

Územní studie Nebušice – západ

Návrh – pracovní verze ke kontrole Zadavatelem 1.4.2022

PŘÍLOHA – PRINCIPY HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVÝMI VODAMI

Maximální odtok srážkových vod

Hranice povodí byla vymezena podle vrstevnicového plánu a komunikacemi Tuchoměřická a Do Horoměřic. Povodí bylo dále rozděleno na oblast s plánovou výstavbou a nezastavěnou oblast.

Nezastavěná oblast

Zájmové plochy v nezastavěné oblasti byly stanoveny na základě vrstevnicového plánu, aktuálních leteckých snímků a terénního průzkumu. Tyto plochy byly dále rozděleny dle typu na pole a remízky (byl jim přiřazen součinitel povrchového odtoku). Dále byly určeny uzávěrové profily a vytipovány místa pro umístění opatření HDV. V této části byly stanoveny 3 uzávěrové profily (UP21 – UP23)

Zastavěná oblast (navrhovaná uliční síť)

V oblasti s plánovanou zástavbou byl řešen odtok srážkových vod pouze ve veřejném prostranství (komunikace, parky, návěs apod.). Ze soukromých pozemků nesmí vznikat odtok do veřejného prostoru, srážkové vody musí být řešeny v rámci daných pozemků. Zájmové plochy ve veřejném prostoru byly stanoveny na základě vrstevnicového plánu (sklonitostních poměrů) a návrhu uliční sítě.

Jednotlivé plochy byly rozděleny dle typu uličního a byl jim přiřazen součinitel odtoku (vypočten na základě váženého průměru). nakonec byly určeny uzávěrové profily (UP1 – UP20) místa, kam voda dotéká.

Na takto připravených plochách byl pomocí racionální metody (R01) stanoven povrchový odtok. Při výpočtu maximálního povrchového odtoku byly zanedbány ztráty výparem a počáteční ztráty.

$$Q_{max} = q \cdot \psi \cdot A_{red} \quad (R01) \qquad A_{red} = \psi \cdot A \quad (R02)$$

- Q_{max} ... maximální odtok srážkových vod [l/s]
- q ... vydatnost deště uvažované periodicity [l/s/ha]
- ψ ... součinitel odtoku [-]
- A ... plocha [ha]
- A_{red} ... redukováná plocha [ha]

Součinitel povrchového odtoku byl stanoven dle ČSN 75 9010 dle typu a sklonu povrchu (viz tabulka níže). Na základě znalosti velikosti povodí a součinitele

Tab. 1: Součinitele odtoku srážkových povrchových vod (dle ČSN 75 9010)

Místo	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
Sřechy s propustnou horní vrstvou (vegetační sřechy)	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,4 až 0,7 ¹⁾	0,5 až 0,7 ¹⁾
Sřechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,7 až 0,9 ¹⁾	0,8 až 0,9 ¹⁾
Sřechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Sřechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se záhlavkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravněvacích tvární	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvární	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

1) Podle tloušťky propustné horní vrstvy (s rostoucí tloušťkou propustné horní vrstvy se součinitel odtoku srážkových povrchových vod snižuje až na uvedenou dolní mezní hodnotu).

Tab. 2: Doporučené návrhové četnosti při použití jednoduchých výpočetních metod (dle ČSN EN 752 (75 6110))

Místo	Četnosti návrhových dešťů	
	Četnost 1 × za „n“ roků	Pravděpodobnost překročení v roce
Venkovská území	1 × za 1	100 %
Obytná území	1 × za 2	50 %
Městská centra, území průmyslová a drobných provozů	1 × za 5	20 %
Podzemní dopravní zařízení a podjezdy	1 × za 10	10 %

Akumulační nádrže

V rámci HDV je doporučeno umístění akumulačních nádrží (AN) pro zálivku navrhované zeleně tak, aby byly předloženy před retenčně vsakovacími objekty (do vsakovacích objektů voda přetéká až po naplnění akumulačního objemu).

