objekt:** 12 m³ + 46,8 m³ = 58,8 m³ ($\geq 58,74 \text{ m}^3$ = **VYHOVUJE**)
- **vsak. objekt - umístění:** vzhledem ke geologickým a hydrogeologickým podmínkám bude postačovat umístit vsakovací objekt v intervalu 0,8 - 3,4 metru pod terénem (případně hlouběji v závislosti na sklonu terénu a hloubce uložení přírodního potrubí), přičemž skutečnou hloubku umístění vsakovacího objektu bude nutno upravit během bagrovacích prací dle konkrétně zastižené geologické situace tak, aby byl vsakovací objekt umístěn v rozpukaných podložních horninách s co nejmenším obsahem hlinité frakce. Bude nutné jej osadit ve vodorovné poloze pro zajištění co největší aktivní plochy vsakování.

Pro zabránění zanášení retenční nádrže jemným prachem, pylem atd. je vhodné před něj zařadit sedimentační a filtrační šachtu (či jiný systém filtrace).

Horní plochu vsakovacího objektu je vhodné chránit vrstvou štěrkopísku mocnosti cca 0,1 m (pro zabránění kolmatace), eventualitou je použití geotextílie. Vsakovací objekt pro likvidaci dešťových vod splňující výše uvedené parametry je možno umístit ve vzdálenosti minimálně 3 m od podsklepené budovy.

2. varianta: vsakovací objekt sestavený ze vsakovacích bloků + min. 12 m³ akumulární jímka

- **vsak. objekt - výplň:** vsakovací boxy (použit tvar základní buňky 1,2 x 0,6 x 0,425 m)
- **vsak. objekt - navrhované rozměry:** 16,2 x 2,4 x 1,275 m (délka x šířka x výška) nebo dle prostorových dispozic
- **vsak. objekt - vypočtená min. plocha:** 58 m²
- **vsak. objekt - navrhovaná plocha (včetně stěn):** 86,31 m² ($\geq 58 \text{ m}^2$ = **VYHOVUJE**)
- **retenční kapacita - vypočtená celková potřebná:** 58,74 m³
- **retenční kapacita - vsak. objekt (využito 95 % objemu):** 47,09 m³
- **retenční kapacita - předsazená akumulární jímka:** 58,74 m³ - 47,09 m³ = $\pm \text{min.} 12 \text{ m}^3$
- **retenční kapacita - jímka + vsak. objekt:** 12 m³ + 47,09 m³ = 59,09 m³ ($\geq 58,74 \text{ m}^3$ = **VYHOVUJE**)
- **vsak. objekt - umístění:** vzhledem ke geologickým a hydrogeologickým podmínkám bude postačovat umístit vsakovací objekt v intervalu 0,8 - 2,075 metru pod terénem (případně hlouběji v závislosti na sklonu terénu a hloubce uložení přírodního potrubí), přičemž skutečnou hloubku umístění vsakovacího objektu bude nutno upravit během bagrovacích prací dle konkrétně zastižené geologické situace tak, aby byl vsakovací objekt umístěn v rozpukaných podložních horninách s co nejmenším obsahem hlinité frakce. Bude nutné jej osadit ve vodorovné poloze pro zajištění co největší aktivní plochy vsakování.

Pro zabránění zanášením retenční nádrže jemným prachem, pylem atd. je vhodné před něj zařadit sedimentační a filtrační šachtu (či jiný systém filtrace).

Horní plochu vsakovacího objektu je vhodné chránit vrstvou šterkopísku mocnosti cca 0,1 m (pro zabránění kolmatace), eventualitou je použití geotextílie. Vsakovací objekt pro likvidaci dešťových vod splňující výše uvedené parametry je možno umístit ve vzdálenosti minimálně 3 m od podsklepené budovy.

3. varianta: vsakovací objekt sestavený ze vsakovacích bloků

- **vsak. objekt - výplň:** vsakovací boxy (použit tvar základní buňky 1,2 x 0,6 x 0,6 m)
- **vsak. objekt - navrhované rozměry:** 16,2 x 2,4 x 1,7 m (délka x šířka x výška)
- **vsak. objekt - vypočtená min. plocha:** 58 m²
- **vsak. objekt - navrhovaná plocha (včetně stěn):** 102,1 m² ($\geq 58 \text{ m}^2$ = **VYHOVUJE**)
- **retenční kapacita - vypočtená celková potřebná:** 58,74 m³
- **retenční kapacita - vsak. objekt (využito 95 % objemu):** 62,79 m³ ($\geq 58,74 \text{ m}^3$ = **VYHOVUJE**)
- **vsak. objekt - umístění:** vzhledem ke geologickým a hydrogeologickým podmínkám bude postačovat umístit vsakovací objekt v intervalu 0,8 - 2,5 metru pod terénem (případně hlouběji v závislosti na sklonu terénu a hloubce uložení přírodního potrubí), přičemž skutečnou hloubku umístění vsakovacího objektu bude nutno upravit během bagrovacích prací dle konkrétně zastižené geologické situace tak, aby byl vsakovací objekt umístěn v rozpukaných podložních horninách s co nejmenším obsahem hlinité frakce. Bude nutné jej osadit ve vodorovné poloze pro zajištění co největší aktivní plochy vsakování.

