

Zpracovali

Ing. Karolína Petruželová

Projektant GEOtest, a.s.

Ing. Adam Vypel

Projektant GEOtest, a.s.

Ing. Anna Janošíková

Projektant GEOtest, a.s.

Ing. Lenka Vavrušková

Projektant GEOtest, a.s.

Mgr. Lucie Hasíková

GIS specialista GEOtest, a.s.

Ing. Radim Musil

Hydrogeolog GEOtest, a.s.

Mgr. Jan Oprchal

Odpovědný řešitel GEOtest, a.s.

Více na:

lifecoala.cz



OBJEDNATEL

Město Havířov, Svornosti 86/2,
Havířov-Město, 736 01 Havířov

ZHOTOVITEL

GEOtest, a.s., Šmahova 1244/112,
627 00 Brno, Slatina

AUTOŘI

Ing. Karolína Petruželová

Ing. Adam Vyplél

Ing. Anna Janošíková

Ing. Lenka Vavrušková

Mgr. Lucie Hasíková

Ing. Radim Musil

Mgr. Jan Oprchal

DATUM

30. 11. 2023



zlepšeme
klimatickou odolnost
kraje



Projekt LIFE COALA je
spolufinancován z prostředků EU
prostřednictvím programu LIFE

GEOtest

Více na:



lifecoala.cz

OBSAH

ZPRACOVALI	1
OBJEDNATEL	2
ZHOTOVITEL	2
AUTOŘI	2
OBSAH	3
ABSTRAKT	6
ABSTRACT	7
ÚVOD	8
1. ANALYTICKÁ ČÁST	10
1.1. Zhodnocení hospodaření s atmosférickými srážkami na území města Havířova	10
1.1.1. Zmapování systému a funkčnosti odvádění srážkových vod	10
1.1.2. Rozbor a vyhodnocení současného stavu odvádění dešťových vod	10
1.2. Údaje o množství vody, jeho rozložení a intenzitě během roku	10
1.3. Údaje o množství zasakované vody, odvedení do dešťové kanalizace a do toku	12
1.4. Hydrogeologická rešerše	15
1.4.1. Geologické poměry	15
1.4.2. Hydrologické poměry	18
1.4.3. Hydrogeologické poměry	19
1.4.4. Ochranná pásma vodních zdrojů	20
1.4.5. Chráněná území, ochrana přírody	21
1.5. Problematika hospodaření s dešťovou vodou (HDV)	23
1.6. Posouzení zasakovacích poměrů na území města Havířov	25
1.7. Posouzení zasakovacích poměrů vybraných lokalit ve městě	26
1.7.1. Ulice Selská – pod restaurací Nelli	27
1.7.2. Ulice Mezidolí	30
1.7.3. Zahrádkářská osada poblíž ulice Na Důlnáku	34
1.7.4. Ulice U Mlýnku	37
1.7.5. Ulice Na Pěšině	39
1.7.6. Ulice Josefa Kotase	40
1.7.7. Park Stromovka – pod Technickými službami	41
1.7.8. Ulice Hálkova	42
1.7.9. Ulice Farská a Frýdecká	45
1.7.10. Ulice Přátelství a Na Dolanech	48
1.7.11. Ulice Obvodová	52
1.7.12. Pod ulicí Orlovská – zahrádkářská osada Dolnosušský potok	53
1.7.13. Šumberský potok	54
1.7.14. Šumberský potok při sportovním areálu	56

1.7.15.	Okolí supermarketu Tesco	57
1.7.16.	Garážoviště na ulici Školní a pod ulicí Lidická	60
1.7.17.	Ulice Moravská	65
2.	NÁVRHOVÁ ČÁST	70
2.1.	Vsakovací objekty	72
2.1.1.	Vsakovací zatravněný průleh	74
2.1.2.	Průleh osázený – dešťová zahrada	74
2.1.3.	Odpojení střešních svodů od kanalizace na terén	76
2.1.4.	Povrchový žlábek	79
2.1.5.	Průleh osázený s kolmými stěnami	80
2.1.6.	Vsakovací průleh s retenční rýhou	80
2.1.7.	Vsakovací průleh s retenční rýhou a regulací odtoku	80
2.1.8.	Svody do průlehu	81
2.2.	Propustné zpevněné povrchy	83
2.2.1.	Propustný asfalt a beton	83
2.2.2.	Štěrkový trávník a zatravněovací tvárnice	83
2.2.3.	Kamenný koberec	84
2.2.4.	Dlažba s širokými spárami	84
2.2.5.	Zasakovací rošty	84
2.3.	Propustné nezpevněné povrchy	87
2.3.1.	Zatravnění	87
2.3.2.	Mlatové a štěrkové povrchy	87
2.4.	Plochy zeleně	90
2.4.1.	Travní plochy	90
2.4.2.	Květinové záhony	90
2.4.3.	Stromy	91
2.5.	Vegetační střechy	93
2.5.1.	Zelené vegetační střechy	94
2.5.2.	Extenzivní vegetační střechy	95
2.5.3.	Polointenzivní zelené střechy	95
2.5.4.	Intenzivní vegetační střechy, střešní zahrady	96
2.5.5.	Modrozelené střechy	96
2.6.	Vertikální vegetace	97
2.6.1.	Vegetační stěny	98
2.6.2.	Vertikální záhony	99
2.7.	Akumulace a zpětné využívání dešťové vody	100
2.7.1.	Zálivka vegetace	101
2.7.2.	Zpětné použití v rámci budov	101
2.7.3.	Akumulační nádrže	102
2.7.4.	Plastové nádrže	102
2.7.5.	Betonové nádrže	102
2.8.	Vodní prvky	104

2.9. Retenční objekty	105
2.9.1. Suchá retenční dešťová nádrž	105
2.9.2. Retenční dešťová nádrž se stálou hladinou	107
2.9.3. Podzemní retenční dešťová nádrž	108
2.9.4. Umělý mokřad	109
2.10. Přehrážky na vodotečích	110
2.11. Návrhy managementových opatření	110
3. LEGISLATIVNÍ RÁMEC PRO OBLAST HDV	111
SEZNAM ODBORNÉ LITERATURY A DOKUMENTŮ	112
SEZNAM GRAFŮ	114
SEZNAM TABULEK	114
SEZNAM OBRÁZKŮ	114
SEZNAM ZKRATEK	118
PŘÍLOHY	119

Abstrakt

Dokument pojednává o koncepci hospodaření se srážkovou vodou ve městě Havířově.

Analytická část zhodnocuje hospodaření s atmosférickými srážkami na území města. Zaměřuje se na zmapování systému a funkčnosti odvádění srážkových vod. Statutární město Havířov se rozkládá na ploše 6 katastrálních území. Dešťová kanalizace je však systematicky vybudovaná pouze v Bludovicích, Šumbarku a v menší míře v části Havířov-město.

Rozsáhlé plochy zastavěného území nyní odvádí srážkové vody pouze jednotnou stokovou sítí a přetěžují v období přívalových srážek havířovskou čistírnu odpadních vod. V oblastech nacházejících se v blízkosti vodotečí, v terénních zářezech a údolnicích se nenachází systémové odvodnění typu svodných žlabů, retenčních nádrží či jiného funkčního systému hospodaření se srážkovými vodami.

Svažité terénní konfigurace a nepříznivá geologická skladba na většině území města brání účinnému povrchovému zasakování. Srážky velmi záhy přechází v koncentrovaný odtok a způsobují škody. Rozsáhlé plochy jsou tak ohrožené bleskovými povodněmi. Dochází k narušení vodního režimu, aktivaci svahových sesuvů a nestabilitě území. Rychlým odvodněním se také zvyšuje riziko sucha. Negativní jevy umocňuje rychlý rozvoj okrajových částí města, ve kterých není systémově vyřešeno hospodaření se srážkovými vodami.

Návrhová část studie vychází z analytické části. Byl proveden hydrogeologický průzkum a navrženo pro něj optimální hospodaření se srážkovými vodami a popsána vhodná typová návrhová opatření. Obecná koncepce pro hospodaření s těmito vodami je doplněna o konkrétní návrhy pro vybrané lokality, zmapované v rámci provedeného terénního průzkumu.

Bude-li realizováno dostatečně velké množství navržených dílčích opatření, počínaje velmi levnými managementovými opatřeními, bude dosaženo efektivního zpomalení, zadržení a zpětného využití srážkové vody. Město Havířov se tak stane odolnějším ke klimatickým změnám a bude následovat aktuální směřování v oblasti efektivního nakládání s těmito vodami.

Abstract

The document addresses the concept of rainwater management in the city of Havířov.

The analytical section evaluates the handling of atmospheric precipitation within the city's territory, focusing on mapping the system and functionality of rainwater drainage. The statutory city of Havířov spans over 6 cadastral areas. However, stormwater drainage is systematically established only in Bludovice, Šumbark, and to a lesser extent in the Havířov-město district.

Extensive areas of developed land currently channel rainwater through a single sewer network, overloading the Havířov wastewater treatment plant during heavy rainfall periods. Areas near watercourses, terrain depressions, and valleys lack a systematic drainage system, such as drainage channels, retention basins, or other functional rainwater management systems.

The sloping terrain configuration and unfavorable geological composition across most of the city hinder effective surface infiltration. Rainfall quickly turns into concentrated runoff, causing damage and putting extensive areas at risk of flash floods. This disrupts the water regime, triggers slope movements, and creates instability in the area. Rapid drainage also increases the risk of drought. The negative effects are exacerbated by the rapid development of the city's peripheral areas, where rainwater management is not systematically addressed.

The proposed section of the study builds upon the analytical part. A hydrogeological survey was conducted, and optimal rainwater management was proposed, accompanied by suitable conceptual design measures. The general concept for managing these waters is complemented by specific proposals for selected locations mapped during the field survey.

Implementing a sufficiently large number of proposed measures, starting with cost-effective management measures, will achieve effective slowing, retention, and reuse of rainwater. Consequently, the city of Havířov will become more resilient to climate change and will align with current trends in efficient rainwater management.

Úvod

V urbanizovaných oblastech je výrazným znakem vysoký podíl nepropustných ploch, mezi něž patří především komunikace a střechy budov. Toto má negativní vliv na koloběh vody v městských aglomeracích. Havířov, stejně jako mnoho dalších měst, se potýká s problémy při odtoku srážkové vody a nemá dostatečně efektivně řešeno jejich zadržování, zasakování či zpětné využití.

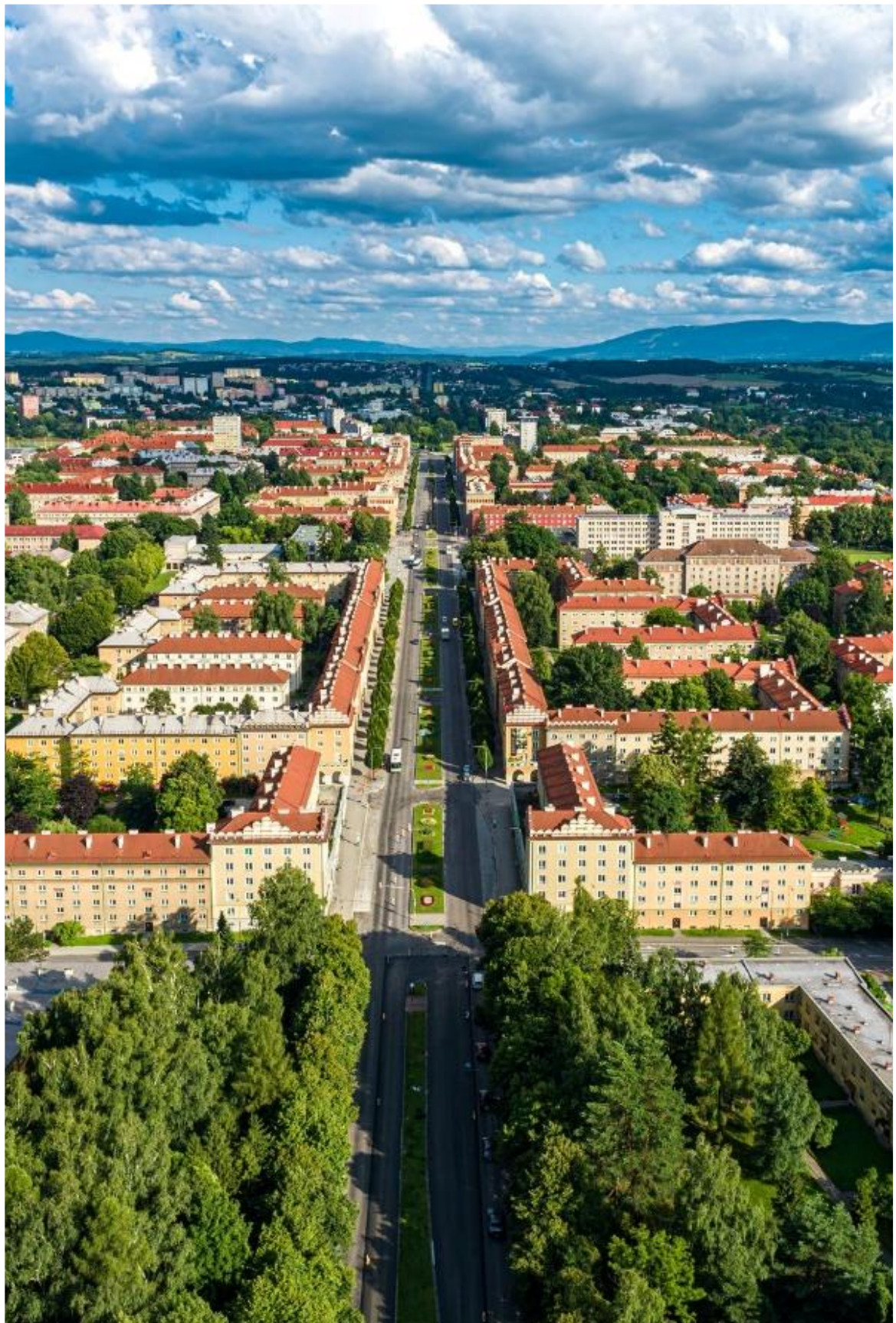
V důsledku vysokého podílu nepropustných ploch v urbanizovaných oblastech dochází ke značné změně jednotlivých složek lokálního koloběhu vody [1]. V přirozeném prostředí krajiny se asi 40 % srážkové vody vypaří zpět do atmosféry, 50 % se vsákne do podloží a pouze 10 % odeče po povrchu. Na rozdíl od toho v urbanizovaných oblastech pouze 15 % srážkové vody pronikne do podloží, zatímco 55 % odeče po povrchu a kolem 30 % se vypaří. Čím více jsou v městě zpevněné plochy, tím větší je povrchový odtok srážkové vody, což může vést k lokálním povodním a dalším negativním dopadům na městskou infrastrukturu [2].

Klasický způsob odvodnění městského prostoru nazýváme konvenční (centrální) systém, který vnímá srážkovou vodu dopadající na zpevněné plochy jako problém, a proto ji odvádí nejkratší cestou kanalizačním systémem ven z města. První stokové systémy začaly vznikat již v 19. století z důvodu rychle se rozvíjející urbanizace. Účelem jejich budování byla vedle zajištění hygieny také ochrana obyvatelstva a objektů před lokálními povodněmi.

Většina měst, včetně Havířova, má již dnes zavedený oddílný systém odvodnění. I zde však nalezneme úseky s vedenou jednotnou kanalizací, což znamená, že jedním potrubím jsou odváděny všechny druhy odpadních vod čili splaškové i dešťové vody dohromady. Dešťový příval se sice vyskytuje jen občas, řádově však převyšuje průtoky ostatních druhů odpadních vod. Na jednotné stokové síti se budují odlehčovací komory, které při vzrůstajícím průtoku vlivem deště odvádí přepadem část odpadních vod do odlehčovací stoky zaústěné přímo do přilehlého vodního toku nebo do retenčních nádrží, osazených na odlehčovacích stokách mezi kanalizací a vodním tokem kvůli snížení negativních dopadů na vodoteče znečištěním a jejich nárazovým hydraulickým zatížením. Nevýhodou retenčních nádrží jsou vysoké investiční a provozní náklady, i nedostatek volných ploch a či drahý výkup pozemků.

Současný rychlý rozvoj okrajových částí města Havířov přináší nárůst množství nepropustných ploch a vede k vysoké produkci odpadních vod. Pro takové množství odpadní vody není však technicky možné postavit dostatečně kapacitní kanalizaci, retenční nádrže nebo koryta vodních toků, a zajistit tak bezpečný odtok dešťové vody. Východiskem pro snížení negativních důsledků v současnosti převládajícího způsobu centrálního odvádění srážkových vod je přechod k tzv. decentrálnímu systému odvodnění.

Koncepce decentralizovaného odvodňování je založena na konceptu hospodaření s dešťovými vodami (HDV). Termín hospodaření naznačuje, že tato metoda přistupuje k vodě jako k cennému zdroji, a nikoli jako k problému nebo hrozbě. HDV se snaží využít dešťovou vodu smysluplně a hospodárně, s ohledem na měnící se podmínky. Tato koncepce přináší mnoho pozitivních efektů, jako je podpora vsakování, evapotranspirace a také zpětné využití zadržených srážkových vod k provozu budov či efektivních závlahových systémů [3].



1. Analytická část

1.1. Zhodnocení hospodaření s atmosférickými srážkami na území města Havířova

1.1.1. Zmapování systému a funkčnosti odvádění srážkových vod

Zjištění údajů o systému odvádění dešťových vod vychází z poskytnutých podkladů Pasportu kanalizací města Havířova. V území statutárního města Havířova se nachází 6 katastrálních území, z nichž dvě mají částečně vybudovanou dešťovou kanalizaci, a to Bludovice, Šumbark a ve velmi malé míře i samotné Havířov-město. Zbývající katastrální území Dolní Datyně, Dolní Suchá a Prostřední Suchá dešťovou kanalizaci vybudovanou nemají.

Údaje o dimenzích a kapacitě dešťové kanalizace nebyly z pasportu zjištěny, posouzení funkčnosti systému tedy nemohlo být provedeno. Vzhledem k tomu, že výrazné závady na systému dešťové kanalizace nebyly během letitého provozu zjištěny, předpokládáme dostatečnou kapacitu stávající dešťové kanalizace.

1.1.2. Rozbor a vyhodnocení současného stavu odvádění dešťových vod

Generel odvodnění města Havířova dosud nebyl zpracován. Podle terénního průzkumu z února 2022 nedochází v odkanalizovaných oblastech k větším problémům. Problematické jsou ovšem oblasti, které jsou v těsné blízkosti vodního toku, jsou v terénním zářezu, nebo v hlubším údolí. Tyto oblasti zpravidla nedisponují žádným systémovým odvodněním, například dešťovou kanalizací, retenčními nádržemi apod. Veškerá voda ze srážek tedy nekontrolovaně ústí přímo do toku. Povrchový stok srážkových vod vlivem terénní konfigurace přechází v koncentrovaný odtok a způsobuje škody.

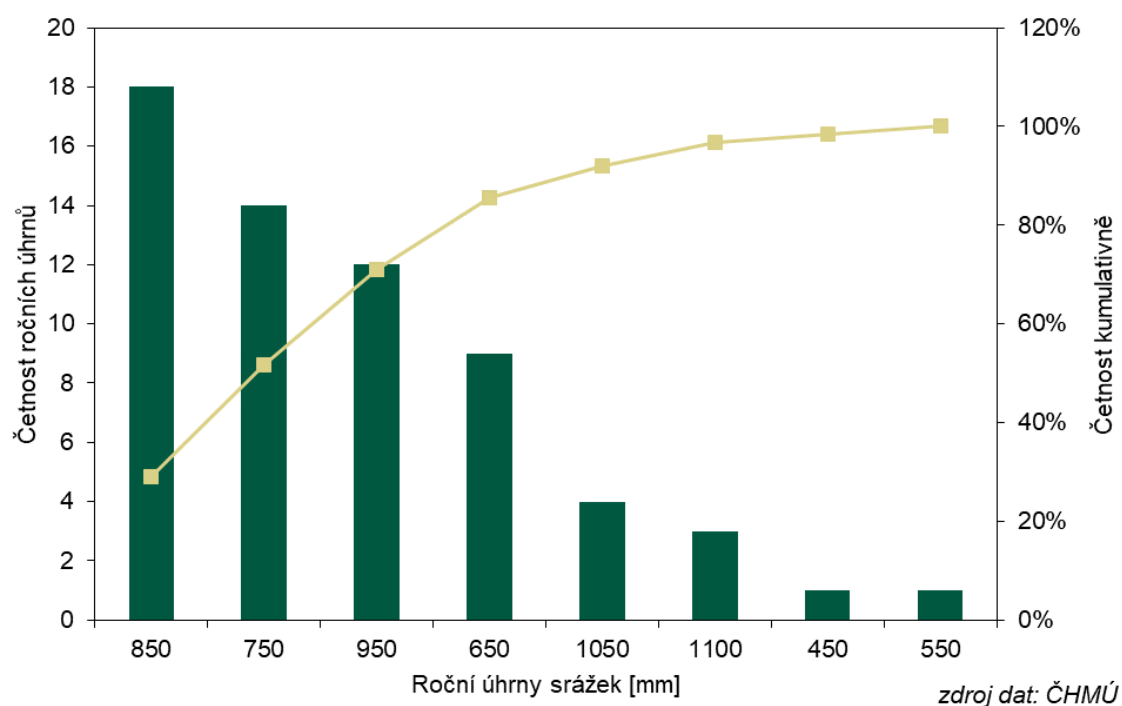
1.2. Údaje o množství vody, jeho rozložení a intenzitě během roku

Pro určení množství srážkových vod na území statutárního města Havířova byla použita dostupná data ČHMÚ ze srážkoměrné stanice Havířov – Bludovice. Naměřené roční úhrny srážek z let 1961-2022 byly statisticky zpracovány a zjištěn nejčastější roční úhrn za dané časové období. Tento roční srážkový úhrn činí 850 mm. Jednotlivé četnosti úhrnů a kumulativní četnost je v *Grafu 1-1*.