V rámci předběžného výpočtu vsakovacích ploch s objekty pro akumulaci nebylo uvažováno. Toto zanedbání je na straně bezpečnosti návrhu a je takto simulována nejméně příznivá situace, kdy jsou AN zcela zaplněny a přítok do AN odpovídá přítoku do retečně - vsakovacích objektů.

Jako zdroj srážkové vody pro plnění AN je možno uvažovat i se střechami objektů veřejné vybavenosti.

Retenčně vsakovací zařízení

Nejprve byla dle rovnice (R03) stanovena plocha vsakovacího zařízení A_{vsak} . Dále je potřeba určit (R04) vsakovaný odtok, který je závislý na vsakovací ploše a koeficientu vsaku.

$$A_{vsak} = L \cdot b' = L \cdot \left(\frac{h_{vz}}{2} + b \right) \quad (R03) \quad Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \quad (R04)$$

- L ... délka podzemního prostoru [m]
- b ... šířka podzemního prostoru [m]
- b' ... šířka vsakovací plochy podzemního prostoru [m]
- h_{vz} ... výška propustných stěn [m]
- A_{vsak} ... vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m²]
- f ... součinitel bezpečnosti vsaku [-]
- k_v ... koeficient vsaku [m/s]
- Q_{vsak} ... vsakovací odtok [m³]

Z důvodu vyšší rychlosti přítoku do vsakovacího zařízení, než je rychlost vsakovaného odtoku byl navržen dostatečně velký retenční objem V_{vz} (R05). Nakonec byla vypočtena doba prázdnění vsakovacího zařízení (R06), ta by neměla překročit 72 h.

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot \quad (R05) \quad T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}} \quad (R04)$$

- h_d ... návrhový úhm srážek dle TNV 75 9010 (příloha A) [mm]
- A_{red} ... redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy [m²]
- f ... součinitel bezpečnosti vsaku [-]
- k_v ... koeficient vsaku [m/s]
- A_{vsak} ... vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m²]
- t_c ... doba trvání srážky určité periodicity dle TNV 75 9010 (příloha A) [m²]
- V_{vz} ... návrhový retenční objem vsakovacího zařízení [m³]
- Q_{vsak} ... vsakovací odtok [m³]

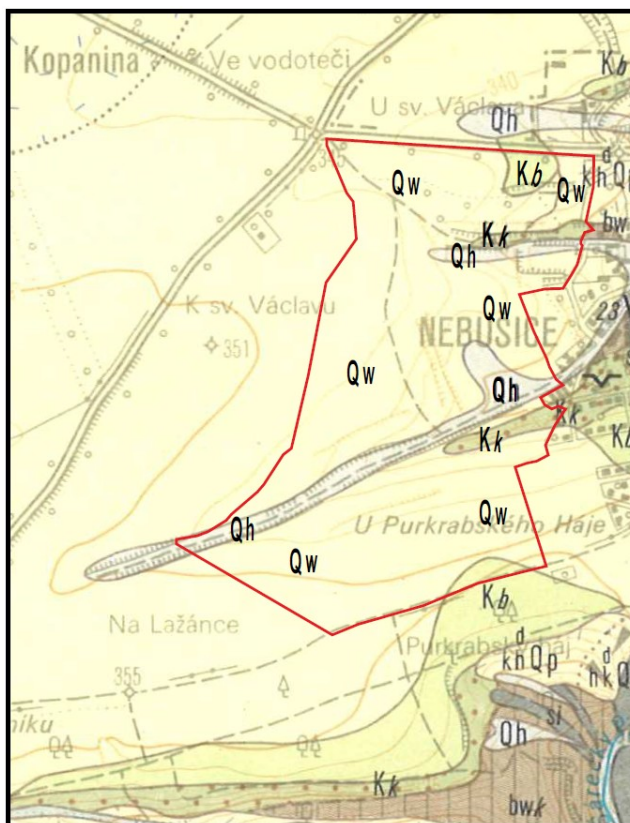
Tab. 3: Návrhová periodičita srážek pro dimenzování vsakovacích zařízení (dle ČSN 75 9010)