6. Z Á V Ě Ř

Provedené hydrogeologické posouzení bylo zaměřeno na posouzení možnosti likvidace srážkové vody na parcele č. 467/14 a související p. č. v k. ú. Hlubočepy.

Vzhledem ke geologickým a hydrogeologickým poměrům na posuzované lokalitě je doporučeno řešit likvidaci srážkových vod vsakováním v podzemním vsakovacím objektu např. v drénu vyplněném štěrkem či sestaveném ze vsakovacích bloků. Při uvažované hodnotě propustnosti podloží a navržených rozměrech vsakovacích objektů byla výpočtově prokázána příznivá bilance pro funkčnost řešení.

Srážková voda akumulovaná v předsazené jímce může být dále výhodně využita pro závlahu pozemku, splachování WC atp. Pokud bude zachycená srážková voda dále kontinuálně využívána / recyklována, tak lze tuto akumulaci jímky adekvátně zmenšit na vhodný objem vypočtený projektantem.

Před samotnou realizací vsakovacího objektu je vhodné v místě jeho plánovaného umístění provést ověření geologického profilu (nejvhodněji výkopem) ideálně s následnou vsakovací zkouškou pro zpřesnění uvažovaného koeficientu vsaku. Dle výsledků vsakovací zkoušky lze provést korekci koeficientu vsaku a tím také velikosti a hloubky umístění vsakovacího objektu.

Provedení výše uvedených záměrů nedojde k ohrožení a ani znehodnocení vlastních či okolních pozemků.

Na základě uvedených skutečností je možno posudkem navrhovaná řešení doporučit k realizaci.

V Příbrami, duben 2023

Vypracoval: RNDr. Miloš Čeleda

Kontakt:

RNDr. Miloš Čeleda
Březohorská 253
Příbram 7
261 01
mobil: 739 31 22 82
e-mail: milosceleda@volny.cz



Příloha 1

Výpočet retence dle Pražských stavebních předpisů - likvidace srážkových vod

Vstupní hodnoty

odvodňované střechy	A (m ²)	1500
<i>odtokový součinitel</i>	φ	1
odvodňované zpevněné plochy	A (m ²)	0
<i>odtokový součinitel</i>	φ	1
Redukovaná plocha	A_{red} (m²)	1500

Výpočet retenčního objemu

Doba trvání srážky t _c	Intenzita deště	Povrchový odtok - objem srážek	Potřebný min. retenční objem
sekund	l / s / 1 ha	l / s	V _{vz} (m ³)
1800	153	10,0	41,31

Příloha 2

Výpočet retence dle ČSN 75 9010 - likvidace srážkových vod

Vstupní hodnoty

Návrh vsakovací plochy	A_{vsak} (m ²)	58
Koeficient vsaku	k_v (m/s)	4,00E-06
Součinitel bezpečnosti vsaku	f	1
Vsakový odtok	Q_{vsak} (l/s)	0,232
	Q_{vsak} (m ³ /s)	0,000232
odvodňované střechy	A (m ²)	1500
odtokový součinitel	ϕ	1
Odvodňované zpevněné plochy	A (m ²)	0
odtokový součinitel	ϕ	1
Redukovaná plocha	A_{red} (m²)	1500

Výpočet retenčního objemu

Doba trvání srážky t_c	Doba trvání srážky t_c	Měrná stanice Praha - Hostivař	Povrchový odtok - objem srážek	Vsakový odtok - vsáknutý objem	Retenční objem vsakovacího zařízení
(min)	(hod)	(mm), periodičita 0,2	V_d (m ³)	V_{vsak} (m ³)	V_{vz}
5		11,3	16,95	0,0696	16,88
10		16,5	24,75	0,1392	24,61
15		19,5	29,25	0,2088	29,04
20		21,1	31,65	0,2784	31,37
30		23,2	34,80	0,4176	34,38
40		24,7	37,05	0,5568	36,49
60	1	26,9	40,35	0,8352	39,51
120	2	30,6	45,90	1,6704	44,23
240	4	36,6	54,90	3,3408	51,56
360	6	42,5	63,75	5,0112	58,74
480	8	43,2	64,80	6,6816	58,12
600	10	43,8	65,70	8,352	57,35
720	12	44,5	66,75	10,0224	56,73
1080	18	46,4	69,60	15,0336	54,57
1440	24	46,9	70,35	20,0448	50,31
2880	48	58,9	88,35	40,0896	48,26
4320	72	62,5	93,75	60,1344	33,62

Stanovení doby prázdnění

Retenční objem - max. hodnota	V_{vz} (m ³)	58,74
Vsakový odtok	Q_{vsak} (m ³ /s)	0,000232
Doba prázdnění	T_{pr} (s)	253184
Doba prázdnění	T_{pr} (hod)	70,3