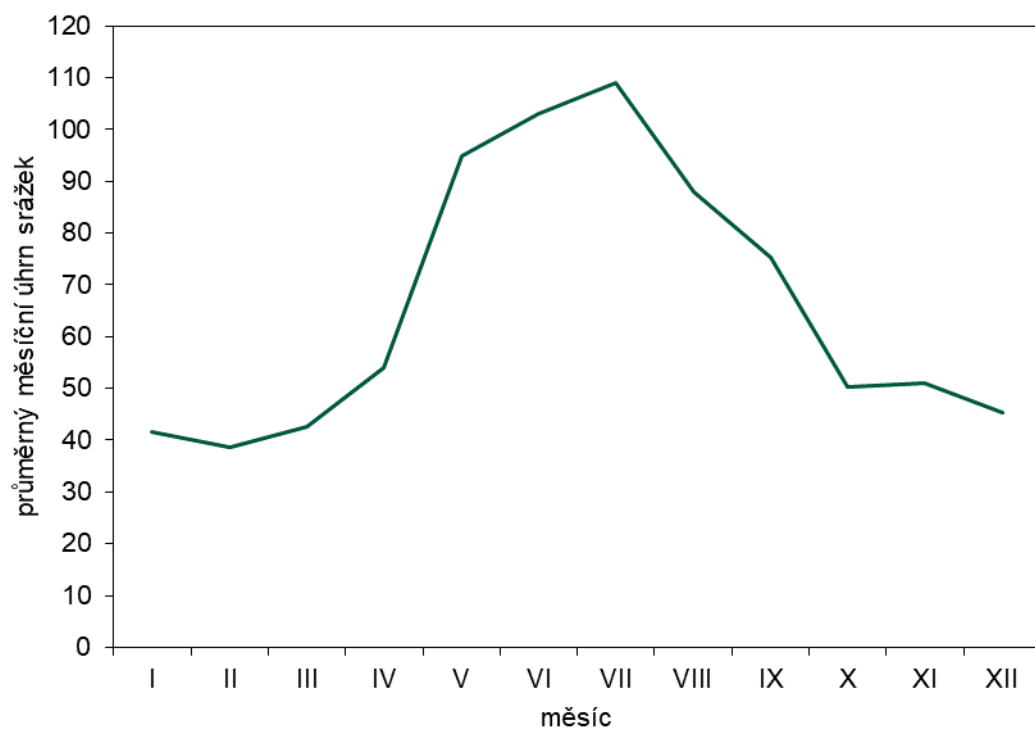
Podobně byla data vyhodnocena z hlediska rozložení během roku, kde byly zjištěny průměrné měsíční úhrny srážek, viz *Graf 1-2*. Nejvíce srážek spadne od května do října s maximem v červenci.

Statistika intenzit deště v průběhu roku orientačně představují data intenzit krátkodobých dešťů podle Trupla, kde jsou stanoveny úhrny dešťů s dobou opakování 0,2 až 25 let. Z tabelárních hodnot byl vybrán rozsah dešťů, jejichž doba opakování je menší než 1 rok. Tyto hodnoty jsou různé pro různé doby trvání deště. Například pro patnáctiminutový dešť, který je zpravidla používán pro návrh stokových sítí, jsou hodnoty vyneseny v *Grafu 1-3*. Intenzita patnáctiminutového deště je tím větší, čím klesá jeho doba opakování. Periodicita pak v tomto případě představuje počet opakování deště v jednom roce.

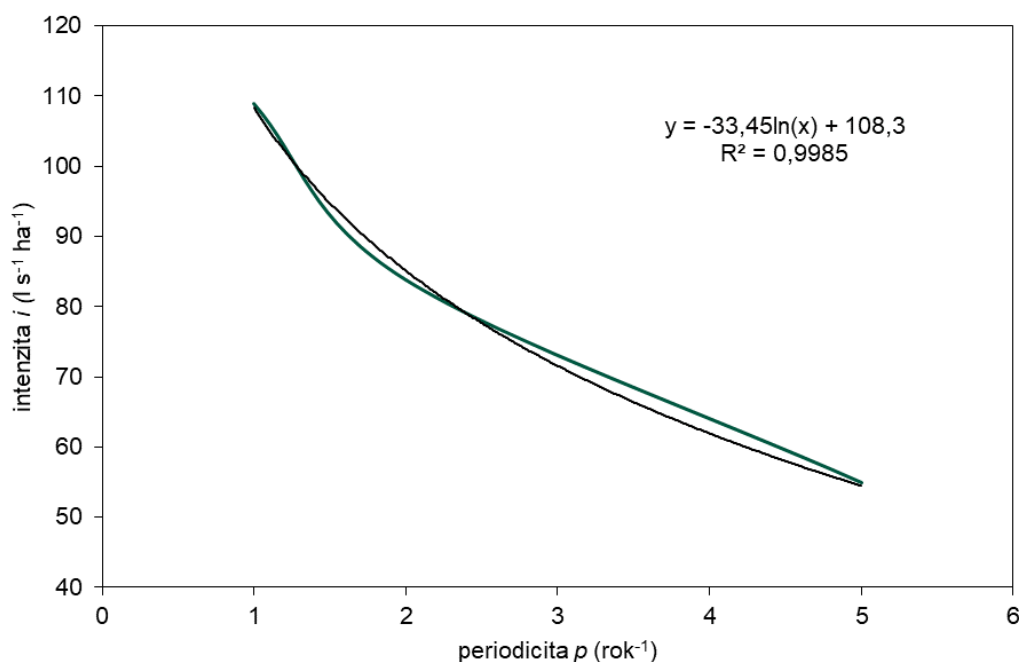
Graf 0-1 Histogram srážkových úhrnů na stanici Havířov – Bludovice v období 1961-2022 [4]



Graf 1-2 Průměrné měsíční úhrny srážek na stanici Havířov – Bludovice v období 1961-2022 [4]



Graf 1-3 Křivka překročení pro patnáctiminutový déšť [5]



1.3. Údaje o množství zasakované vody, odvedení do dešťové kanalizace a do toku

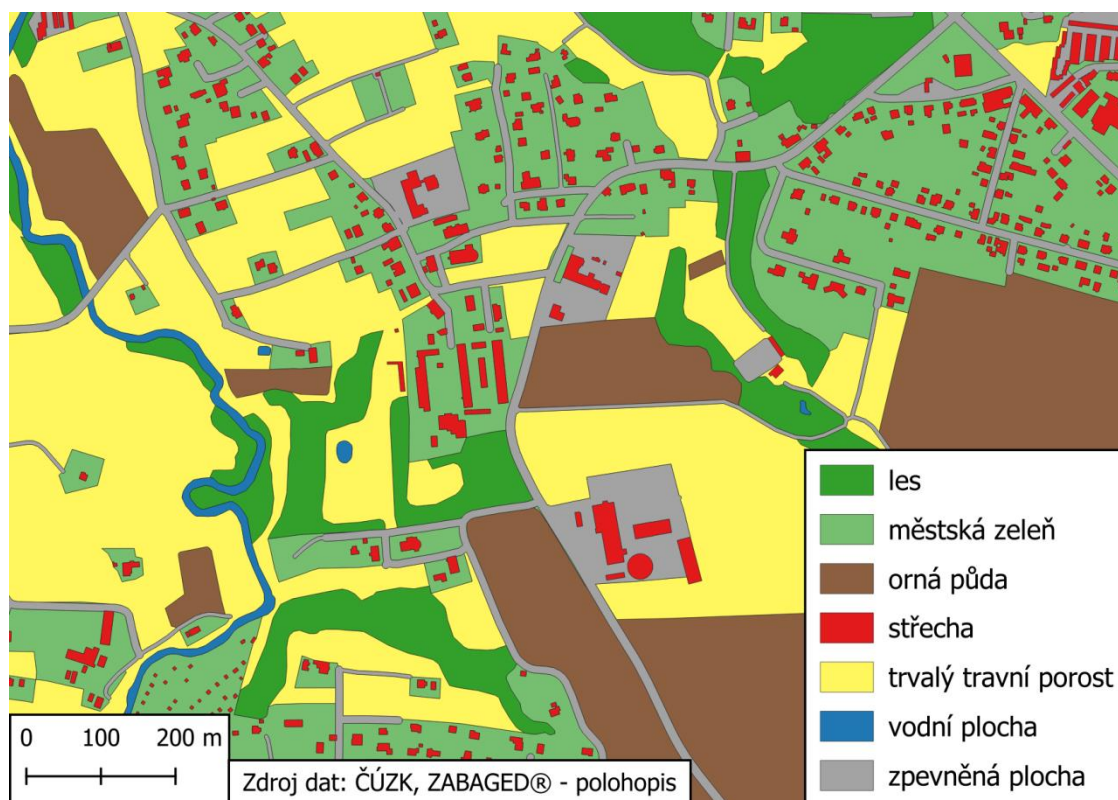
Pro orientační zhodnocení hospodaření se srážkovou vodou vycházíme z předpokladu návrhu odvodnění území dle těchto norem:

- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod,
- ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky,
- TNV 759011 Hospodaření se srážkovými vodami.

Ve výpočtech podle těchto norem je řada omezení z hlediska rozsahu plochy, na které se zařízení pro hospodaření se srážkovými vodami nebo dešťová kanalizace navrhuje, ale pro představu o charakteru území tyto postupy postačují.

Pro klasifikaci krajinného pokryvu byly použity vektorové vrstvy ZABAGED, které byly rozděleny do 8 kategorií dle drsnosti povrchu způsobující zpomalení odtoku a dle schopnosti dané kategorie srážky zasáknout do horninového prostředí. Pro účely této studie odlišujeme tyto kategorie:

Lesy, městská zeleň, orná půda, objekty železnice, střechy, trvalé travní porosty, vodní plochy, a zpevněné plochy.



Obrázek 1-1 Ukázka kategorizace povrchu

Vrstvy kategorií krajinného pokryvu byly nakonec rozděleny podle šesti katastrálních území Havířova a pro každé z nich byla spočítána rozloha každé kategorie a její procentuální podíl na celé ploše katastru (Obrázek 1-1). Následně k těmto plochám byl přiřazen součinitel odtoku ψ , který nabývá hodnoty od 0,0 do 1,0. Čím je větší hodnota ψ , tím větší je odtok z dané plochy území. Hodnota ψ závisí na typu pokryvu plochy. Nepropustné povrchy jako například střechy a komunikace mají koeficient odtoku blížíící se k 1,0. Přiřazené koeficienty a jejich celkové hodnoty v jednotlivých katastrálních územích jsou v Tabulce 1-1. Celkové údaje jsou váženým průměrem dílčích hodnot koeficientů odtoku.

Tabulka 1-1 Typy pokryvu území a součinitelé odtoku

Městská část a kategorie	lesy	městské plochy se zelení	orná půda	ostatní plochy bez zeleně	budovy	trvalé travní porosty	vodní plochy	zpevněné plochy	celkem
Bludovice									
rozloha (ha)	170	379	73	0	50	161	2	101	935
zastoupení třídy (%)	18,2	40,5	7,8	0,0	5,3	17,2	0,2	10,7	
součinitel odtoku ψ	0,10	0,15	0,15	0,70	0,90	0,15	0,00	0,90	0,26
Dolní Datyně									
rozloha (ha)	29	46	27	0	5	93	0	16	217
zastoupení třídy (%)	13,5	21,3	12,5	0,0	2,2	42,8	0,1	7,5	
součinitel odtoku ψ	0,10	0,15	0,15	0,70	0,90	0,15	0,00	0,90	0,22
Dolní Suchá									
rozloha (ha)	92	84	143	8	10	41	26	33	437
zastoupení třídy (%)	21,1	19,2	32,7	1,7	2,3	9,4	5,9	7,6	
součinitel odtoku ψ	0,10	0,15	0,15	0,70	0,90	0,15	0,00	0,90	0,21
Havířov-město									
rozloha (ha)	102	233	38	10	52	83	7	116	643
zastoupení třídy (%)	15,9	36,3	6,0	1,5	8,1	12,9	1,1	18,1	
součinitel odtoku ψ	0,10	0,15	0,15	0,70	0,90	0,15	0,00	0,90	0,35
Prostřední Suchá									
rozloha (ha)	131	168	109	8	30	70	9	71	596
zastoupení třídy (%)	22,0	28,2	18,2	1,4	5,0	11,8	1,5	11,9	
součinitel odtoku ψ	0,10	0,15	0,15	0,70	0,90	0,15	0,00	0,90	0,27
Šumbark									
rozloha (ha)	78	152	20	1	33	28	0	69	380
zastoupení třídy (%)	20,4	39,9	5,2	0,1	8,7	7,3	0,0	18,3	
součinitel odtoku ψ	0,10	0,15	0,15	0,70	0,90	0,15	0,00	0,90	0,34

Z hlediska odtoku vody z území je nejnepríznivější k. ú. Havířov-město, kde se nachází soustředěná městská bytová výstavba s velkým podílem zpevněných ploch. Naopak nejpríznivější charakter má

k. ú. Dolní Suchá, kde je zástavba značně roztržštěná do samostatně stojících rodinných domů a je zde vysoký podíl ploch s povrchovou retencí – zeleň a orná půda. Teoretický odtok do dešťové kanalizace při srážkové události a povrchová retence (součástí i vsak do podloží) jsou uvedeny v *Tabulce 1-2*.

Tabulka 1-2 Celkový odtok a potenciální retence území

Katastrální území	Bludov- ce	Dolní Suchá	Prostřední Suchá	Dolní Datyně	Havířov- město	Šum- bark
rozloha (ha)	935	437	596	217	643	380
intenzita deště (l/s/ha)	181	181	181	181	181	181
součinitel odtoku ψ	0,26	0,21	0,27	0,22	0,35	0,34
Celkový odtok (m ³ /s)	44,2	16,9	29,2	8,5	40,2	23,6
Retence území (m ³ /s)	125,1	62,1	78,6	30,8	76,1	45,2

Intenzita deště byla zvolena podle Trupla jako patnáctiminutový déšť s periodicitou 0,2 rok⁻¹. Potenciální retence území byla stanovena na základě vynásobení rozlohy k. ú. hodnotou koeficientu 1- ψ .

Voda z povrchové retence zůstává během návrhové srážkové události v území a vlivem hydrogeologických a pedologických podmínek se poté pozvolna uvolňuje. Okamžitý odtok, zde reprezentován celkovým odtokem z území 162,6 m³/s, se odvádí z území okamžitě během srážkové události. V lokalitách, kde je zbudována dešťová kanalizace, tento odtok končí v kanalizaci. V případě malého povodí nebo zájmového území v blízkosti vodního toku ústí tento odtok přímo do toku.

1.4. Hydrogeologická rešerše

1.4.1. Geologické poměry

Z regionálně-geologického hlediska patří studované území katastru města Havířova do soustavy Západní Karpaty, oblasti flyšového pásma, regionu vnější skupiny příkrovů. Horniny flyšového pásma jsou překryty kvartérními sedimenty (převážně eolickými, dále pak fluvialními). Geologické poměry zájmového území jsou znázorněny na *Obrázku č. 1-2*.

Flyšové pásmo

Předkvartérní tzv. „hluboké“ skalní podloží tvoří uhlonosné sedimentární horniny svrchnokarbonského ostravského souvrství. Na horniny karbonu nasedají flyšové sedimentární horniny vnější příkrovové stavby Karpat křídového stáří – těšínsko-hradištské souvrství.

Horniny flyšového pásma jsou reprezentované především marinními červenými a zelenými jílovci (pestré jílovce) podmenilitového souvrství, dále marinními šedými a zelenošedými tmavými skvrnitými jílovci, pískovci, místy rohovci (zejména ve svrchní části). Dále jsou místy zastoupeny

marinní černošedé slabě silicifikované jílovce veřovického souvrství. Jižně až jihozápadně od Havířova vystupují rovněž na povrch vulkanity ve formě těšínitu, pikritu, tufu až tufitu.

Neogenní sedimenty

Neogenní sedimenty jsou tvořeny zejména neogenními vápnitými jíly s vložkami jemnozrnného písku stupně spodní baden. Tyto jíly jsou soudržnou zemínou převážně pevné konzistence, s přibývajícím hloubkou pevné až tvrdé, s vysokou až velmi vysokou plasticitou.

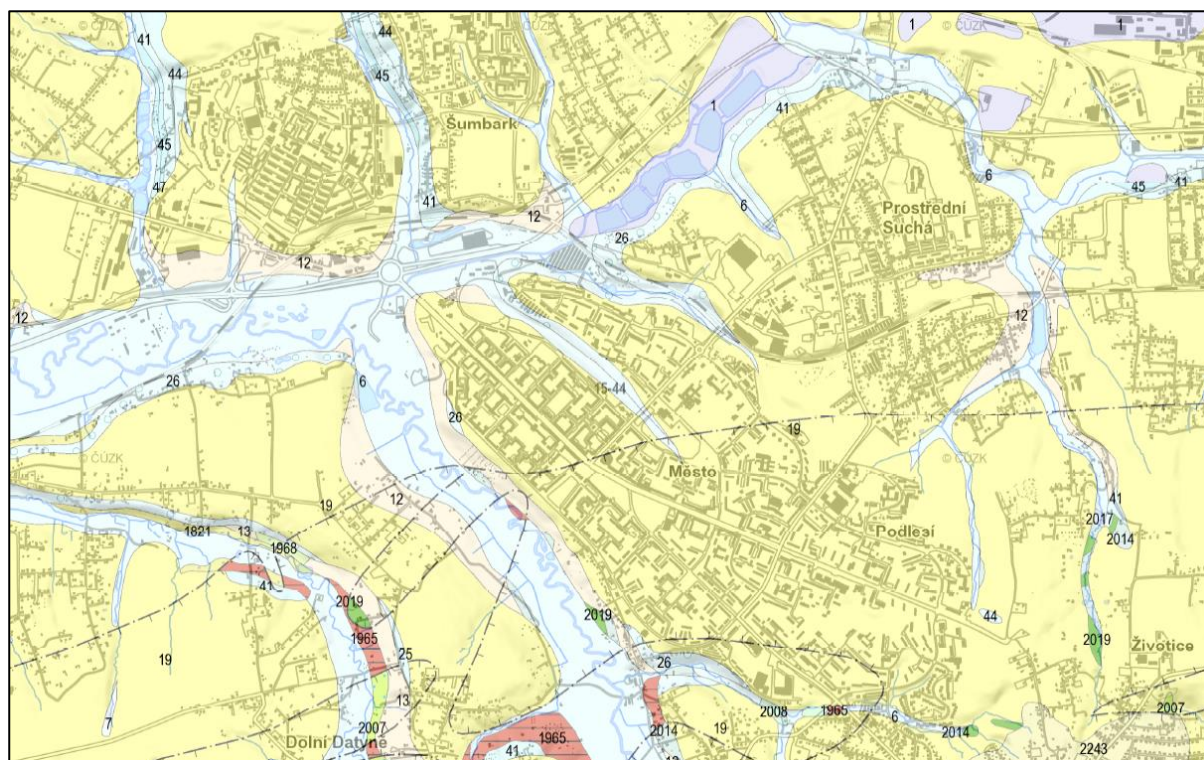
Kvartérní sedimenty

Kvartérní souvrství je v zájmovém území tvořeno dvěma litologickými typy zemín:

1. Pleistocenní glacilakustrinní souvrství
2. Eolické sedimenty

Na neogenní sedimenty nasedají bazální kvartérní sedimenty ledovcového sálského zalednění, tvořené střídajícími se polohami šedých hlín a písků. Místy byly zjištěny polohy či čocky písčitých štěrků a fosilních slatin (rašeliny). Ledovcová jezerní sedimentace byla dlouhodobá, přerušovaná obdobími ústupu jezera a vznikem lokálních močálů a erozních rýh, místy vyplněny písky a slatinami, které byly posléze opět zalaty jezerem a překryty jezerními sedimenty. Tyto opakující se erozivně-sedimentační cykly mají za následek značnou heterogenitu usazovaných materiálů jak v horizontálním, tak ve vertikálním sledu. Povrch glacilakustrinních sedimentů byl pak následně, před překrytím eolickými sedimenty, výrazně postižen fluviální erozivní činností, jejímž výsledkem jsou buď částečně obnažené nebo sekundárně vyplněné (splachy či eolickou činností) erozní rýhy.