Riziko při přeplnění vsakovacího zařízení	Návrhová periodičita srážek p [rok ⁻¹]
Při přetečení vsakovacího zařízení je možný odtok srážkové vody ze vsakovacího zařízení do povrchu terénu nebo přepadovým potrubím mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení. Při zpětném vzduť v dešťové kanalizaci, která je zaústěna do vsakovacího zařízení, je možný odtok srážkové vody z kanalizace do povrchu terénu potrubím mimo budovy nebo podzemní dopravní zařízení. Prostory odvodněné do dešťové kanalizace nacházející se pod hladinou zpětného vzduť jsou proti vniknutí vzduť vody z dešťové kanalizace chráněny technickým opatřením podle ČSN EN 12056-4 A ČSN 75 6760.	0,2
Pokud není splněna některá z podmínek uvedených v předcházejícím řádku této tabulky, např. u vsakovacích zařízení, která slouží pouze pro odvodnění podzemních dopravních zařízení a/nebo vstupů do budov nacházejících se pod úrovní okolního terénu, a odvodňované prostory pod úrovní terénu nemohou být před vodou přetékající ze vsakovacího zařízení chráněny.	0,1
V případech, kdy je zpracován generel odvodnění nebo generel kanalizace zájmového území a obsahuje návrhovou periodičitu srážek.	Hodnota podle generelu
V souladu s hydraulickou spolehlivostí vybudované protipovodňové ochrany.	Individuálně stanovená hodnota
POZNÁMKA Zpětná vzduť v dešťové kanalizaci zaústěná do vsakovacího zařízení vznikne při naplnění vsakovacího zařízení na větší objem, než je vypočtený retenční objem. Hladinou zpětného vzduť je úroveň terénu v místě, kde může srážková voda ze vsakovacího a/nebo připojené dešťové	

V rámci systému HDV je uvažováno s budoucím kaskádovým propojením bezpečnostních přelivů a postupným řetěžením opatření HDV. Z tohoto důvodu byla uvažována návrhová periodičita srážek $p = 0,2$.

Koeficient vsaku byl určen na základě hydrogeologické rešerše „Hydrogeologická studie se zaměřením na posouzení infiltračních poměrů západního okraje Nebušic“ vypracované RNDr. Davidem Štorkem v červenci 2021. Celkově lze závěrem tohoto předběžného hydrogeologického zhodnocení infiltračních poměrů oblasti západních Nebušic konstatovat, že se jedná o území převážně jen podmíněčně vhodné pro koncentrované zasakování srážkových vod.

Pro většinu území je $k_v = 5 \cdot 10^{-7}$ m/s (oblast Q_w), lepší vsakovací podmínky se nachází v oblasti údolnic $k_v = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s (oblast Q_h , K_k) viz obrázek níže.



Obr. 1: geologická mapa zakrytá (včetně kvartérního pokryvu)

Návrhová opatření

V této kapitole jsou popsána možná opatření k jednotlivým povodím. Popis opatření odpovídá podrobnosti studie.

Nezastavěná oblast

I po dokončení výstavby v zájmové ploše je nutno počítat s nátoky z okolních nezastavěných zemědělských pozemků. Nejen s ohledem na minimalizaci povrchového odtoku (a přítoků do níže položených ploch v nové zástavbě) ale i redukcí rizika odnosu ornice je doporučeno upravit způsob hospodaření (výběr plodin, směr orby atd.) a doplnit plochy remízů.