Eolické sedimenty jsou vyvinuty převážně ve formě sprašových hlín, případně spraší. Sprašové hlíny mají charakteristickou žlutohnědou barvu, jsou slabě jemnozrnně písčité, vápnité. Mohou v sobě uzavírat jílovité hlíny s proměnlivou písčitou a místy i štěrkovitou příměsí tvořenou deluviálními hlínami a redeponovanými sprašovými zemínami. Vrstevní sled kvartérních sedimentů uzavírají dvě nejsvrchnější vrstvy, a to svrchní půdní humusový horizont a antropogenní navážky. Navážky představují souvrství velmi proměnlivé mocnosti, mocnými většinou od několika desítek cm do 1-2 m. Jejichž vznik a lokalizace je vázána s lidskou aktivitou. Jedná se o velice heterogenní souvrství tvořené jak soudržnými, tak i nesoudržnými, většinou písčitými zemínami se štěrkem a příměsí cizorodého materiálu.



Obrázek 1-2 Geologické poměry zájmového území

Horniny GeoČR50

kvartér

KENOZOIKUM
KVARTÉR

- 1 navážka, halda, výsypka, odval
- 6 nivní sediment
- 7 smíšený sediment
- 12 písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment
- 13 kamenitý až hlinito-kamenitý sediment
- 19 sprašová hlína
- 26 písek, štěrk
- 25 písek, štěrk

kvartér akumulačních oblastí Českého masivu

KENOZOIKUM
KVARTÉR

- 41 písek až štěrk
- 44 till
- 45 till
- 47 jíl

KENOZOIKUM

NEOGÉN-KVARTÉR

- 2243 kamenito-písčito-jílovitá eluvia sedimentárních hornin badenu, karpátu a flyše

karpatská předhlubeň

KENOZOIKUM

NEOGÉN

- 1821 vápnitý jíl (těgl), místy s polohami písků

flyšové pásmo

vnější skupina příkrovů

MEZOZOIKUM-KENOZOIKUM

KŘÍDA-PALEOGÉN

- 1968 jílovec, pískovec, slepenec

MEZOZOIKUM

KŘÍDA

- 1965 jílovec
- 2007 jílovec, pískovec, silicit
- 2008 jílovec
- 2019 tešinit, pikrit, tuf, tufit
- 2014 jílovec, pískovec, pelosiderit

JURA-KŘÍDA

- 2017 pravděpodobně vápenec, jílovec

1.4.2. Hydrologické poměry

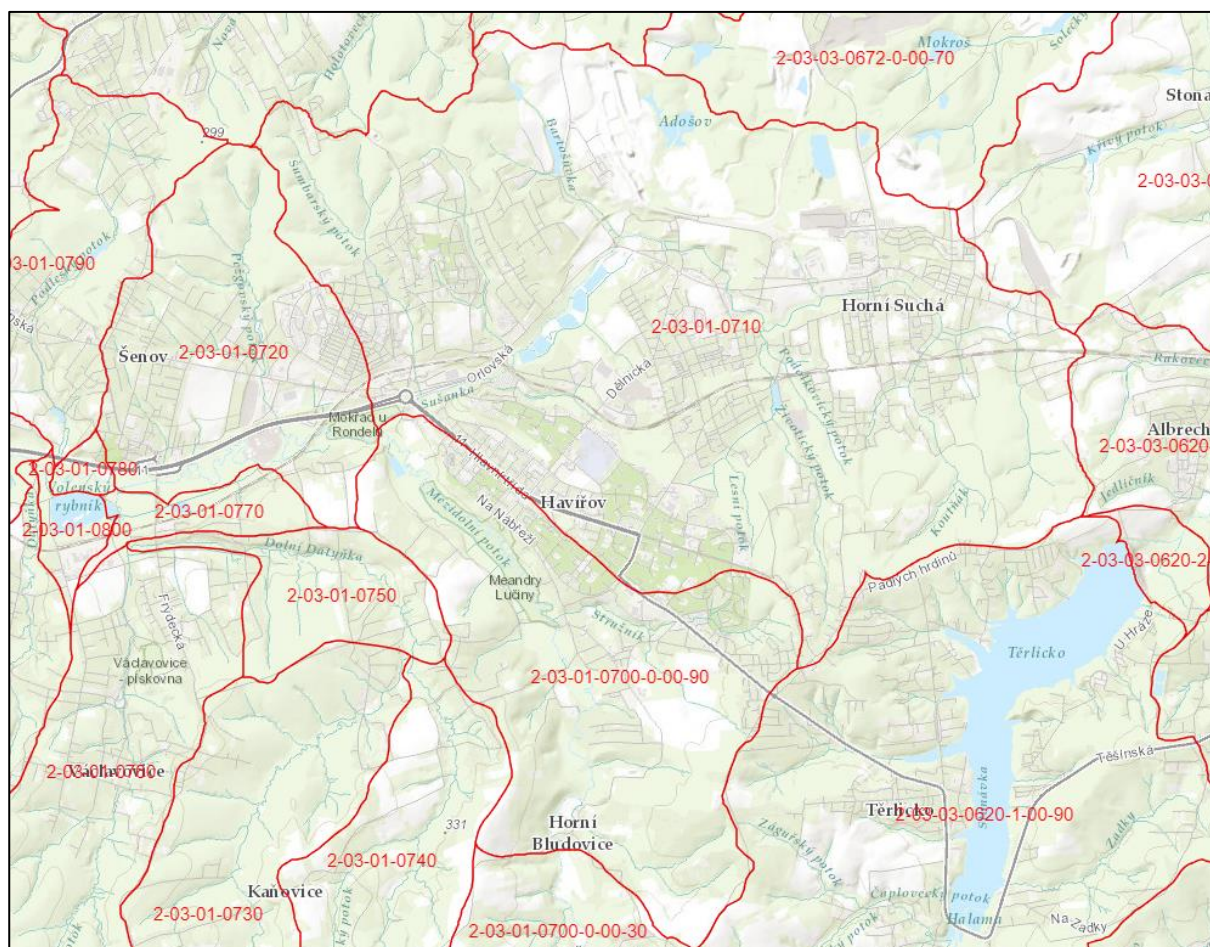
Z hydrologického hlediska spadá studované území do následující povodí:

- povodí 1. řádu č. 2 – povodí Odry
- povodí 2. řádu č. 2-03 Ostravice a Odry od Ostravice po Olši a Olše
- povodí 3. řádu č. 2-03-01 Ostravice.

V detailnějším měřítku se na území katastru Havířova nachází několik dílčích povodí 4. řádu, viz *Tabulka č. 1-3 a Obrázek 1-3*.

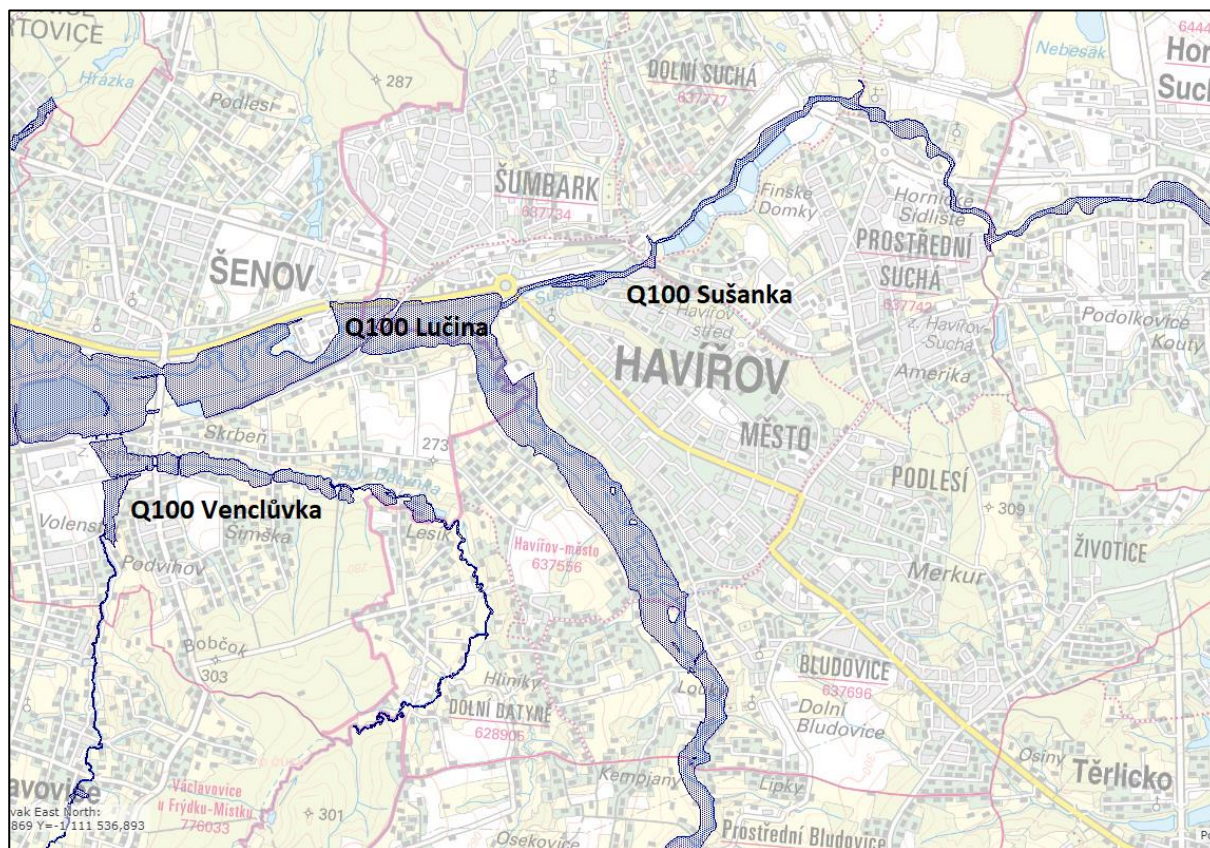
Tabulka 1-3 Povodí IV. řádu

Název	ČHP	Plocha povodí (km ²)
Lučina	2-03-01-0720	7,21
Sušanka	2-03-01-0710	31,45
Venclůvka	2-03-01-0770	1,07
Venclůvka	2-03-01-0750	2,51
Lučina	2-03-01-0700	11,50



Obrázek 1-3 Mapa povodí 4. řádu [6]

Ve studovaném území se nachází záplavové území Q100 Lučina, záplavové území Q100 Sušanka a záplavové území Q100 Vencůvka (Obrázek 1-4).



Obrázek 1-4 Záplavové území Q100 [7]

1.4.3. Hydrogeologické poměry

Podle hydrogeologické rajonizace (Olmer et al., 2006) spadá katastr Havířova do 3 hydrogeologických rajonů základní vrstvy, viz Obrázek 1-4:

- 2261 Ostravská pánev – ostravská část
- 2262 Ostravská pánev – karvinská část
- 3212 Flyš v povodí Ostravice

Hydrogeologická rozvodnice mezi rajony ostravské pánve a rajonu flyše v povodí Ostravice probíhá přibližně JZ až SV směrem v linii Václavovice-Havířov-Albrechtice.

Rajon č. 2261 a 2262 Ostravská pánev

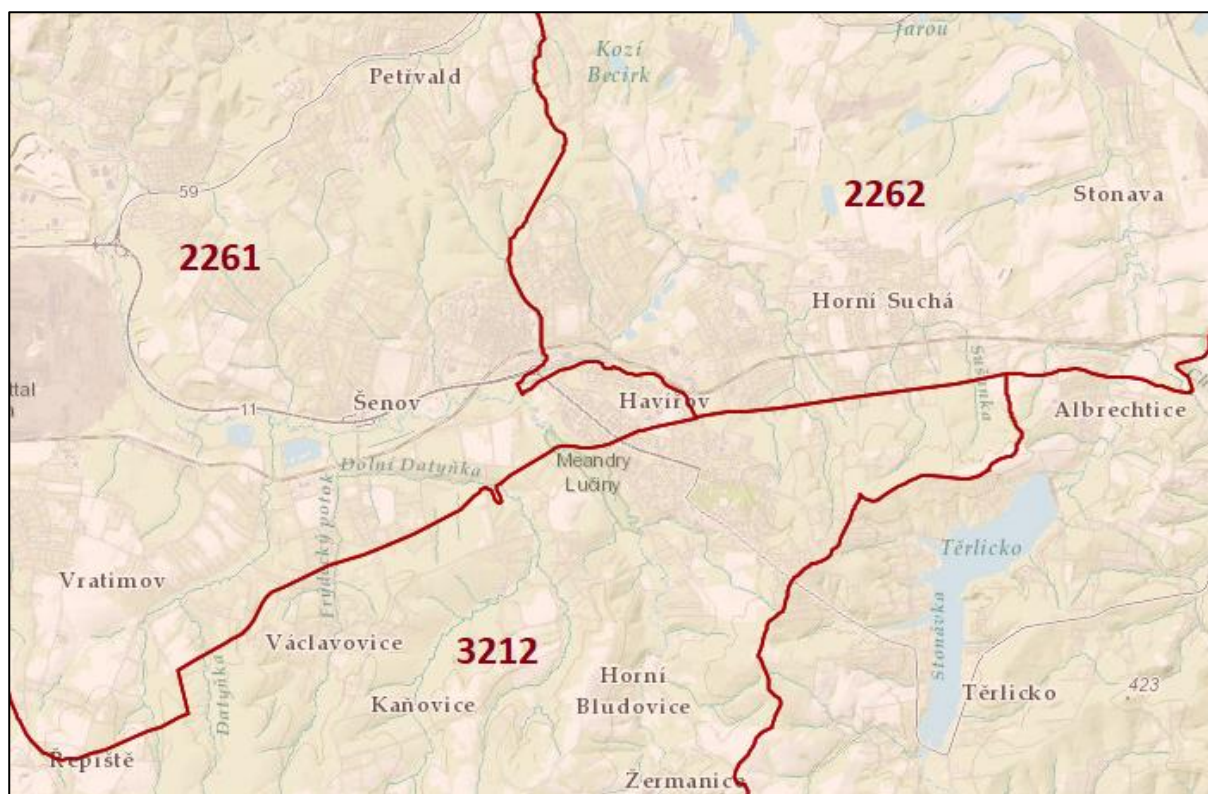
Geologická stavba rajonů 2261 a 2262 se vyznačuje velkou litologickou pestrostí. Severní část rajonu zaujímají sedimenty ledovcové (glacigenní), dále sedimenty ledovcových jezer (glacilakustrinní) a sedimenty ukládané vodami vytékajícími z ledovcového čela (glacifluviální). Jižní část rajonu (kam spadá i oblast Havířova) budují sedimenty náplavových kuželů, vzniklé v době sálského zalednění. Ty jsou zastoupeny velmi hrubými štěrky převážně beskydského materiálu, poloopracovanými, s písčitou příměsí, často silně zahliněnými. Podloží je tvořeno relativně nepropustnými vrstvami flyšových hornin a sedimenty neogenu.

Hydrogeologický kolektor s průlinovou propustností je tvořen glaciakustrinními písky a štěrky. Mělký oběh podzemní vody lze charakterizovat jako složitý, který je podmíněn množstvím litologických typů, členitostí reliéfu podloží i terénu, mocností i výškovou polohou kolektorů a izolátorů a přírodním odvodňováním zvodní. Hladina podzemní vody je převážně volná, pouze lokálně je mírně napjatá. Doplňování je především z atmosférických srážek.

Koeficient hydraulické vodivosti se pohybuje v řádu $3-4 \times 10^{-4}$ m/s, což klasifikuje horninové prostředí jako dosti silně propustné. Regionální směr proudění podzemní vody je od S k J k údolní nivě řeky Lučiny.

Rajon č. 3212 Flyš v povodí Ostravice

Tuto oblast lze charakterizovat hydrogeologickými strukturami s puklinovou a průlinovou propustností, přičemž podíl průlinové propustnosti na celkovém oběhu podzemní vody ve flyšových horninách je podřadný. Podzemní voda mělkého oběhu je vázána především na průlinově propustné kvartérní a předkvartérní sedimenty (pásma zvětrání hornin a podpovrchového rozpojení). Hlubší oběh podzemní vody je vázán na tektonicky predisponované linie matečných hornin (Obrázek 1-5).



Obrázek 1-5 Hydrogeologická rajonizace [6]

1.4.4. Ochranná pásma vodních zdrojů

Obecná ochrana vod je zakotvena v zákoně č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů – vodní zákon. Účelem vodního zákona, jak je uvedeno v § 1 tohoto zákona je:

„chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v

souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo závislých suchozemských ekosystémů.“

Speciální ochrana vod je řešena prostřednictvím ochranných pásem vodních zdrojů či jinak definované oblasti – např. Chráněná oblast přirozené akumulace vod (dále jen CHOPAV). Zájmové území se nenachází v oblasti se speciální ochrannou vod, nenachází se zde žádné ochranné pásmo vodního zdroje, ani nespadá do CHOPAV.

1.4.5. Chráněná území, ochrana přírody

V zájmovém území se nachází dvě lokality se statusem územní ochrany, viz *Obrázek 1-6*.

PP a EVL Mokřad u Rondelu

Při ulici Ostravská, u kruhového objezdu se nachází maloplošné zvláště chráněné území (MZCHÚ) s názvem Mokřad u Rondelu, které spadá do kategorie přírodní památka (PP) a zároveň se jedná o evropsky významnou lokalitu (EVL). Jedná se o vodní nádrže a mokřady v prostoru mezi řekou Lučinou a silnicí Ostrava – Havířov u kruhového objezdu v Havířově. Významná lokalita výskytu čolka velkého a dalších obojživelníků v rámci širšího regionu. Vyhlášeno přílohou č. 1048 k nařízení vlády č. 318/2013 Sb., o stanovení národního seznamu evropsky významných lokalit.

V 50. letech minulého století zde existoval rybník, který byl součástí rybníků v nivě řeky Lučiny a Sušanky. Při výstavbě kruhového objezdu a silnice I/11 v 60. letech 20. století zde došlo k silně negativním zásahům, kdy velká část území byla využívána jako dočasné složiště skryvkových zemin. Přesto se zde dodnes projevuje vliv původního způsobu využívání území – vysoká hladina podzemní vody zde umožňuje existenci malých vodních ploch. Mokřadní charakter lokality s tůňmi v různém sukcesním stádiu vyhovuje širokému spektru druhů vázaných na tento typ biotopu, zejména pak obojživelníků a vážkám. V rámci vysoce antropogenně ovlivněné průmyslové krajiny Karvinska jde o jedno z nejdůležitějších refugií zvláště chráněných druhů. Území je významné výskytem čolka velkého (*Triturus cristatus*). Z ostatních druhů obojživelníků se na lokalitě vyskytují čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*), kuřka obecná (*Bombina bombina*), rosnička zelená (*Hyla arborea*), ropucha obecná (*Bufo bufo*), ropucha zelená (*Bufo viridis*), skokan štíhlý (*Rana dalmatina*), skokan hnědý (*Rana temporaria*), skokan krátkonohý (*Pelophylax lessonae*), skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*) a skokan zelený (*Pelophylax esculentus*) [8].

PP Meandry Lučiny

Přirozeně meandrující tok s navazujícími mokřady a lužními porosty, biotop řady chráněných druhů živočichů. Vyhlášeno vyhláškou Okresního úřadu v Karviné, ze dne 25. 11. 1991, kterou se určuje chráněný přírodní výtvar "Meandry Lučiny".

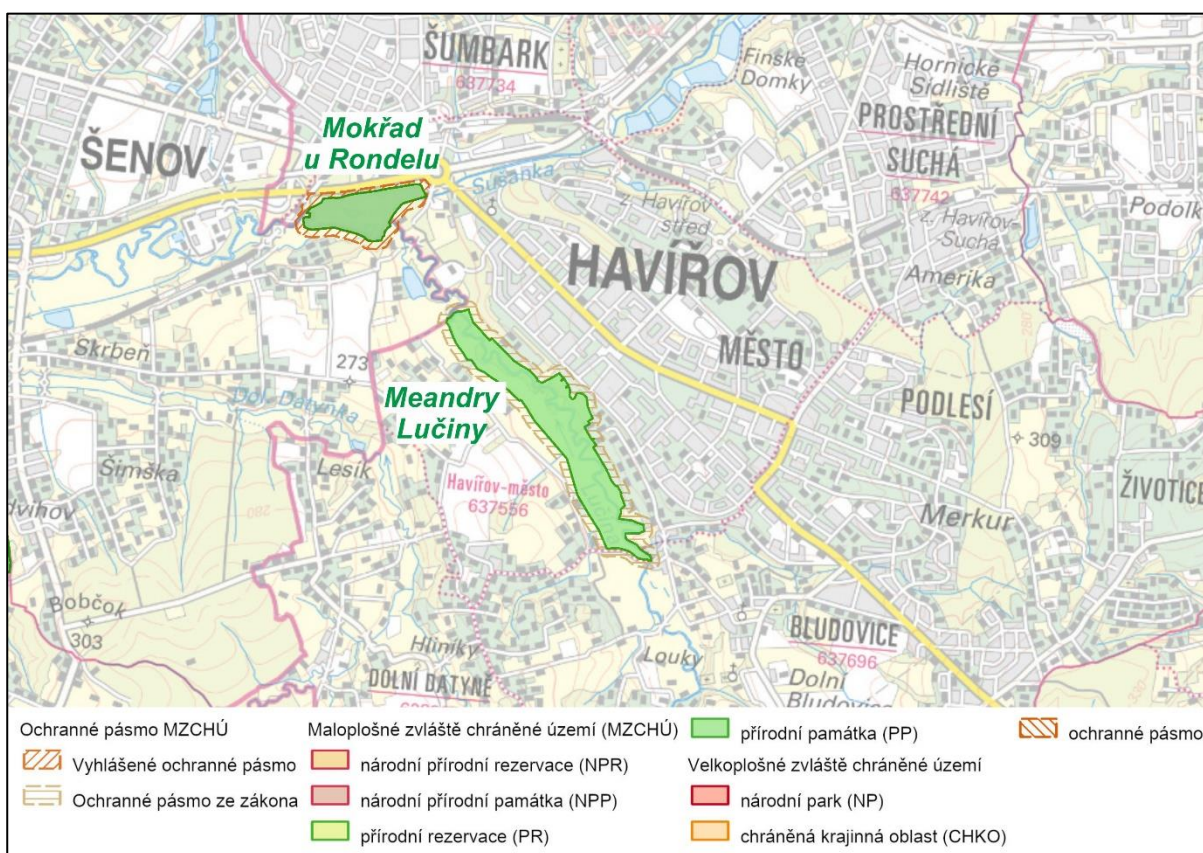
Přírodní památka Meandry Lučiny je zřizovacím předpisem určena "k ochraně přirozeného koryta řeky Lučiny s meandry a bohatým porostem biologického významu."

Chráněné území zahrnuje nivu řeky Lučiny v délce dva kilometry. Koryto s četnými nátržemi a výrazně členitým dnem je lemováno sérií rostlinných společenstev vodních toků, od iniciálních společenstev na náplavech řeky, přes lesní společenstva stěmchových jaseňin asociace *Pruno-Fraxinetum*, až po břehové porosty s druhy dubohabrových hájů. Terénní deprese a prameniště pravobřežní šterkové terasy jsou porostlé mokřadními olšinami svazu *Alnion glutinosae*. Bylinné patro je nejpestřejší v jarním období, kdy nápadně kvete sasanka pryskyřníkovitá (*Anemone ranunculoides*), křivatec žlutý (*Gagea lutea*), zapalice žlutouchovitá (*Isopyrum thalictroides*) a

prvosenka vyšší (*Primula elatior*). Naopak velmi nenápadná je pižmovka mošusová (*Adoxa moschatelina*) – ohrožený druh podle červeného seznamu severovýchodní Moravy a Slezska.

V okolí toku a vodních ploch bylo zjištěno celkem 15 druhů vážek, mezi vzácnější patří šidélko znamenáné (*Erythromma viridulum*) a vážka bělořitná (*Orthetrum albistylum*). Pestrá je rovněž ichtyofauna – bylo zjištěno 13 druhů ryb, mezi nimi ohrožený druh střevle potoční (*Phoxinus phoxinus*) a ojediněle i kriticky ohrožená mihule potoční (*Lampetra planeri*).

Mokřady jsou biotopem čolka obecného (*Triturus vulgaris*), ropuchy zelené (*Bufo viridis*), ropuchy obecné (*Bufo bufo*) a skokana zeleného (*Rana esculenta*). Dutiny starých stromů využívají strakapoud velký (*Dendrocopos major*), žluna zelená (*Picus viridis*) a šoupálek krátkoprstý (*Certhia brachydactyla*) [8].



Obrázek 1-6 Územní ochrana – ochrana přírody [9]

Surovinový informační systém

Podle databáze ložisek nerostných surovin SURIS České geologické služby–Geofondy Praha se nachází studované území v chráněném ložiskovém území (CHLÚ), konkrétně v CHLÚ:

- č. 14400000 Čs. část Hornoslezské pánve (surovina zemní plyn-uhlí černé)
- č. 07100100 Rychvald (surovina zemní plyn)

V severní části Havířova, na území zasahující do Šumbarku, Dolní Suché a prostřední Suché se nachází následující dobývací prostory (DP):

Petřvald I – netěžené, ukončená těžba, DP bude rekultivován (černé uhlí)

Dolní Suchá – netěžené, těžba zastavena (černé uhlí)

Dolní Suchá I – ložisko těžené (hořlavý zemní plyn vázaný na uhelné sloje)

1.5. Problematika hospodaření s dešťovou vodou (HDV)

V současné době již existuje v legislativě ČR 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 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 nebude do budoucnosti žádoucí, aby ze „střechy Evropy“ 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 potřebu 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 nepřípustnosti regulovaného odvádění do povrchových vod je možné **odvodnění retencí a regulovaným odváděním srážkových vod jednotnou kanalizací**.

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).
- **Sousedské právní vztahy.**

Geologický průzkum pro vsakování se v závislosti na **druhu staveb** (odvodňovaná plocha je menší nebo větší než 200 m²) a **přírodních poměrech** (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**.

Pokud 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 průlehů 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 štěrkem 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. Preferovaným způsobem je odvodnění srážkových vod svodnicemi, což podporuje výpar a snižuje kulminační odtoky.

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**.

Proveditelnost se u každé stavby posuzuje z hlediska dostupnosti jednotlivých stok a vzdálenosti odvodňované stavby od napojení na jednotnou kanalizaci, výškových poměrů území a majetkoprávních vztahů. U jednoduchých staveb se považuje za proveditelné napojení do vzdálenosti nepřesahující 100 m, u složitých staveb až 500 m. **Přípustnost** připojení srážkových vod do jednotné kanalizace závisí na nepřekročení ukazatelů znečištění stanovené v kanalizačním řádu pro odpadní vody a na množství odváděné srážkové vody. 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 šterkové střechy** (extenzivní nebo intenzivní – zahrady) a **propustné zpevněné povrchy** (dlažba, rošty, zatravněný šterk). 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 šterkem 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.

1.6. Posouzení zasakovacích poměrů na území města Havířov

Téměř na celém území katastru Havířova je vyvinut pokryvný útvar ve formě eolických sedimentů (sprašových hlín). Výjimku tvoří niva řeky Lučiny a nivy drobných vodotečí, kde se pod povodňovými hlínami nachází fluvialní šterkopísčité, případně písčité sedimenty. Z hlediska vhodnosti horninového prostředí k vsakování je dle mapy potenciálního vsaku prostředí niv klasifikováno se středním až vysokým až velmi vysokým potenciálem vsakování. Naopak spraše a sprašové hlíny mají potenciál velmi nízký. Spraše a sprašové hlíny lze označit za poloizolátory. Nebezpečí spraší spočívá v tom, že až do nasycení vodou se prosedavé spraše chovají jako dobré základové půdy i pro náročnější objekty, které však po provlhčení (náhlá změna režimu podzemních vod, porucha vodovodu, zatékání) zpravidla podlehnou úplné destrukci. Relativně pevné až tvrdé spraše se vlivem protékající vody mohou oslabit a „poklesnout“. To je způsobeno procesem zhroucení makropórovité struktury spraší a náhlého zmenšení jejich objemu v důsledku jejich provlhčení. Z těchto důvodů se nedoporučuje vsakování vod do spraší podpovrchovým způsobem, ale nejvhodnější variantou je povrchový plošný vsak. Vhodnost území k vsakování je patrná z map potenciálního vsaku, vedených u každé z posuzovaných lokalit v *Kapitole 1.7. Posouzení zasakovacích poměrů vybraných lokalit ve městě*. Kategorizaci území k potenciálnímu vsaku znázorňují údaje v *Tabulkách č. 1-4 a 1-5*.

Tabulka 1-4 Kategorizace potenciálního vsaku přírodě blízkých opatření

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Plošné přes půdní profil	Plošné přes technické prvky	Vsakovací průleh, nádrž	Retenční nádrže
	0 bez informací	Není možné posoudit	Není možné posoudit	Není možné posoudit	Není možné posoudit
	1 vysoká až velmi vysoká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	2 střední	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	3 nízká až velmi nízká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	4 sedimenty nivy	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	5 spraše	vhodné	vhodné	vhodné	Podmíněně vhodné

Tabulka 1-5 Kategorizace potenciálního vsaku technických opatření

Barevné vyjádření	Kód vsaku	Vsakovací rýha vyplněná štěrkem	Vsakovací rýha vyplněná vsakovacími bloky	Vsakovací šachty	Vsakovací průleh-rýha
	0 bez informací	Není možné posoudit	Není možné posoudit	Není možné posoudit	Není možné posoudit
	1 vysoká až velmi vysoká	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	2 střední	vhodné	vhodné	vhodné	vhodné
	3 nízká až velmi nízká	Podmíněně vhodné	Podmíněně vhodné	Podmíněně vhodné	Podmíněně vhodné
	4 sedimenty nivy	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné
	5 spraše	nevhodné	nevhodné	nevhodné	nevhodné

1.7. Posouzení vsakovacích poměrů vybraných lokalit ve městě

V následující kapitole a jejích podkapitolách je zpracováno posouzení vsakovacích poměrů na vytipovaných lokalitách, které určil zadavatel (město Havířov) ke zvláštnímu posouzení. Doporučené lokality vychází ze Smlouvy o dílo. Vybrané lokality jsme navštívili v rámci terénní pochůzky spolu se zástupci města, na kterých jsme následně zpracovávali rozbor ohrožení, rizik a problémů v území, jako jsou:

- narušení vodního režimu – ohrožení povodněmi, bezodtokové plochy, mokřady, nefunkční meliorační systémy apod.,
- sesuvy a jiná nestabilní území,
- zhodnocení rizika sucha,

- identifikace ploch ohrožených náhlými povodněmi,
- posouzení rozvojových lokalit v okrajových částech města z hlediska vhodnosti vsaku srážkových vod,
- posouzení problematických pramenišť.

Lokality určené ke zvláštnímu posouzení:

- **Ulice Selská – pod restaurací Nelli**
- **Ulice Mezidolí**
- **Zahrádkářská osada poblíž ulice Na Důlnáku**
- **Ulice U Mlýnku**
- **Ulice Na Pěšině**
- **Ulice Josefa Kotase**
- **Park Stromovka – pod Technickými službami**
- **Ulice Hálkova**
- **Ulice Farská a Frýdecká**
- **Ulice Přátelsví a Na Dolanech**
- **Ulice Obvodová**
- **Pod ulicí Orlovská – zahrádkářská osada Dolnosušský potok**
- **Šumberský potok a okolí supermarketu Tesco**
- **Garážoviště na ulici Školní a pod ulicí Lidická**

1.7.1. Ulice Selská – pod restaurací Nelli

Lokalita se nachází v katastrálním území Havířov-město. Na ulici Selská, pod restaurací Nelli, se nachází nezpevněná komunikace, na níž dochází k liniovým průsakům vody, které způsobují podmáčení a narušování povrchu. Povrch nezpevněné komunikace je rozbředlý a tvoří se zde hlubší rýhy od projíždějících aut. Ulice se svažuje západním až jihozápadním směrem k vodoteči Lučina. Podél komunikace se nacházejí objekty RD. Dle platného ÚP je lokalita tvořena plochami individuálního bydlení a plochou rekreace – zahrádkové osady. K vývěru podzemní vody dochází ve svahu v úrovni mezi domy s č.p. 1323/53 a 1324/51., *Obrázek 1-7, Obrázek 1-8.*



Obrázek 1-7 Ulice Selská – pod restaurací Nelli

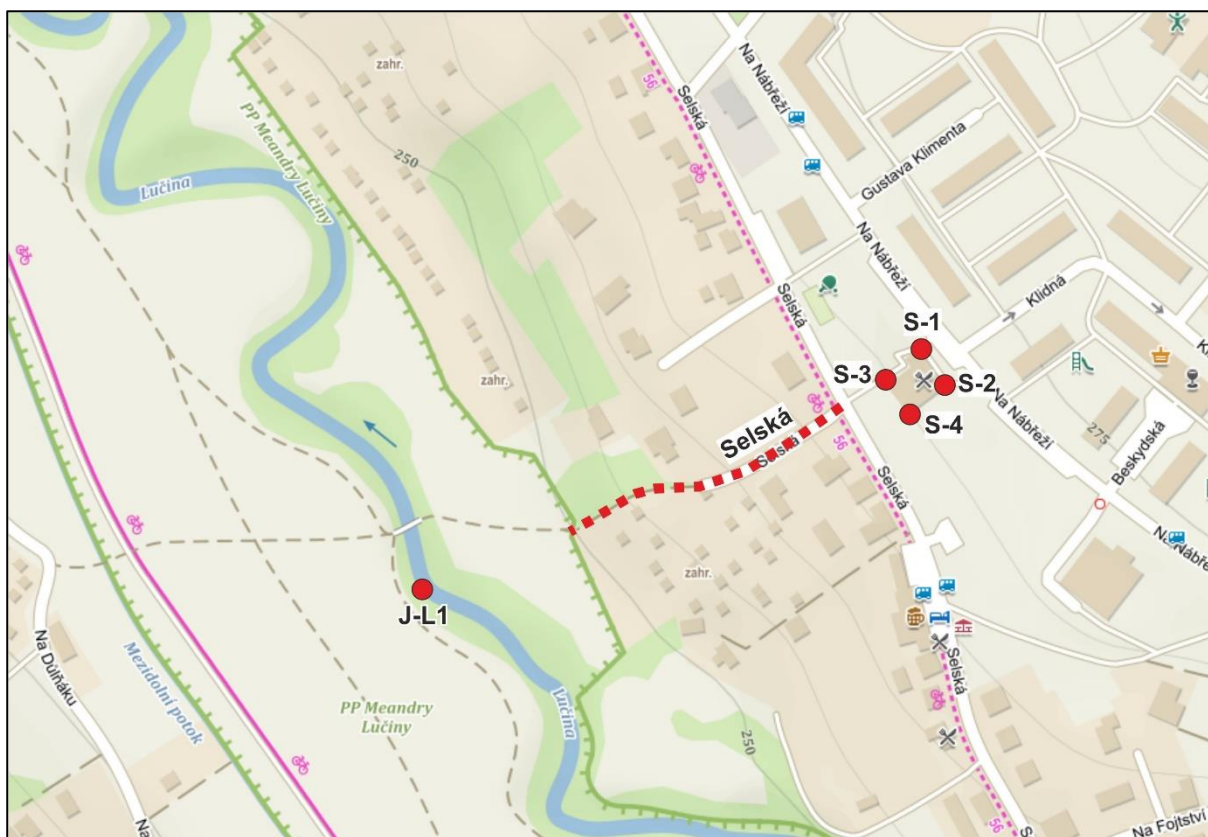


Obrázek 1-8 Ulice Selská – pod restaurací Nelli

V prosinci 2020 byla společností GEOoffice, s.r.o. vypracována hydrogeologická rešerše pro návrh opatření proti podmáčení nezpevněné komunikace na ulici Selská. Odpovědným řešitel byl Ing. Radim Ptáček, PhD,

Přímo ve studované lokalitě (nezpevněná cesta na ul. Selská) nebyly v minulosti provedeny žádné průzkumné geologické práce. Nejbližší archivní průzkumné práce byly realizovány u restaurace Nelli v rámci akce „Havířov, Nelli-centrum, geodetické a geologické práce“, Bartůšek, 1992. V rámci tohoto průzkumu byly vyhloubeny čtyři inženýrskogeologické vrty S-1 až S-4 (*Obrázek 1-9*). Vrty byly zastiženy hlinité zeminy, v jejichž podloží se od 1,8-3,0 m nachází fluviální sedimenty ve formě štěrků, potažmo písků. Předkvartérní podloží (zvětralé jílovce ve formě jílu) bylo zastiženo v hloubce od 5,0 m. V *Tabulce č. 1-6* je prezentován profil nejbližšího vrtu S-4.

Další průzkumné práce proběhly v roce 1997 v rámci akce „Havířov – lávky (lok. Lávka přes Lučinu), Kleinová, 1997. V rámci tohoto průzkumu byl vyhlouben vrt J-L1 o hloubce 6,0 m. Vrtem byly zastiženy pod 3,1 m mocnou polohou hlín terasové sedimenty řeky Lučiny ve formě písku a štěrku a od 5,3 m silně zvětralý jílovec, viz *Tabulka č. 1-7*.



Obrázek 1-9 Vrtná prozkoumanost [10, upraveno]

Tabulka 1-6 Zákl. litologická data – vrt S-4

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-1,20	Navážka, haldovina	antropogén	nenaražena	nezastižena
1,20-1,50	Hlína, jílovitá, tuhá	Kvartér		
1,50-1,80	Hlína, jílovitá, slabě písčitá	Kvartér		
1,80-5,00	Štěrka, slabě zavlhlý	Kvartér		
5,00-6,00	Jílovec, pevný	křída		

Tabulka 1-7 Zákl. litologická data – vrt J-L1

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-0,20	Hlína, humózní	Kvartér	3,60	3,20
0,20-3,10	Hlína, od 1,50 m proměnlivě písčitá	Kvartér		
3,10-3,70	Písek, hlinitý, od 3,60 m zvodnělý	Kvartér		
3,70-5,30	Štěrka, slabě písčitý	Kvartér		
5,00-6,00	Jílovec, zvětralý	křída		

Jak již zmiňuje pan doktor Ptáček ve své hydrogeologické rešerši, na lokalitě je pod kvartérními fluviálními sedimenty (štěrkopísčité sedimenty) vyvinuto souvrství tvořené jílovcí a jejich zvětralými eluvii, které mají z hydrogeologického hlediska funkci hydrogeologického izolátoru, tzn. jedná se o vrstvu nepropustnou. Naopak nadložní štěrko-písčité sedimenty hlavní terasy Lučiny mají funkci hydrogeologického kolektoru a jsou tak schopné akumulovat vodu. Na styku nepropustných jílovců a propustných štěrko-písků poté dochází k vývěru podzemní vody na povrch prostřednictvím několika svahových pramenních vývěrů. Detailněji jsou hydrogeologické poměry studované lokality popsány v rešerši pro návrh opatření proti podmáčení nebezpečné komunikace na ulici Selská (Ptáček, 2020).

Ptáček ve své rešerši navrhuje vybudování podélného odvodňovacího prvku v komunikaci, který bude vyvěrající vodu zachytávat a gravitačně odvádět a vypouštět na níže situované nekonfliktní místo, optimálně do řeky Lučiny, případně do vsakovacího prvku v propustných zeminách.

Jako nejvhodnější řešení spatřujeme v souladu se závěry Ing. Ptáčka, PhD. vybudování podélného odvodňovacího prvku, který bude vyvěrající vodu odvádět do vodoteče. V případě vybudování vsakovacího prvku je nezbytné před vlastními projekčními pracemi realizovat hydrogeologický průzkum za účelem ověření schopnosti horninového prostředí ke vsaku vody.

Návrh řešení:

Oprava povrchu komunikace s vybudováním podélného odvodňovacího prvku (odvodňovacího příkopu), který bude vyvěrající vodu zachytávat a gravitačně odvádět a vypouštět na níže situované nekonfliktní místo – optimálně do vodoteče Lučiny, která je vzdálena cca 200 m od řešeného území.

1.7.2. Ulice Mezidolí

Lokalita se nachází v katastrálním území Bludovice. Na jižní straně ulice Mezidolí se nachází Farářský kopec s nadmořskou výškou cca 300 m n.m., na jehož úpatí se rozkládá zahrádkářská kolonie. Pod zahrádkami se dle platného ÚP a katastru nemovitostí nachází zemědělské plochy – trvalé travní porosty. Tyto pozemky leží v nivě řeky Lučiny v nadmořských výškách cca 251-249 m n.m. (*Obrázek 1-15*). Terén má klesající charakter směrem k řece Lučině. Pozemek p.č. 646/8 byl již prohlášen za mokřad, voda se místy objevuje také na pozemku p.č. 660, (*Obrázek 1-10*). V dané lokalitě dochází k výstupu podzemní vody na povrch a tvoří se zde prameniště.

Na západní straně Farářského kopce pramení Mezidolní potok (*Obrázek 1-14*), který stéká z kopce směrem k ulici Mezidolí, kde na křížení s ulicí Na Důlnáku přechází v podélný odvodňovací příkop, který je veden podél komunikace v ulici Na Důlnáku, až po parcelu p.č. 4354/1 (*Obrázek 1-11*, č. 1-12). Podél oplocení zde zahýbá severovýchodním směrem k cyklostezce, v jejímž souběhu dále pokračuje až po úroveň konce ulice Na Důlnáku, kde se vlévá do řeky Lučiny.

Právě v místě křížení ulic Mezidolí a Na Důlnáku dochází při zvýšených srážkách k přehlcení propustku a voda se rozlévá na komunikaci. Příkop byl v místě propustku nedávno také prohlubován, za účelem navýšení jeho kapacity (*Obrázek 1-13*).