Před nátokem do zastavěné oblasti je potřeba povrchový odtok z výše položených pozemků regulovat. Z tohoto důvodu je navrženo umístění otevřených suchých retenčních dešťových nádrží (poldrů), které budou mít na odtoku regulační prvek omezující velikost průtoku do povodí níže (max. 3 l/s/ha, resp. 0,5 l/s). V povodí byla vytipována celkem 4 místa pro umístění poldrů. Plochy a objemy jednotlivých poldrů jsou uvedeny v tabulce níže.

Pro návrh bylo uvažováno průměrná hloubka objektu 0,5 m.

Tab. 4: Výpočet poldru

HDV objekt	MAX povolený odtok	Povolený odtok	Koeficient vsaku	Vsakovací plocha	Vsakované množství	Navržený retenční objem		Doba prázdnění (pouze vsakem)
	$Q_{0\max}$	Q_0	k_v	A_{vsak}	Q_{vsak}	V_n		T_{pr}
	l/s	l/s	m.s ⁻¹	m ²	l/s	m ³		h
P1	118,69	100	2,00E-06	10000,00	10,0000	5000,00	ok	61,3
P2	75,11	60	2,00E-06	6000,00	6,0000	3000,00	ok	64,3
P3	67,40	50	2,00E-06	5000,00	5,0000	2500,00	ok	71,2
P4	12,53	10	2,00E-06	1000,00	1,0000	500,00	ok	61,2

Zastavěná oblast (navrhovaná uliční síť)

V navrhovaném uličním prostoru zůstává vyčleněn prostor zeleného pásu, kde budou navrženy vsakovací průlehy. Z důvodu velkého podélného sklonu komunikací předpokládáme návrh „kaskády“ průleहů (rozděleno hrázkami).

Níže je v tabulce uveden výpočet vsaku. Doba prázdnění (max. 72 h) je nevyhovující u profilu UP9, nicméně zde je navržen přetok do níže položeného profilu UP18, kde je retenčně vsakovací schopnost již lepší.

U uzávěrového profilu UP4, UP5, UP6, UP9 a UP10 doporučujeme zvýšení vsakovací plochy o cca 20 %. U uzávěrových profilů UP15, UP16 a UP17 je doporučeno navýšení vsakovací plochy o 40–60 %. Tímto zvětšením může být například ploch pod parkovacími stáními či samotné výsadbové jámy/pásky stromů. Každý objekt HDV v kaskádě bude mít bezpečnostní přeliv, kterým bude v případě extrémní intenzity srážek odváděna voda níže do povodí až do hlavního uzávěrového profilu v ul. Sichrovského, kde bude systém vyústěn do stávajícího odvodňovacího systému.

Tab. 5: Výpočet vsakovacích objektů

Uzávěrový profil	Reduk. plocha	Povolený odtok	Koeficient vsaku	Vsakovací plocha	Vsakované množství	Potřebný retenční objem	Doba prázdnění
	A_{red}	Q_0	k_v	A_{vsak}	Q_{vsak}	V_n	T_{pr}
	m ²	l/s	m.s ⁻¹	m ²	l/s	m ³	h
UP1	939,19	0,5	5,00E-07	1314,22	0,3286	22,77	19,25
UP2	550,98	0,5	5,00E-07	1396,53	0,3491	11,76	9,36
UP3	2547,16	1	5,00E-07	1662,49	0,4156	77,68	51,91
UP4	1827,39	1	5,00E-07	1020,19	0,2550	50,55	55,06
UP5	1190,37	0,6	5,00E-07	631,35	0,1578	34,22	60,23
UP6 viz UP7							
UP7	1587,24	0,5	5,00E-07	1201,67	0,3004	50,17	46,39
UP8	1762,93	0,8	5,00E-07	1004,27	0,2511	52,22	57,78
UP9	1257,07	0,7	5,00E-07	502,53	0,1256	35,59	78,69
UP10	645,18	0,5	5,00E-07	266,72	0,0667	15,66	65,25
UP11	1802,77	0,8	5,00E-07	1083,47	0,2709	53,49	54,85
UP12	3124,36	2	5,00E-07	3060,45	0,7651	75,70	27,48
UP13	4674,25	2,4	1,00E-06	1995,75	0,9979	125,26	34,87
UP14	1334,64	0,7	5,00E-07	762,46	0,1906	37,48	54,63
UP15	301,35	0,5	5,00E-07	166,10	0,0415	6,16	41,18
UP16	733,99	0,5	5,00E-07	354,00	0,0885	18,48	58,01
UP17	862,78	0,5	5,00E-07	451,00	0,1127	23,43	57,73
UP18	4085,68	1,9	1,00E-06	1322,71	0,6614	118,32	49,69
UP19	1182,02	0,7	1,00E-06	1218,48	0,6092	27,08	12,35
UP20	1084,35	0,5	1,00E-06	296,46	0,1482	32,08	60,12
UP21	143,46	0,5	5,00E-07	47,11	0,0118	2,41	56,90