Obrázek 1-10 Pohled na pozemek p.č. 660, pod Farářským kopcem



Obrázek 1-11 Podél ulice Mezidolí se nachází vsakovací příkopy



Obrázek 1-12 Pohled na vsakovací příkop podél ulice Na Důlněku v místě křížení s ulicí Mezidolí



Obrázek 1-13 Propustek v místě křížení ulic Mezidolí a Na Důlněku



Obrázek 1-14 Pohled směrem na Farářský kopec a přítok Mezidolní-ho potoka ke křížení ulic Mezidolí a Na Důlněku

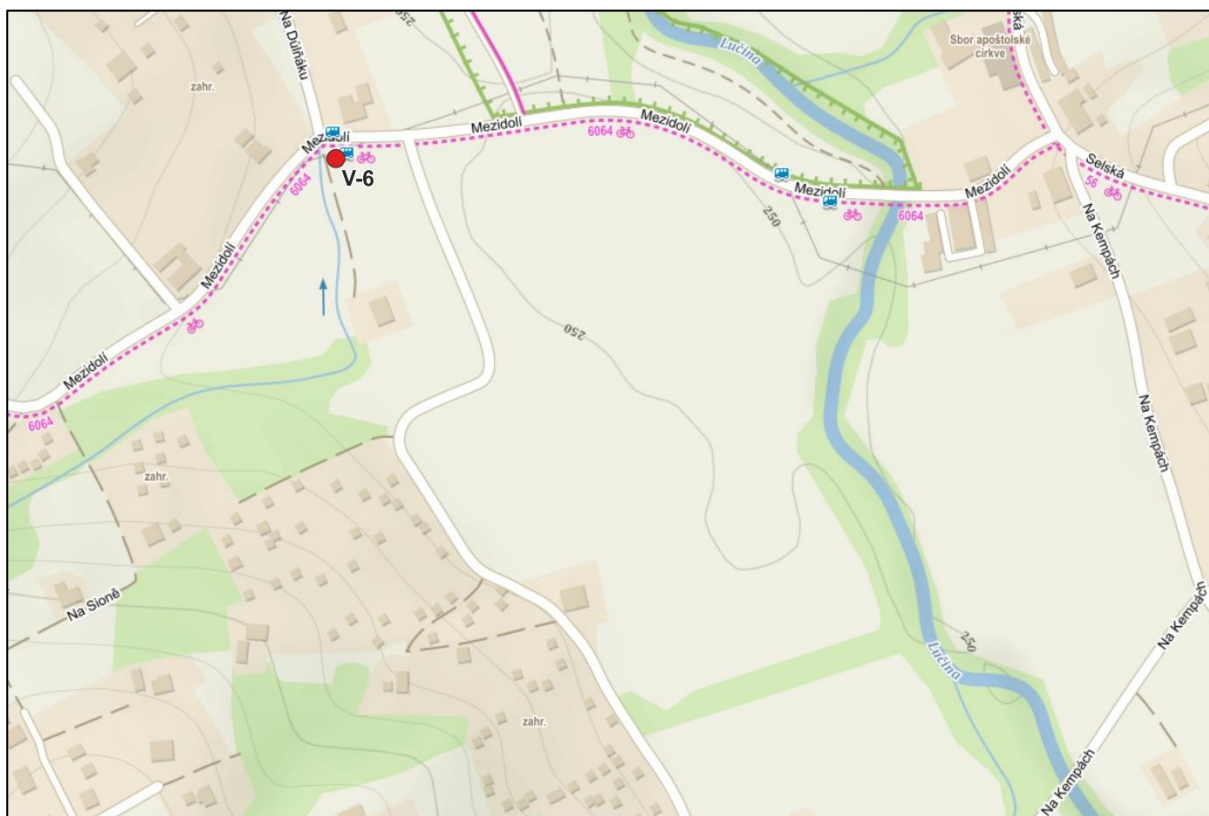


Obrázek 1-15 Pohled na mokřady v nivě řeky Lučiny

Geologické poměry na lokalitě byly ověřeny prostřednictvím inženýrskogeologického průzkumu v rámci akce Havířov – Bludovice, odkanalizování (Kovář, Pavlosková, 2007). Vrtem V-6 byl zastižen následující profil (*Tabulka č. 1-8, Obrázek 1-16*).

Tabulka 1-8 Zákl. litologická data – vrt V-6

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-0,60	Hlína, humózní	Kvartér	3,10	2,30
0,60-2,50	Jíl, šedohnědým tuhý, na bázi měkký	Kvartér		
2,50-3,10	Jíl, šedý, měkký	Kvartér		
3,10-3,40	Štěrk, jílovitý, šedý, zvodnělý	Kvartér		
3,40-4,00	Hlína, šedá, tuhá	Kvartér		
4,00-5,50	Štěrk, jílovitý, šedý, zvodnělý	Kvartér		
5,50-6,00	Jílovec rozložený na jíl	křída		

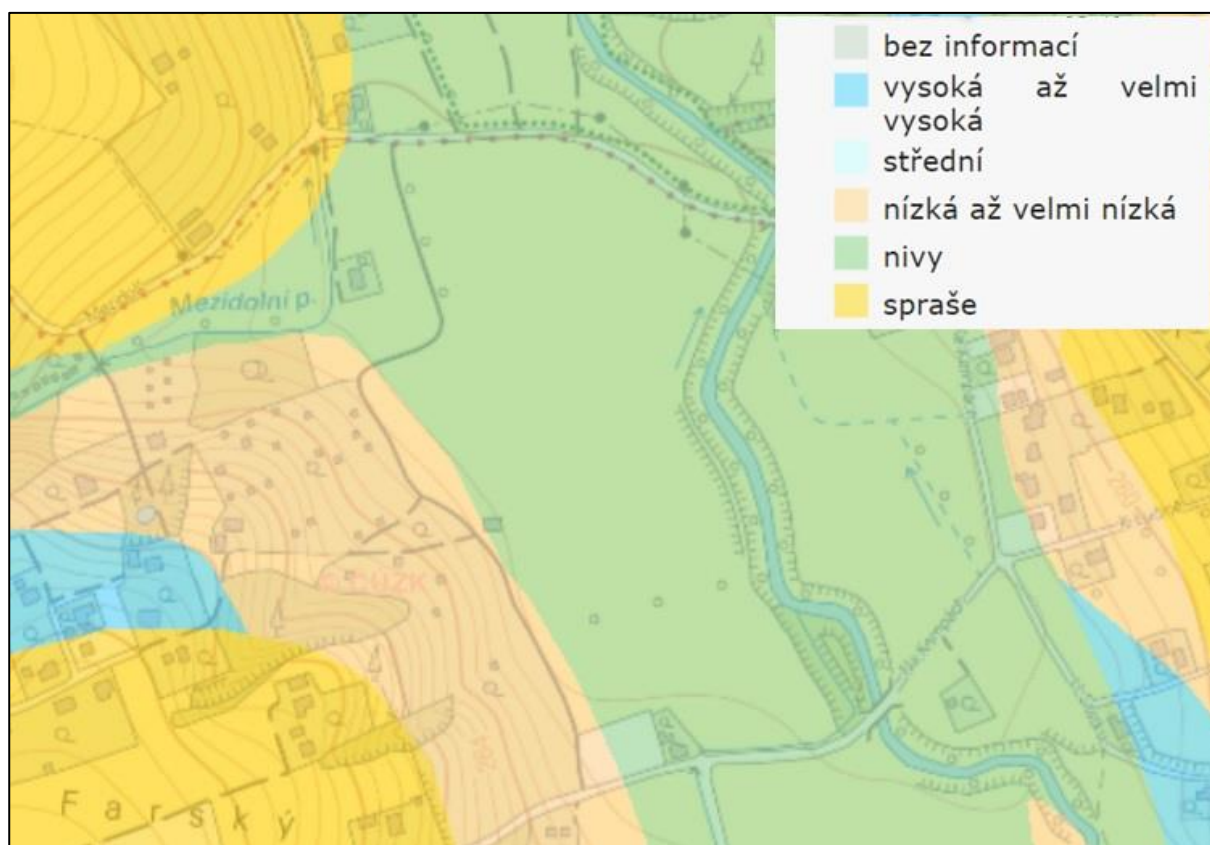


Obrázek 1-16 Vrtná prozkoumanost [10, upraveno]

Pod cca 0,50-0,60 m mocnou polohou humózní hlíny se na lokalitě nachází šedohnědé tuhé jíly, které mají funkci hydrogeologického izolátoru, tzn., že jsou nepropustné pro vodu. V hloubce cca 3 m p. t. se pak nachází fluviální sedimenty nivy řeky Lučiny ve formě štěrků. V nivě řeky Lučiny se vyskytují trvale zamokřené plochy, kdy jílovité zeminy mělce pod povrchem neumožňují vsak

povrchové vody hlouběji do horninového prostředí. K dotaci povrchové vody přispívá i nedaleká zahrádkářská osada, ze které je část dešťové vody, která není zahrádkáři využita na zalévání zahrad, svedena volně na terén. Takto odvedená voda potom odtéká ve směru gravitačního spádu a akumuluje se v nejnižším místě, kde občasně zaplavuje místní komunikaci spojující ulice Mezidolní a Na Lánech.

Podle mapy potenciálního vsaku (Obrázek 1-17) lze studovanou lokalitu zařadit do kategorie č. 4 sedimenty nivy. Pro toto prostředí je vhodné vsakování prostřednictvím přírodě blízkých opatření (plošné přes půdní profil, plošné přes technické prvky, vsakovací průleh, nádrž retenční nádrž, viz Tabulka č. 1-4).



Obrázek 1-17 Mapa potenciálního vsaku

Návrh řešení:

Vzhledem ke geologickému prostředí (jíly) je řešením hospodaření s dešťovou vodou v lokalitě odvedení přebytečné srážkové vody prostřednictvím mělkého příkopu, který by byl zaústěn do blízké vodoteče (Mezidolní potok). Odvádění srážkové vody je v dané lokalitě tímto způsobem již vyřešeno, příkop byl nedávno v místě propustku také prohlubován za účelem navýšení jeho kapacity. Problém vidíme spíše v nedostačující údržbě a čištění propustku, který se zanášá a zarůstá. Za nedostatečné považujeme i malý sklon dna příkopu.

Dále bychom také doporučili řešit hospodaření s dešťovou vodou v celém povodí, nejen lokálně, v místě vzniku problému. Navrhujeme vytvoření soustavy retenčních přehrázek na vodním toku Mezidolní potok (Obrázek 1-18). Přehrážky se vytvářejí ve směru kolmém na osu vodního toku,

materiál konstrukce může být různý dle charakteru toku, přírodních podmínek a hydrotechnických výpočtů průtoku. Obecně doporučujeme vytvářet opatření přírodě blízká, levná, snadno obnovitelná.



Obrázek 1-18: Soustava menších dřevěných přehrázek na toku

1.7.3. Zahrádkářská osada poblíž ulice Na Důlnáku

Lokalita se nachází v katastrálním území Havířov-město na ulici Na Důlnáku, severně od křížení s ulicí Mezidolí a má blízkou spojitost s předchozí lokalitou. Dle platného ÚP je lokalita tvořena plochami smíšenými obytnými venkovskými a plochami rekreace – zahrádkářské osady. Okolní pozemky plní funkci ploch zemědělských – trvalé travní porosty.

Obdobně jako v předchozí lokalitě, tak i zde k dotaci povrchové vody přispívá zahrádkářská osada, ze které je část dešťové vody, která není zahrádkáři využita na zalévání zahrad, svedena do mělkého příkopu podél silnice, který je zaústěn do Mezidolního potoka (Obrázky 1-19 až 1-22). Při přívalových deštích dochází z kapacitních důvodů příkopu k zaplavení místní komunikace a voda ve směru gravitačního spádu teče směrem k zahradám, kde se akumuluje a zaplavuje povrch.

Z Obrázku č. 1-19 je patrné, že se příkop nachází pouze na jedné straně komunikace, která je však klopená na opačnou stranu. Voda si takto přirozeně hledá cestu do nejnižšího místa, kde se nakumuluje.



Obrázek 1-19 Situace - příkop



Obrázek 1-20 Podélný vsakovací příkop



Obrázek 1-21 Situace - příkop

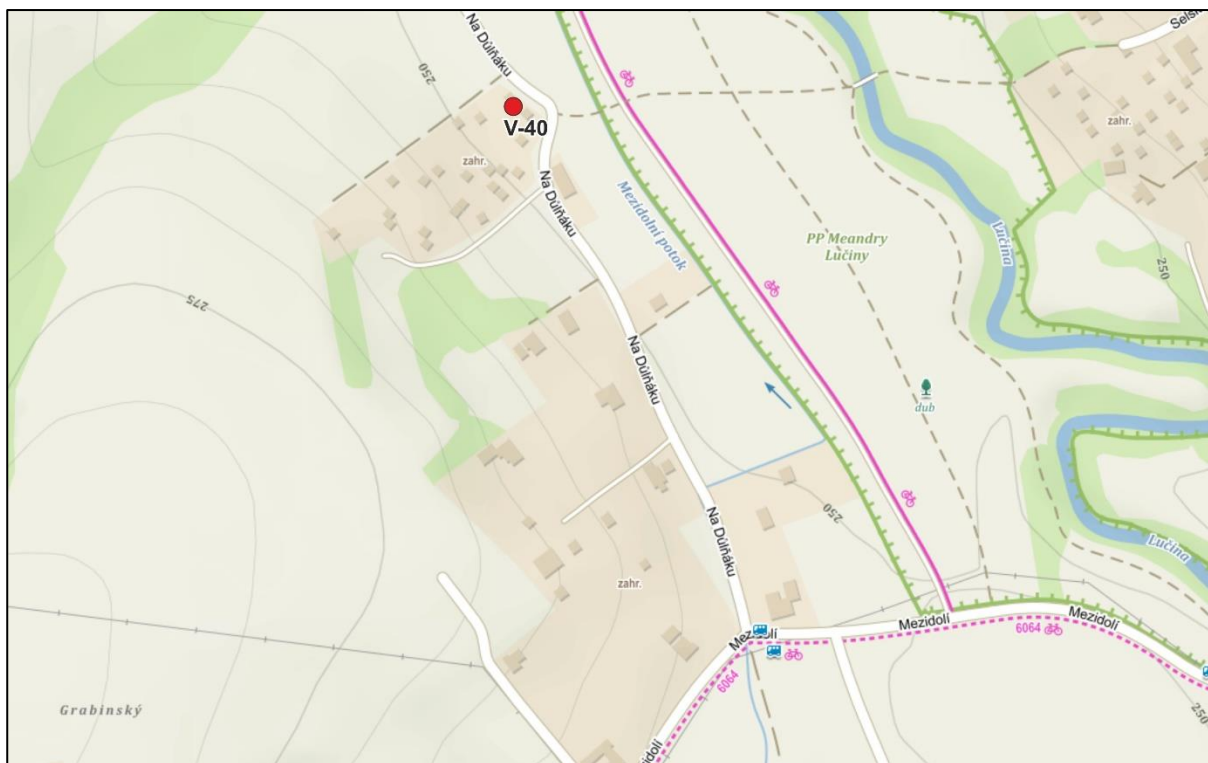


Obrázek 1-22 Situace - propustek

Geologické poměry na lokalitě jsou známy na základě dat z inženýrskogeologického průzkumu v rámci akce „Geologické poměry přehradního místa na řece Lučině u Havířova“ (Hladík, 1960), v rámci, kterého byl vyhlouben inženýrskogeologický vrt V-40, hluboký 9,8 m. Profil vrtu je prezentován v tabulce č. 1-9 (Obrázek 1-23).

Tabulka 1-9 Zákl. litologická data – vrt V-40

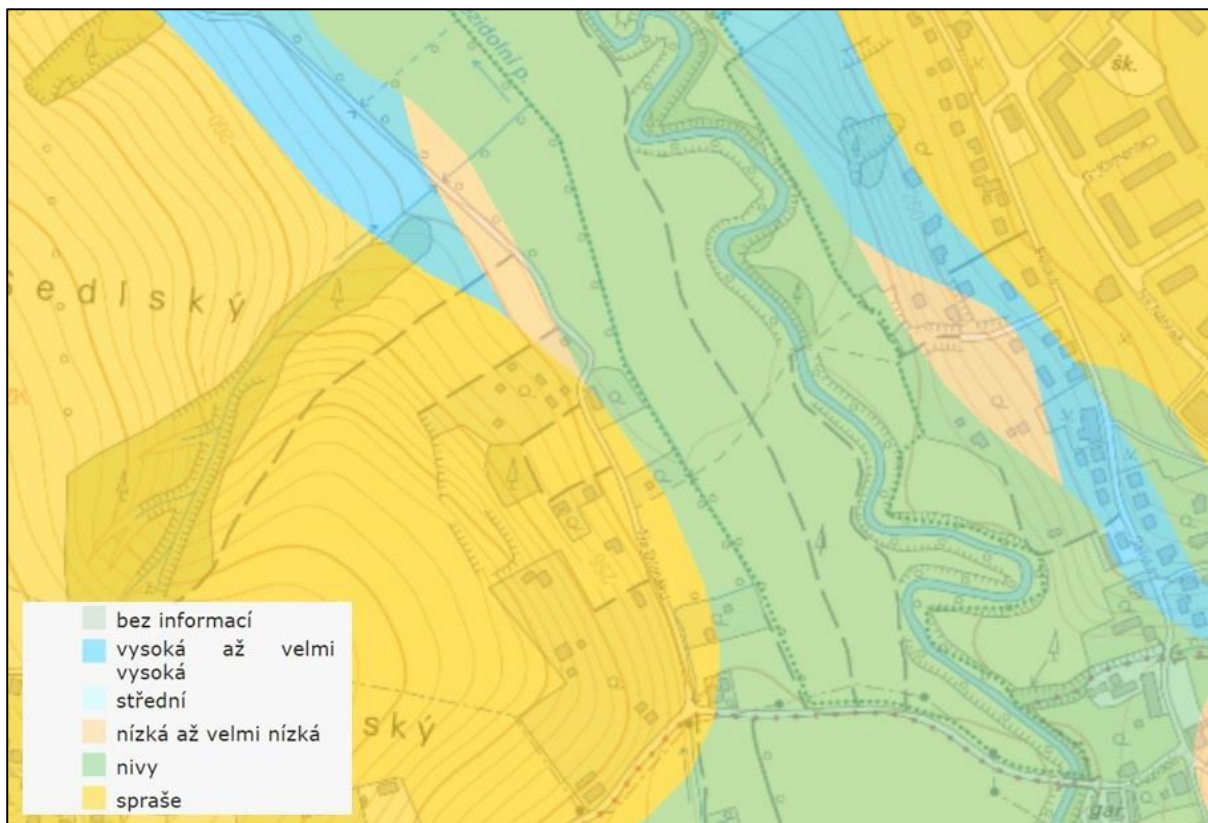
Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-0,60	Hlína, humózní	Kvartér	1,50	-
0,60-1,10	Hlína, jílovitá, tuhá	Kvartér		
1,10-1,50	Hlína, slabě písčitá, tuhá	Kvartér		
1,50-3,30	Štěrk, hlinitý, šedý, zvodnělý	Kvartér		
3,30-4,40	Jílovec, navětralý	křída		
4,40-6,80	Jílovec, břidličnatý	křída		
6,80-9,80	Jílovec, tvrdý	křída		



Obrázek 1-23 Vrtná prozkoumanost [10, upraveno]

Hladina podzemní vody se na lokalitě nachází relativně mělce pod terénem, ve vrtu V-40 byla naražena v hloubce 1,50 m, v poloze štěrku. V podloží štěrkopísčitých sedimentů se ve studované lokalitě nachází poloskalní až skalní horniny svrchní křídy – jílovce. Z hlediska nakládání s dešťovými vodami je nejvhodnějším řešením odvedení srážkových vod mělkým příkopem do povrchového toku – Mezidolský potok, případně však prostřednictvím mělkého průlehu do vrstev hlín. Nicméně vzhledem k nehomogenitě geologického prostředí je nutné provést hydrogeologický průzkum za účelem ověření schopnosti horninového prostředí ke vsakování srážkových vod.

Podle mapy potenciálního vsaku (Obrázek 1-24) lze studovanou lokalitu zařadit do kategorie č. 4 sedimenty nivy. Pro toto prostředí je vhodné vsakování prostřednictvím přírodně blízkých opatření (plošné přes půdní profil, plošné přes technické prvky, vsakovací průleh, nádrž retenční nádrž, viz Tabulka č. 1-4).



Obrázek 1-24 Mapa potenciálního vsaku

Návrh řešení:

Doporučujeme doplnit v podélném směru ulice Na Důlnáku odvodňovací příkop také na druhou stranu komunikace a v místě křížení ulice Na Důlnáku s vedlejší komunikací doplnit příčný odvodňovací žlab.

1.7.4. Ulice U Mlýnku

Ulice U Mlýnku se nachází v k.ú. Dolní Datyně. Pod sjezdem z ulice Formanská se nachází most přes potok Dolní Datyňka.

Dolní Datyňka pramení v lesním porostu pod vrcholem Hůrky (338 m n.m.) v obci Sedliště, k.ú. Sedliště ve Slezsku [746983]. Potok se levostranně vlévá do Lučiny na území města Šenov (ř. km 10,7). Délka toku je 13 km, plocha povodí 25,72 km². Správcem vodního toku je Povodí Odry, státní podnik.

Řešený úsek vodního toku začíná mezi 4.-5. ř. km, před mostem na ulici U Mlýnku (Obrázky 1-25 až 1-32). Po levé straně vodního toku se nachází chaty se zahradami, potok zde meandruje a při zvýšených průtocích zde vytváří rozsáhlou břehovou pravobřežní erozi. Na levém břehu se hromadí splavený materiál, břeh však částečně při zvýšených průtocích také eroduje a je zde možné riziko statického narušení přilehlých objektů chat. Dle platného ÚP se jedná o sesuvné území.



Obrázek 1-25 Břehy toku Dolní Datyňka



Obrázek 1-26 Břehy toku Dolní Datyňka



Obrázek 1-27 Břehy toku Dolní Datyňka



Obrázek 1-28 Břehy toku Dolní Datyňka



Obrázek 1-29 Břehy toku Dolní Datyňka



Obrázek 1-30 Břehy toku Dolní Datyňka



Obrázek 1-31 Břehy toku Dolní Datyňka



Obrázek 1-32 Břehy toku Dolní Datyňka

Návrh řešení:

Navrhujeme nechat vypracovat projektovou dokumentaci se statickým posouzením na stabilizaci pravého břehu koryta. Řešením by mohlo být opevnění v nezbytně nutné míře.

1.7.5. Ulice Na Pěšině

Tato lokalita byla navržena k prověření při terénním průzkumu v únoru 2023. Celá ulice Na Pěšině v povodí Dolní Datyňky má klesající charakter. Na konci ulice se cesta svažuje prudce směrem ke korytu potoka Dolní Datyňka. Ve svahu, v nadmořské výšce cca 254,2 m n.m., stojí čerpací stanice (ČS) stokové trubní sítě (*Obrázky 1-33 až 1-34*). Pod ní terén dále klesá až k vodoteči. Dno koryta je v nadmořské výšce cca 247,3 m n.m. Převýšení mezi ČS a korytem je tedy cca 7 m.



Obrázek 1-33



Obrázek 1-34

Návrh řešení:

Podle našeho názoru se nejedná o nestabilitu vlivem dešťové vody. Patrně se jedná o jiné druhy nestability (geologické, hydrogeologické poměry apod.). Za problematické považujeme založení ČS, které bylo provedeno kotevními patkami. Není nám známa hloubka založení kotev, nicméně tento způsob nepovažujeme v daných podmínkách jako adekvátní pro zakládání významné technologické stavby. Doporučujeme zde nechat vypracovat odborné inženýrsko-geologické a statické posouzení lokality.

1.7.6. Ulice Josefa Kotase

V předmětné lokalitě se nachází zemědělsky využívaná půda, která je historicky odvodňována trubicním systémem (*Obrázek 1-35*). Nefunkční systém odvodnění pole ve spojení s nevhodnými zemědělskými postupy způsobují při intenzivnějších srážkových událostech splach zeminy na pozemky v blízkosti domů a autobusové zastávky, podle informací objednatele se tak děje přibližně 1x za 2 roky. Výúst' meliorací do vodního toku je pravděpodobně v nejnižším místě za domy, konkrétní místo vtoku do recipientu nelze dohledat.



Obrázek 1-35 Ulice J. Kotase a orná půda s meliorací

Návrh řešení:

Nejdříve doporučujeme vlastníkově předmětných pozemků provést zmapování stávajících meliorací a následně zavedení vhodnějšího způsobu hospodaření, například zavedení agrolesnických

systémů hospodaření na zemědělské půdě. Kombinace zatravněných a zalesněných pásů tažených v liniích respektujících vrstevnice.

Agrolesnictví je způsob hospodaření, který kombinuje pěstování dřevin s jinou formou zemědělské produkce na jednom pozemku. Jeho hlavním principem je vytvořit agrolesnický systém, ve kterém jsou dřeviny, plodiny a zvířata pěstovány nebo chována s hospodářským, environmentálním nebo kulturním záměrem. Agrolesnický systém může být velmi variabilní a kombinace možností je téměř neomezená. Příkladem může být pěstování polních kultur v meziřádcích liniových výsadeb dřevin, pěstování zeleniny nebo pastva přežvýkavců v ovocných sadech nebo chov drůbeže v porostech rychle rostoucích dřevin.

Zavedením tohoto systému na předemtné ploše pole by mohlo mít mnoho pozitivních vlivů na životní prostředí, jako je například snížení eroze půdy, zvýšení zádrže a infiltrace srážkové vody, zlepšení kvality vody a zvyšování biodiverzity v krajině. Plocha by následně mohla jít příkladem pro ostatní hospodářící zemědělce v širším okolí za účelem zakládání obdobných forem udržitelného zemědělství.

1.7.7. Park Stromovka – pod Technickými službami

V rámci terénní pochůzky byl předmětem zájmu také park Stromovka, v místě pod pozemky Technických služeb (Obrázek 1-37). V této lokalitě se nachází prameniště, která způsobují podmáčení půdy. Pod pozemky technických služeb dochází z důvodu podmáčení k sesuvům půdy. Část svahu již byla zpevněna v patě betonovou zdí, podél které je umístěn betonový odvodňovací žlab, kterým je voda odváděna do nejnižšího místa, kde se nachází levostranný přítok toku Sušanka, viz Obrázek 1-36 a 1-37. Oblast spadá do kategorie Lužní a mokřadní lesy.



Obrázek 1-36 Park Stromovka, pohled na opevnění paty svahu pod pozemky technických služeb



Obrázek 1-37 Sitace nad Openstreet mapou [11]

Návrh řešení:

Doporučujeme provést revizi zpracované projektové dokumentace a doplnit prvky podporující odvedení vody z nežádoucích míst, jako je komunikace, na vhodná místa a zajistit tak ochranu majetku. V parku se nachází občasná vodoteč, do kterého je svedena voda z části svahu pod pozemky Technických služeb. Navrhujeme zde podpořit a rozšířit stávající mokřadní společenstva, doplnit tůňky a slepá ramena. Vodu ze svahů podél komunikace a z komunikace je možné odvádět příčnými odvodňovacími prvky.

1.7.8. Ulice Hálkova

Pod rodinnými domy v ulici Hálkova se směrem na jihozápad prudce svažuje terén ke korytu potoka Stružník. Svah byl z důvodu sesuvu a hrozícímu narušení statiky rodinných domů v roce 2010 v patě stabilizován opěrnou betonovou zdí s mohutnými základy. Pod opěrnou zdí bylo koryto potoka napřímeno. V místě nejvíce zasaženého RD sesuvy, který stojí na parcele p.č. 3000/5, byla naměřena nadmořská výška na ulici Hálkova cca 275 m n.m. a kóta dna koryta potoka pod opěrnou zdí byla naměřena cca 259,2 m n.m. Převýšení je zde cca 16 m, což znamená, že sklon svahu je 1:5,8. Informace o nadmořských výškách byly čerpány z Geoportálu ČÚZK.

Dále po toku vzniká v korytě vodního toku Stružník rozsáhlá břehová eroze, která způsobila odkrytí betonové kanalizační šachty a zřícení mostku. Zdokumentováno je to na situacích níže, viz *Obrázek 1-38 až 1-47*.



Obrázek 1-38 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-39 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-40 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-41 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-42 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-43 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-44 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-45 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-46 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze



Obrázek 1-47 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze

Návrh řešení:

Dle zpracovaného Biologického posouzení a posouzení projektu „Vyhodnocení stavu koryta vodního toku Stružník“, které zpracoval pan Mgr. Adrián Czernik v červenci 2021, je možné provádět lokálně stabilizační zásahy do koryta toku v místech, kde dochází ke křížení s komunikacemi, mostky, inženýrskými sítěmi nebo produktovody. Zpracovatel zde také uvádí, jakým způsobem a z jakých materiálů lze úpravy provádět.

Doporučujeme tedy zadání vypracování projektové dokumentace, která vyřeší opravy břehových nátrží přírodě blízkými opatřeními a bude tak respektovat již zpracované biologické posouzení založené na místních šetřeních.

Podle našeho názoru se v řešené lokalitě nabízí vyčištění a prohloubení levého ramene potoku Stružník, čímž dojde k rozdělení průtoků a zachování vzniklého ostrůvku. Pravé rameno bude vyžadovat opravu nátrží a opevnění břehu pod komunikací a kolem kanalizační šachty. V rámci projektových prací bude potřebné provedení revize všech výústí do potoka, stanovení množství vypouštěných vod a výpočet kapacity koryta.

1.7.9. Ulice Farská a Frýdecká

Lokalita se nachází mezi ulicemi Farská a Frýdecká (Obrázky 1-48 až 1-49). V současné době se jedná o pozemky zemědělsky obdělávané se způsobem využití jako orná půda. Dle informací města se na pozemcích nacházejí staré meliorace. Terén je směrem k SV mírně svažitý. Podle platného územního plánu (ÚP) města Havířov je lokalita v návrhovém stavu jako plocha smíšená obytná venkovská. Pro zástavbu lokality bylo vydáno společné povolení pod názvem „Havířov-Bludovice: Lokalita Zákostelí: veřejná dopravní a technická infrastruktura pro rodinné domy“, zahrnující mj. výstavbu komunikace a její odvodnění, chodník a přivedení inženýrských sítí. Odvodnění jednotlivých RD na základě individuálních HG posudků budou řešit vlastníci pozemků vybudováním záchytných nádrží s řízeným odtokem.



Obrázek 1-48



Obrázek 1-49

Z archivních průzkumných prací na lokalitě plyne, že pod 0,30-0,40 m polohou orniční vrstvy se nachází sprašové hlíny o mocnosti 3,20-3,50 m. Vrtem B-1 byly pod sprašovými hlínami zastiženy kvartérní písky a štěrky a od hloubky 8,50 m navětralé křídové jílovce. Vrtem B-2 byly pod sprašovými hlínami zastiženy prachovité až jílovité hlíny a hlíny písčité, od hloubky 7,20 m pak štěrkopísek.

Základní litologická data jsou prezentována v následující tabulce č. 1-10 a tabulce 1-11.

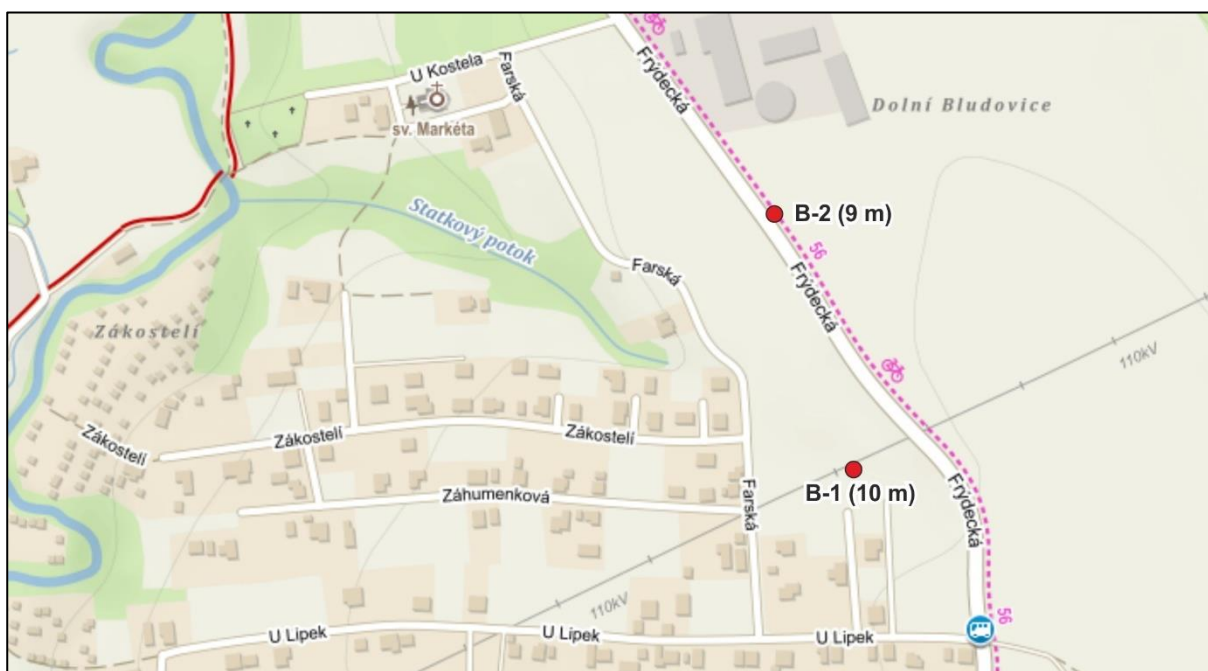
Tabulka 1-10 Zákl. litologická data – vrt B-1

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-0,30	Ornice, hnědá	Kvartér	8,50	8,00

0,30-3,80	Hlína sprašová	Kvartér		
3,80-5,00	Písek, hlinitý	Kvartér		
5,00-6,20	Písek	Kvartér		
6,20-8,50	Štěrka	Kvartér		
8,50-10,00	Jílovec navětralý, měkký	Křída		

Tabulka 1-11 Zákl. litologická data – vrt B-2

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-0,40	Ornice, hnědá	Kvartér	Suchý vrt	Suchý vrt
0,40-3,60	Hlína sprašová	Kvartér		
3,60-6,40	Hlína prachovitá, jílovitá	Kvartér		
6,40-7,20	Hlína písčité	Kvartér		
7,20-9,00	Štěrkaopísek	Kvartér		

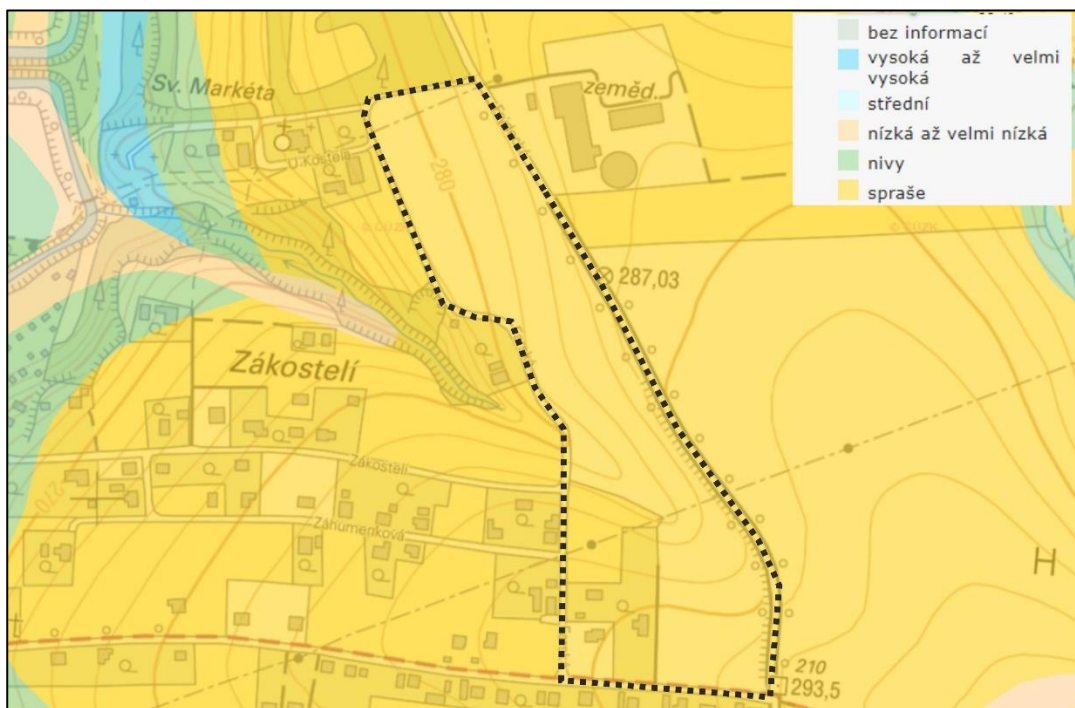


Obrázek 1-50 Vrtná prozkoumanost [10, upraveno]

Geologické poměry na lokalitě jsou nehomogenní, jak dokazují litologické profily z archivních vrtů B-1 a B-2 (Obrázek 1-50). Vzhledem k přítomnosti sprašových hlín se jeví jako nejideálnější volba nakládání s dešťovou vodou její vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu pomocí vsakovacích průlehů. Vzhledem k plánovanému využití lokality jako plochy pro bydlení je však nutné hledat prostorověji vhodnější řešení, kdy připadá v úvahu vsakování do vrstev hlíny písčité a písku, případně štěrku, které jsou na lokalitě vyvinuty v hloubce cca 5,0-6,40 m.

Rovněž je nutné definovat okrajové podmínky vrstvy (vrstev, souvrství, hydrogeologického kolektoru), do které se bude srážková voda vsakovat (Obrázek 1-51). Generelní směr proudění

podzemní vody je konformně se sklonem terénu SZ-JV, směrem ke Statkovému potoku a řece Lučině.



Obrázek 1-51 Mapa potenciálního vsaku

Návrh řešení:

Odvodnění jednotlivých RD budou řešit vlastníci pozemků na základě individuálních HG posudků vybudováním záchytných nádrží s řízeným odtokem. Odvodnění komunikace je řešeno cestním příkopem a je směřováno do stávající vodoteče.

Vzhledem k územně poměrně rozsáhlému projektu a nejednoznačnosti účinnosti návrhů odvodnění doporučujeme jeho funkčnost ověřit hydrogeologickými vrtů a také výpočtem pomocí matematického srážkoodtokového modelu rozvojové lokality.

Doporučujeme v nové výstavbě prosazovat a aplikovat v maximální míře moderní prvky hospodaření se srážkovými vodami. Ačkoli lokalita není vhodná k intenzivnímu zasakování, můžeme kýženého efektu dosáhnout maximalizací plošného řešení rozložení srážkových vod. Použití zasakovacích povrchů na veřejných plochách a komunikacích, podporovat a iniciovat zadržování srážkových vod v nadzemních a podzemních nádržích rodinných domů pro její zpětné využití na zálivku či jako užitkové vody v domácnostech, doplnění zatravněných a osázených průlehů, doplnění vegetace pro zvýšení výparu ze zelených ploch. Maximalizovat podíl zatravněných ploch přes které je voda postupně pozvolně odváděna. V minimálním podílu zpevněných ploch vždy zajistit vlivem úpravy obrubníků nátok srážkových vod do zatravněných pásů. Maximálně podporovat a propagovat realizaci zelených střech na soukromých pozemcích budoucích majitelů domů.

V současné době se uvažuje s výstavbou 35 domů na ulici Farská, je zpracovaná projektová dokumentace na výstavbu komunikace a jejího odvodnění. Je navržena výstavba 2 poldrů a odvod do vodního toku Lučina. Řešení pro jednotlivé rodinné domy není centrální. V budoucnosti se uvažuje dle ÚP s výstavbou dalších cca 100 domů na ulici Frýdecká. Pokud bude prosazována politika maximalizace návrhů HDV opatření, nebude nutné řešit odtok srážkových vod z území,

protože veškerá srážková voda bude na lokalitě zůstávat. Předmětná developerská lokalita může mít po prosazení návrhů HDV opatření ambici stát se vzorovým rozvojovým územím regionu.

1.7.10. Ulice Přátelství a Na Dolanech

Lokalita se nachází mezi místní částí Podlesí a Životice. Plocha je mírně svažité od V k Z. Ulice Přátelství se nachází v nadmořské výšce cca 320 m n.m. a ulice na Dolanech, která leží vzdušnou čarou cca 700 m pod ulicí Přátelství směrem na sever, se nachází v nadmořské výšce přibližně 300 m n.m. Převýšení těchto dvou ulic je tedy okolo 20 metrů. Dle platného ÚP se jedná o plochy s využitím individuálního bydlení ve stabilizovaném i návrhovém stavu. Ulice Přátelství se stala v posledních letech rozvojovou a nyní zde stojí 8 nových rodinných domů. K novým rodinným domům byla vybudována splašková kanalizace. Celá tato lokalita má jílovité podloží, které nevhodné pro zasakování srážkové vody. Tato voda proto stéká dolů směrem k ulici na Dolanech, kde se hromadí a způsobuje zatopení v okolí rodinných domů (Obrázky 1-52 až 1-57).



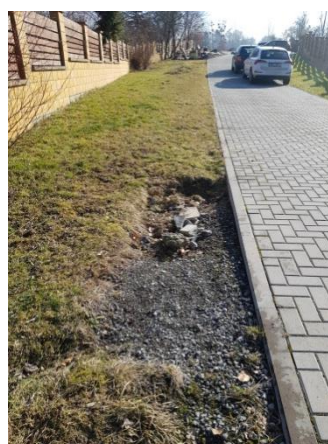
Obrázek 1-52 Výkop pro pokládku kanalizace u kruhového objezdu.



Obrázek 1-53 Výkop pro pokládku kanalizace u kruhového objezdu.