Závěr

Rámcový návrh HDV uvažuje s takovými opatřeními, aby bylo zajištěno efektivní hospodaření se srážkovou vodou, tedy přednostně její využívání (viz akumulace srážkových vod), přirozená zálivka zeleně (stromů) spádováním zpevněných ploch k výsadbovým jamám, zeleným pásům, rabátkům atd. a následná retence a postupné vsakování v místě dopadu a dotování hladiny podzemní vody. Vzhledem k méně příznivým až nepříznivým podmínkám pro vsakování je nutno počítat s dostatečně velkými vsakovacími plochami a bezpečnostními přelivy pro intenzivnější srážky. Aplikace prvků MZI - modrozelené infrastruktury (využití stromů a další zelené infrastruktury do systému odvodnění) bude mít příznivé dopady na utváření mikroklima (jedno z opatření adaptace na změnu klimatu), bude přinášet další řadu benefitů ekosystémových služeb (z hlediska HDV především vliv smáčení v korunách stromů, odběru vsakované vody kořenovými systémy a nezanedbatelný výpar). Návrhem vhodné zeleně je tedy možné významným způsobem odlehčit systému retenčně vsakovacích objektů.

Navrženými opatřeními bude sníženo riziko špatného prospívání vegetace v období sucha, zároveň bude oproti stávajícímu stavu snížen špičkový povrchový odtok ze zájmového území. Předpokládáme, že nebude docházet k žádnému povrchovému odtoku z pozemků určených k zástavbě (lokální opatření HDV bez možnosti napojení bezpečnostních přelivů do uličního prostoru). V rámci jednotlivých pozemků je tedy nutno uvažovat s dostatečně velkou vsakovací plochou pro střechy a veškeré další zpevněné plochy na nich (ideálně s předsazenými akumulacemi pro využití srážkové vody na splachování, zálivku či případně na praní atd.) Na 1 m² střech/zpevněné plochy bude potřeba cca 1 – 1,2 m vsakovací plochy, aby se voda vsákla do 2 dnů (48 h, návrhový déšť $p = 0,1$).

Dále se předpokládá, že realizací opatření HDV/MZI v uličních prostorách dojde v retenčně vsakovacích objektech ke snížení a zpoždění (pro intenzity do velikosti návrhového deště k úplnému přerušení) odtoku z povodí. V kombinaci s navrhovanými poldry pro retenci a vsakování srážkových vod z pozemků nad plánovanou zástavbou dojde k celkovému významnému snížení nátoků do stávajícího odvodňovacího systému v ul. Sichrovského a tím i do Nebušického potoka.

Toto platí samozřejmě i pro extrémní intenzity srážek, kdy bude postupně vyčerpávána kapacita jednotlivých navrhovaných objektů a budou se dostávat do funkce bezpečnostní přelivy vyústěné až do uzávěrového profilu v ul. Sichrovského.