Obrázek 1-54 Ulice Přátelství a Na Dolanech



Obrázek 1-55 Ulice Přátelství a Na Dolanech

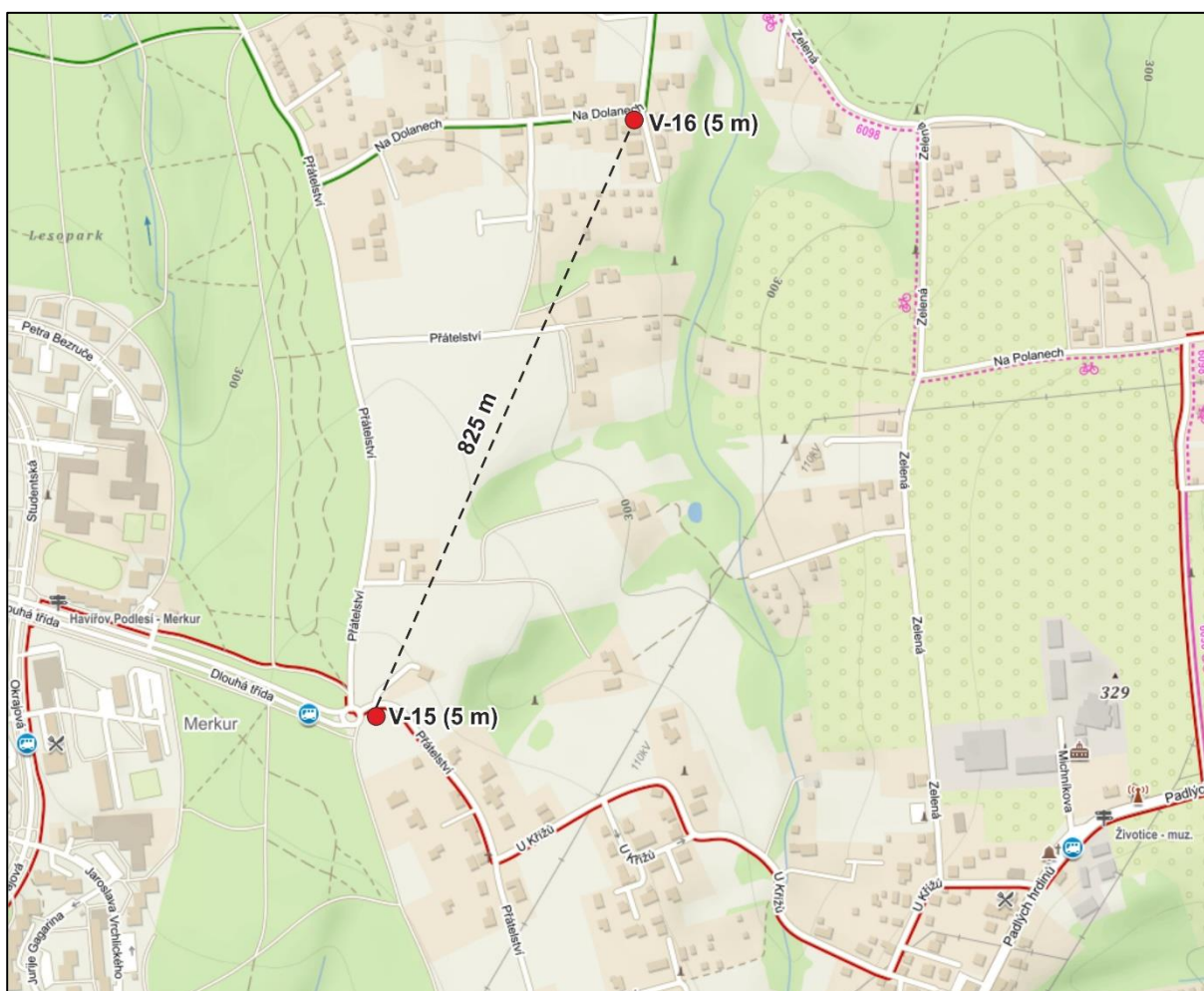


Obrázek 1-56 Ulice Přátelství a Na Dolanech



Obrázek 1-57 Ulice Přátelství a Na Dolanech

Vrtná prozkoumanost na lokalitě je velmi omezená (Obrázek 1-58). Prakticky se jedná pouze o dva inženýrskogeologické vrty V-15 a V-16 o hloubce 5,0 m, vyhloubené v rámci předběžného inženýrskogeologického průzkumu trasy vodovodního přivaděče a základových poměrů pro výstavbu vodojemu (Jursová, 1984). Litologický popis vrtů prezentují *Tabulky č. 1-12 a 1-13*.



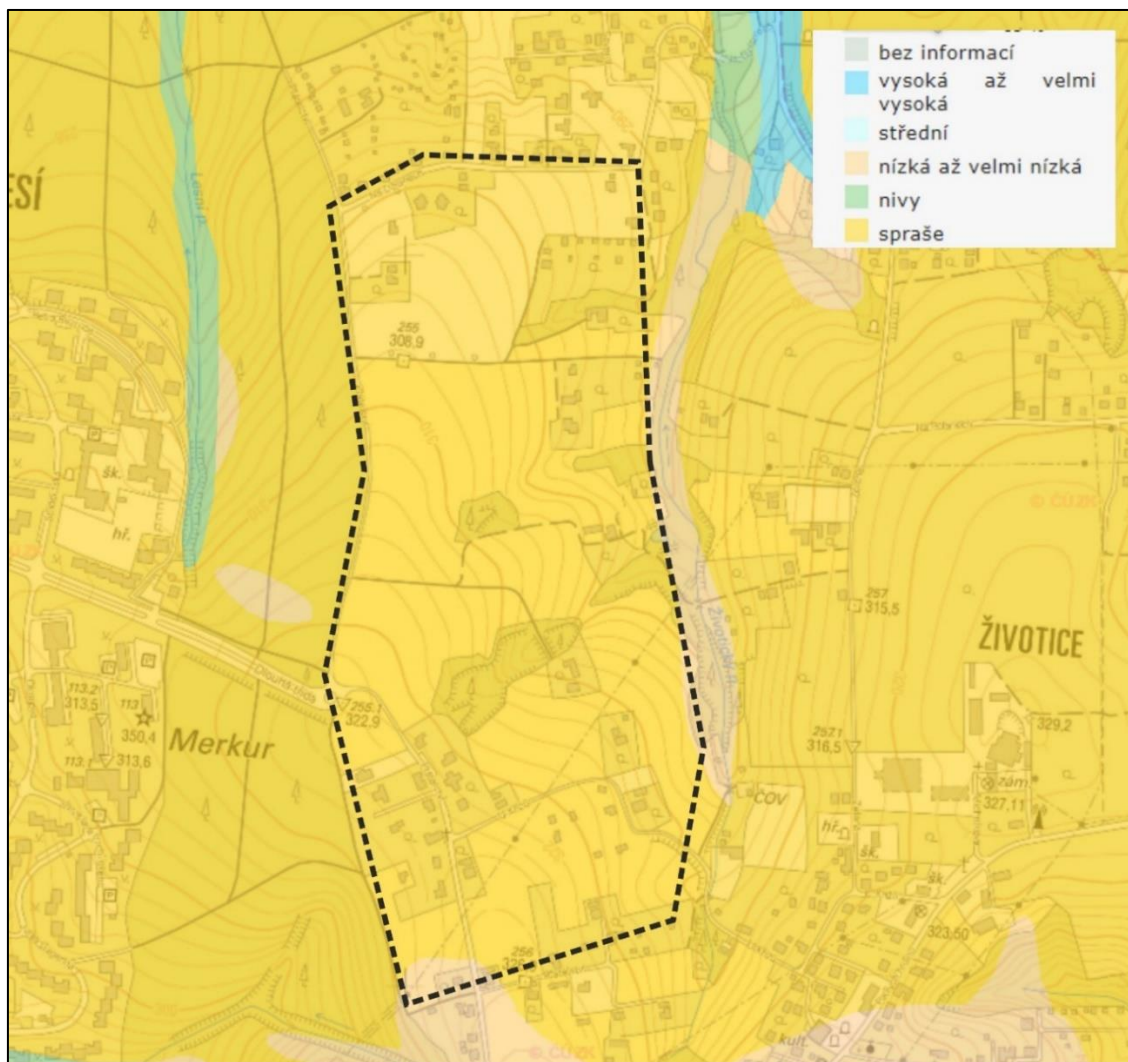
Obrázek 1-58 Vrtná prozkoumanost [10, upraveno]**Tabulka 1-12 Zákl. litologická data – vrt V-15**

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-0,90	Hlína, prachovitěpísčitá až jílovitá	Kvartér	4,30	3,20
0,90-2,40	Písek, jílovitý	Kvartér		
2,40-3,70	Písek, jemnozrnný, slabě jílovitý	Kvartér		
3,70-4,30	Písek, jemnozrnný, zavlhlý	Kvartér		
4,30-5,00	Jíl, prachovitý	Kvartér		

Tabulka 1-13 Zákl. litologická data – vrt V-16

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-0,70	Hlína humózní	Kvartér	-	3,20
0,70-3,30	Hlína, jílovitá, prachovitá	Kvartér		
3,30-4,30	Hlína jílovitá, prachovitě až jemně písčitá	Kvartér		
4,30-5,00	Hlína jílovitá, tuhá	Kvartér		

Geologické prostředí na lokalitě je tvořeno především eolickými sedimenty ve formě sprašových hlín. Při terénní rekognoscaci studované lokality byl zdokumentován výkop u výstavby domů při kruhovém objezdu na křížení ulic Přátelství a Dlouhá třída. Pod cca 0,50 m mocnou vrstvou ornice se nacházela sprašová hlína, žlutohnědé barvy, tuhé konzistence. Ve výkopu byla stojatá voda. Vzhledem k přítomnosti sprašových hlín, které mají funkci hydrogeologického poloizolátoru je však vody značně omezený. Studovaná lokalita je z hlediska vsaku srážkové vody nevhodná (*Obrázek 1-59*).



Obrázek 1-59 Mapa potenciálního vsaku

Návrh řešení:

Nové projekty rodinných domů by měly dokládat nejen hydrogeologický průzkum, ale také vsakovací zkoušku. Po terénním průzkumu, během kterého byly zkoumány výkopy kanalizace, i přípravu pláně pro kopání základů nového RD je možné usoudit na jílovité nepropustné podloží v rozvojové lokalitě na ulici Přátelství. Daná lokalita bude pro vsakování nevhodná, to by měly dokládat také vsakovací zkoušky a hydrogeologické průzkumy lokality.

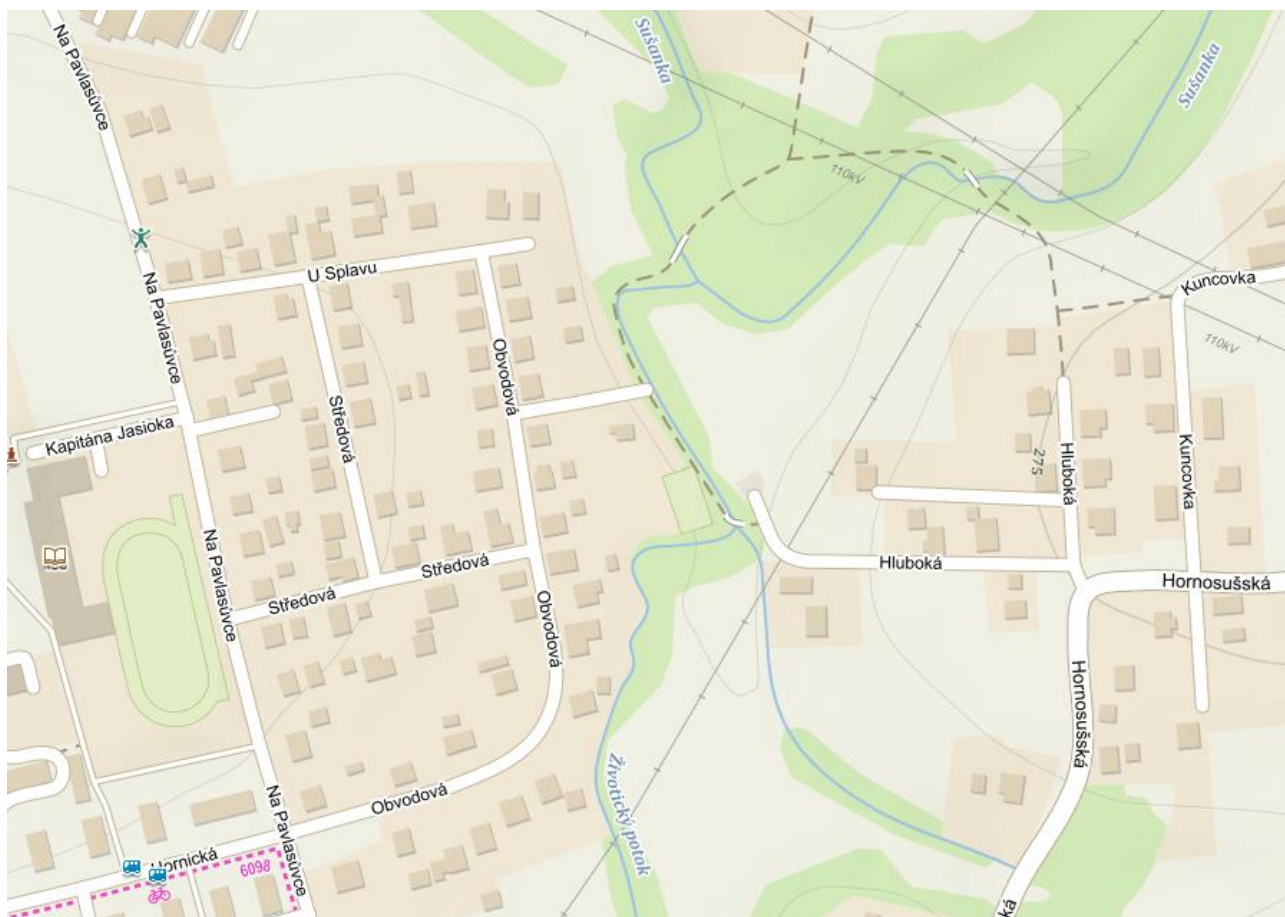
Doporučujeme zde široce prosazovat a aplikovat v maximální míře moderní prvky hospodaření se srážkovými vodami. Ačkoli lokalita není vhodná k intenzivnímu zasakování, můžeme kýženého efektu zpomalení a pozdržení odtoku dosáhnout maximalizací plošného řešení rozložení srážkových vod. Použití zasakovacích povrchů na veřejných plochách a komunikacích, podporovat a iniciovat zadržování srážkových vod v nadzemních a podzemních nádržích rodinných domů pro její zpětné využití na zálivku či jako užitkové vody v domácnostech, doplnění zatravněných a osázených průlehlů, doplnění vegetace pro zvýšení výparu ze zelených ploch. Maximalizovat podíl zatravněných ploch přes které je voda postupně pozvolně odváděna. V minimálním podílu zpevněných ploch vždy

zajistit vlivem úpravy obrubníků nátok srážkových vod do zatravněných pásů. Podporovat a propagovat realizaci zelených střech na soukromých pozemcích budoucích majitelů domů.

Dále by v rámci budování nové komunikace, která bude spojoval novou lokalitu se stávající, v ulici na Dolanech, mělo být řešeno odvodnění komunikace, po které bude voda stékat. Doporučujeme vyspádovat komunikaci na jednu stranu, doplnit ji příčnými odvodňovacími žlaby a sběrnou svodnicí podél komunikace, která bude zaústěna do nové dešťové kanalizace. Nyní v území dešťová kanalizace není realizována.

1.7.11. Ulice Obvodová

V této lokalitě se nachází rodinné domy se zahradami (Obrázek 1-60). Dle informací města jsou v lokalitě problémy při přívalových deštích, kdy dochází k zaplavení sklepů některých rodinných domů u staré zastávky. Ulice Obvodová je nejnižší položena a ostatní ulice jsou svažovány k ní. V nejnižším místě, které se nachází na křižování s ulicí U Splavu, je ulice v nadmořské výšce cca 267,5 m n.m. Oproti tomu ulice Na Pavlasůvce má v nejvyšším místě cca 273,26 m n.m. Ulice Středová, nacházející se mezi těmito dvěma ulicemi má v nejvyšším bodě cca 270,83 m n.m. Informace o nadmořských výškách byly čerpány z Geoportálu ČÚZK.



Obrázek 1-60 Ulice Obvodová [10]

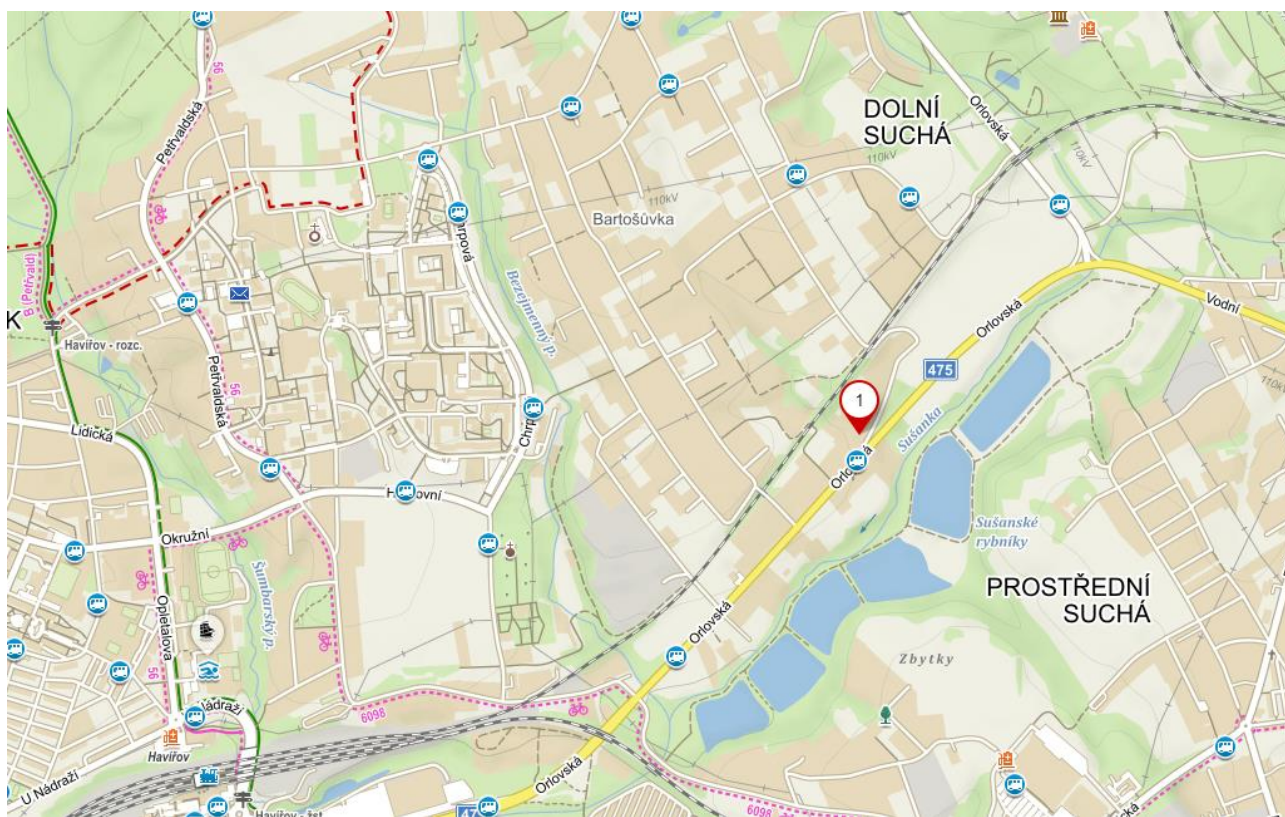
Návrh řešení:

Na základě podkladů od města, které dokládají rozšíření kanalizační sítě ve městě bylo zjištěno, že se v dané lokalitě nenachází dostupná dešťová kanalizace. Lokalita se nachází na jílovitém podloží. Doporučujeme zpracování generelu odvodnění města Havířov a rozšíření dešťové kanalizační sítě do zastavěných lokalit.

V tomto případě by šla voda gravitačně odvádět do Životického potoka nebo do Sušanky. Projekt by měl být doložen srážkoodtokovým modelem a hydraulickými výpočty, prokazujícími kapacitu vodního toku a možnost vypouštění vody do něj. V případě nízké kapacity toku je možné vodu vypouštět z navrhovaných retenčních prvků regulovaně.

1.7.12. Pod ulicí Orlovská – zahrádkářská osada Dolnosušský potok

Na severo-západní straně ulice Orlovská se nachází zahrádkářská osada Dolnosušský potok (Obrázek 1-61). Výše nad zahrádkářskou kolonií se nachází rozsáhlé zastavěné území, které dle dostupných podkladů nemá vybudovanou síť dešťové kanalizace. Terén je svažité směrem k ulici Orlovská, celá oblast je z obou stran ohraničená vodními toky, které ústí do potoku Sušanka. Dolnosušský potok je ve správě statutárního města Havířov a vodní tok Sušanka je ve správě Povodí Odry, s.p. Voda ze zahrádek je odváděna kanálem, který je veden pod komunikací na druhou stranu a je vyústěn do potoku Sušanka (Obrázky 1-62 až 1-63). Dle informací města má potok Sušanka malou kapacitu a voda se tak rozlévá do zahrádek na jiho-západní straně ulice Orlovská. Není však známo, jak velké množství vod je z této oblasti do potoku Sušanka odváděno. S ohledem na morfologii terénu a nevybudovanou dešťovou kanalizaci zastavěného území by mohlo jít o dešťovou vodu nejen ze zahrádek.



Obrázek 1-61 Zákres lokality - zahrádkářská osada Dolnosušský potok



Obrázek 1-62 Zahrádkářská osada Dolnosušský potok



Obrázek 1-63 Zahrádkářská osada Dolnosušský potok

Návrh řešení:

V první řadě doporučujeme provést výpočet kapacity potoku Sušanka a jeho vedlejších přítoků, mezi které patří také Šumbarský potok (viz *Kap. 1.7.12*). Dále je potřeba stanovit množství vypouštěných vod do vodních toků čili provést revizi veškerých napojení, na jejichž základě bude možné posoudit, zda jednotlivé toky mají nebo nemají dostatečnou kapacitu.

Dále doporučujeme zpracování generelu odvodnění města Havířov a rozšíření dešťové kanalizační sítě do zastavěných lokalit. Nové kanalizační sítě by pak byly budovány s retenčními nádržemi s regulací odtoku. Povolené množství vypouštěné vody a velikost retenčních nádrží stanoví výpočty jak pro kapacitu koryta, tak pro vypouštěné množství vody.

1.7.13. Šumbarský potok

Šumbarský potok je pravostranným přítokem říčky Sušanky, která odvodňuje celou severní až severovýchodní část území města Havířova. Šumbarský potok pramení v Pežgovském lese, v severo-západní části města Havířova protéká okolo garážovišť na ulici Školní a pod ulicí Lidická, pod ulicí Okružní protéká za sportovními halami až k ulici U Nádraží, kde přechází pod drážním tělesem v zatrubněný potok. Za drážním tělesem přechází potok opět v otevřené koryto. Po pravé straně, vedle parkoviště supermarketu Tesco, byl vytvořen rozliv. Koryto potoka protéká pod ulicí Orlovská, před nájezdem na velký kruhový objezd, o opět se mění v zatrubněný potok. Na nátoku do zatrubněné části potoka jsou osazeny česle pro zadržení hrubých splavenin. Na druhé straně komunikace se Šumbarský potok vlévá do Sušanky. Výška nátoky do Sušanky je limitována výškou propustky Sušanky pod komunikací. Správcem vodního toku Šumbarský potok jsou Lesy České republiky, s. p. a statutární město Havířov (*Obrázky 1-64 až 1-69*). Vodní tok je na hranici své kapacity.



Obrázek 1-64 Nové sportovní haly pod ulicí Okružní.



Obrázek 1-65 Koryto Šumberského potoka za sportovními halami pod ulicí Okružní.



Obrázek 1-66 Koryto Šumberského potoka níže po toku, ulice U Nádraží, ČOV.



Obrázek 1-67 Pohled na vyústění zatrubněné části Šumberského potoka pod drážním tělesem a vytvořený rozliv u parkoviště supermarketu Tesco.



Obrázek 1-68 Pohled na nátok do zatrubněné části Šumberského potoka pod ulicí Orlovská, česle na nátok.



Obrázek 1-69 Vytvořený rozliv u parkoviště supermarketu Tesco.

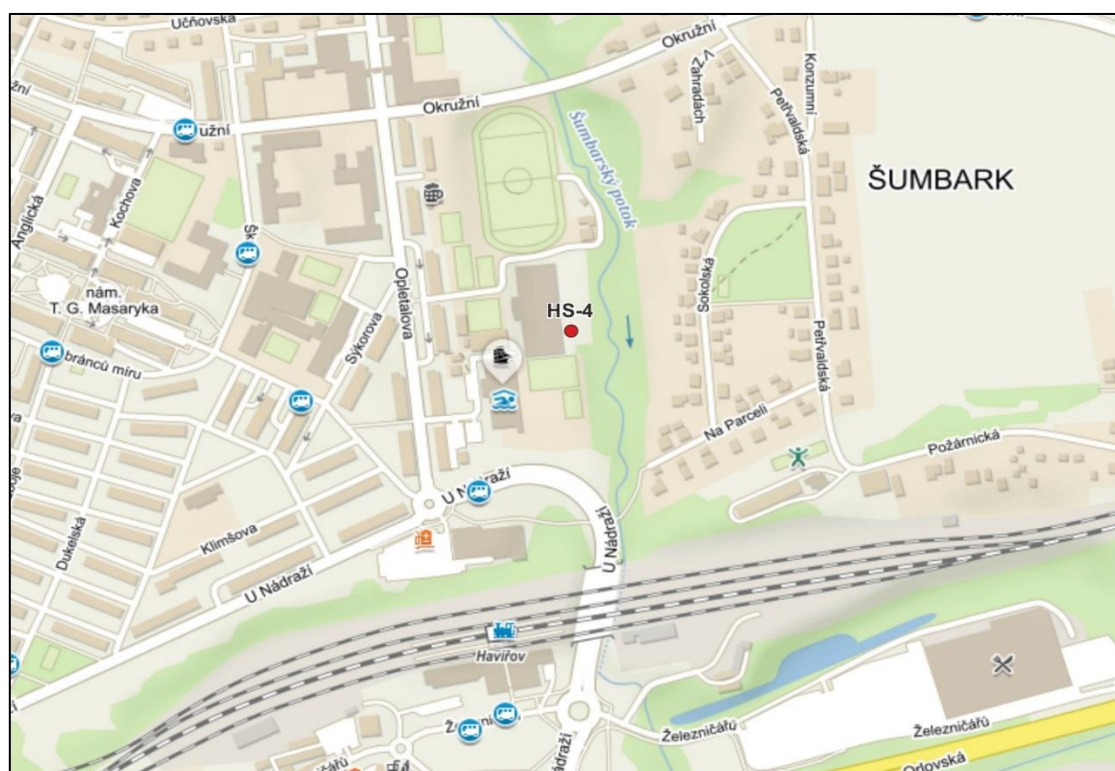
1.7.14. Šumbarský potok při sportovním areálu

Lokalita se nachází v katastrálním území Šumbark. Dle platného ÚP se jedná o plochy, které plní funkci lesní plochy a zároveň lokálního biokoridoru.

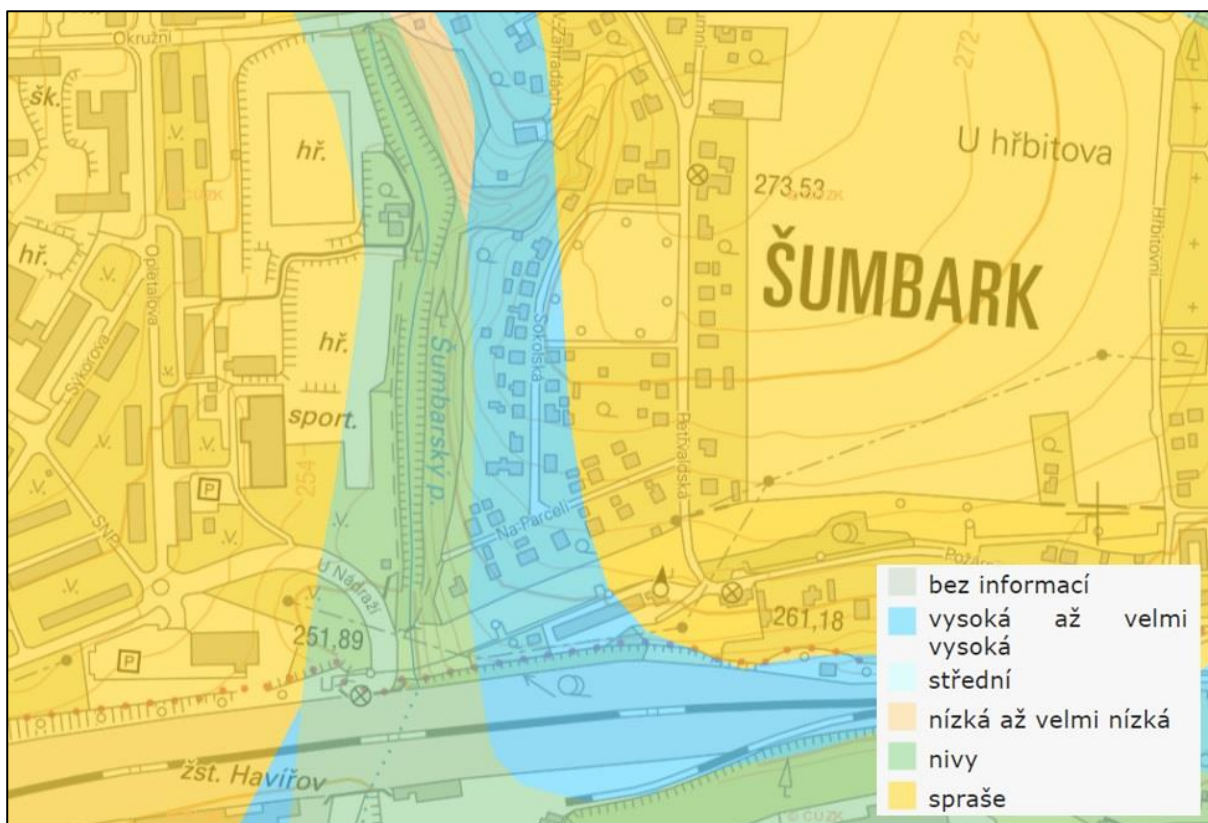
Z geologického hlediska se jedná o prostředí tvořené sedimenty fluviálními (říčními), glacigenními (ledovcovými) a glacifluviálními sedimenty (sedimenty vytvořené procesy tavných vod buď na, uvnitř, pod nebo v předpolí ledovce). Fluviální sedimenty tvoří hlíny, písky, štěrky, glacigenní sedimenty tvoří tilly – nevytříděné jíly až písky a glacifluviální sedimenty jsou zastoupeny písky až štěrky. Šumberský potok zde tvoří erozní rýhu, kde není vyvinut kvartérní pokryv ve formě eolických sedimentů. Archivními vrtnými pracemi (Cron, 2014) byla prostřednictvím vrtu HS-4 zastižena pod 2,30 m mocnou polohou navážek 0,30 m mocná poloha jílu, v jehož nadloží byly od hl. 2,60 m zastiženy štěrky písčité. Hladina podzemní vody byla naražena v hloubce 2,0 a 2,60 m a ustálila se v hloubce 1,30 m p. t. (*Obrázek 1-70*)

Tabulka 1-14 Zákl. litologická data – vrt HS-4

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV (m)	naražená	HPV (m)	ustálená
0,00-2,30	Navážky	Antropogen	2,0 +2,60		1,30	
2,30-2,60	Jíl, šedý, tuhý	Kvartér				
2,60-3,00	Štěrk písčitý	Kvartér				



Obrázek 1-70 Vrtná prozkoumanost [10, upraveno]



Obrázek 1-71 Mapa potenciálního vsaku

Podle mapy potenciálního vsaku (Obrázek 1-71) lze studovanou lokalitu zařadit do kategorie č. 4 sedimenty nivy. Pro toto prostředí je vhodné vsakování prostřednictvím přírodně blízkých opatření (plošné přes půdní profil, plošné přes technické prvky, vsakovací průleh, nádrž retenční nádrž, viz Tabulka č. 1-4).

1.7.15. Okolí supermarketu Tesco

Lokalita se nachází v katastrálním území Havířov město. Ze severu je ohraničena železniční tratí a z jihu silnicí II/475 spojující Havířov a Karvinou. Dle platného ÚP se jedná o plochy, které plní funkci občanského vybavení – komerční zařízení (supermarket Tesco), dále plochy smíšeného nezastavěného území. Zeleň mezi železniční tratí a Tescem je zároveň v návrhovém stavu vedena jako lokální biokoridor. Východně od supermarketu Tesco se nachází zahrádkářská osada, která je dle ÚP v návrhovém stavu vedena jako plocha plnící funkci lokálního biocentra.

Geologická stavba ve studované lokalitě byla zjišťována především v rámci inženýrskogeologického průzkumu pro zamýšlené autobusové nádraží na začátku 90. let. Vybrané archivní vrty jsou prezentovány na Obrázku č. 1-72. Na geologické stavbě se podílí kvartérní fluvialní sedimenty. Vrtnými pracemi byly zastiženy nejprve navážky o mocnosti 2,50-4,70 m, v jejich podloží byly následně zastiženy kvartérní sedimenty ve formě jílu, jílu písčitého, místy až charakteru rašeliny se zbytky flóry. V nižších polohách od 3,50 m – někde až od 7,50 m – štěrky písčité. Kvartérní pokryv je tak značně nehomogenní, jeho mocnost byla zjištěna od 4,60 do 9,0 m. V podloží kvartérních sedimentů byly zastiženy neogenní jílovité sedimenty. Hladina podzemní vody byla naražena ve štěrcích a je mírně napjatá.

Tabulka 1-15 Zákl. litologická data – vrt S-6

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-3,00	Navážka – hlína se štěrkem, kameny	Antropogen	-	6,50
3,00-4,70	Navážka – jíl	Antropogen		
4,70-7,50	Jíly písčité	Kvartér		
7,50-9,00	Štěrk jílovitopísčitý	Kvartér		
9,00-10,00	Slín (jíl)	Neogén		

Tabulka 1-16 Zákl. litologická data – vrt S-8

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-2,50	Navážka, hlína s kameny	Antropogen	-	4,50
2,50-3,20	Jíl písčitý	Kvartér		
3,20-3,50	Štěrk jílovitopísčitý	Kvartér		
3,50-5,00	Jíly písčité	Kvartér		
5,00-5,80	Štěrk písčitý	Kvartér		
5,80-6,20	Jíl	Kvartér		
6,20-10,00	Slín (jíl)	Neogén		

Tabulka 1-17 Zákl. litologická data – vrt S-13

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-2,00	Navážka, hlína s kameny	Antropogen	-	1,00
2,00-3,90	Jíly písčité	Kvartér		
3,90-4,20	Písek jílovitý	Kvartér		
4,20-4,60	Štěrk písčitý	Kvartér		
4,60-6,00	Slín (jíl)	Neogén		

Tabulka 1-18 Zákl. litologická data – vrt S-18

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-1,80	Navážka, hlína s kameny	Antropogen	-	3,00
1,80-3,40	Jíly písčité	Kvartér		
3,40-6,00	Štěrk písčitý	Kvartér		

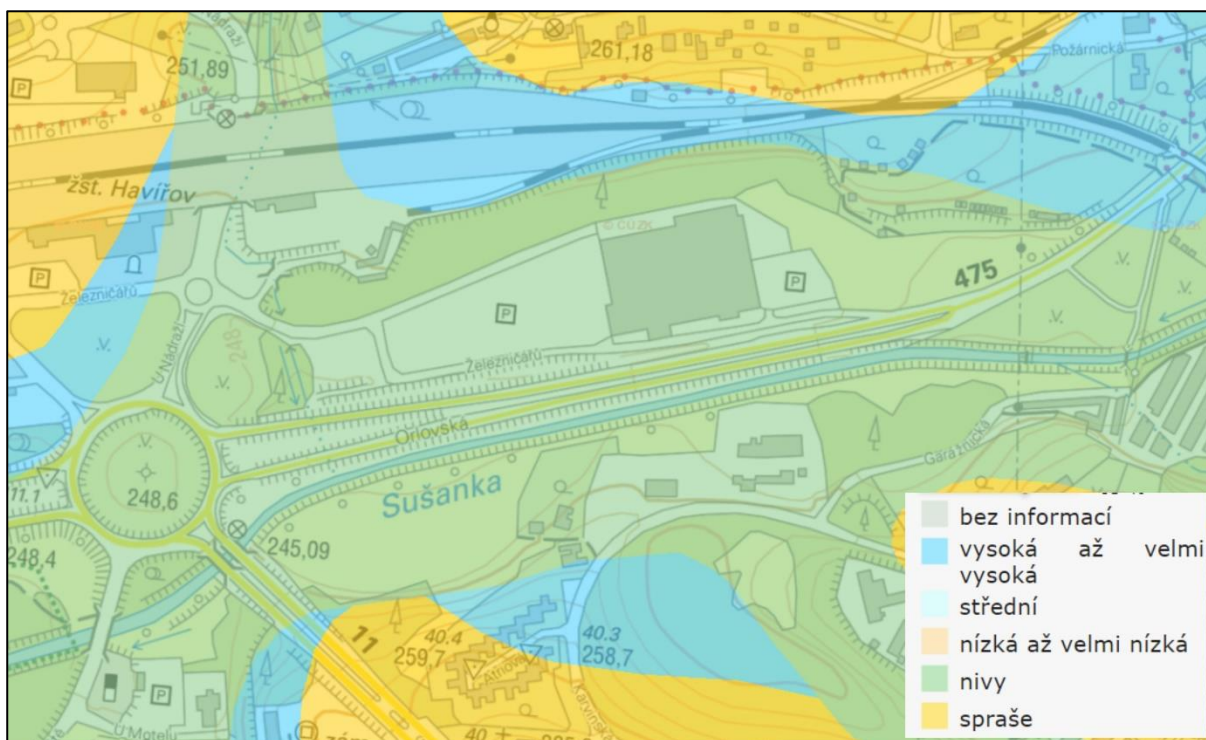
Tabulka 1-19 Zákl. litologická data – vrt S-16

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV (m)	naražená	HPV (m)	ustálená
0,00-3,20	Navážka	Antropogen	-		1,20	
3,20-4,30	Jíly prachovité, písčité	Kvartér				
4,30-4,60	Štěrk písčité	Kvartér				
4,60-5,00	jíl	Kvartér				



Obrázek 1-72 Vrtná prozkoumanost [10, upraveno]

Podle mapy potenciálního vsaku (Obrázek 1-73) lze studovanou lokalitu zařadit do kategorie č. 4 sedimenty nivy. Pro toto prostředí je vhodné vsakování prostřednictvím přírodně blízkých opatření, plošné přes půdní profil, plošné přes technické prvky, vsakovací průleh, nebo akumulace do retenční nádrže.



Obrázek 1-73 Mapa potenciálního vsaku

Návrh řešení:

Kapacita koryta vodního toku je pravděpodobně nedostatečná. Bylo by třeba její kapacitu ověřit srážkoodtokovým modelem. Následně bude možné posoudit, zda stávající množství vypouštěných vod z přilehlých zpevněných ploch areálu nákupního centra není nad rámec jeho kapacity. Doporučujeme na stávajících dešťových kanalizačních sítích, kterými jsou srážkové vody odváděny do Šumbarského potoka doplnit retenční nádrž s možností regulovaného odtoku. Povolené množství vypouštěné vody a velikost retenční nádrže pak stanoví výpočty jak pro kapacitu koryta, tak pro vypouštěné množství vody. Případná nová výstavba v těchto lokalitách by již měla mít v době zpracování projektové dokumentace stanovenou regulaci pro vypouštění dešťové vody do koryta Šumbarského potoka.

Na základě terénní pochůzky doporučujeme provést revizi veškerých napojení do Šumbarského potoka.

1.7.16. Garážoviště na ulici Školní a pod ulicí Lidická

Lokalita se nachází při severním okraji Šumbarku nedaleko pravého břehu Šumbarského potoka. Dle ÚP jsou plochy pozemků využívány jako plochy dopravní infrastruktury silniční. Okolní pozemky plní funkci lesní – hospodářské. Kolem toku Šumbarského potoka se nachází lokální biokoridor.

Garážoviště na ulici školní se nachází v nízké nadmořské výšce oproti okolnímu terénu. Garáže se nachází v kotlině, v přibližné nadmořské výšce 262,00 m n.m., pod rodinnou zástavbou, která přiléhá k ulici Školní, která se svažuje směrem ke garážím. Na křížení ulic Školní a Petřvaldská je přibližná nadmořská výška 284,00 m n.m. a u vjezdu ke garážím je to přibližně 263,00 m n.m. Převýšení ulice školní je tedy přibližně 21 m. Po obou stranách komunikace se nachází odvodňovací příkopy, které

jsou zaústěny do Šumbarského potoka. Dešťové svody z garáží jsou volně vyústěny na terén, což přispívá k rychlému přehlcení okolí garáží vodou (Obrázky 1-74 až 1-77).



Obrázek 1-74: Pohled na ulici Školní směrem k ulici Petřvaldská.



Obrázek 1-75: Zaústění odvodňovacího rigolu do Šumbarského potoka.



Obrázek 1-76: Zaústění odvodňovacího rigolu do Šumbarského potoka. Pohled na ulici Školní, vjezd ke garážím.



Obrázek 1-77: Pohled na Šumbarský potok a garáže.

Níže po proudu potoku se nachází garážoviště pod ulicí Lidická (Obrázky 1-78 až 1-79). Stejně jako garážoviště na ulici Školní leží v nízké nadmořské výšce oproti okolnímu terénu. Ulice Lidická, v místě sjezdu ke garážím, se nachází v přibližné nadmořské výšce 266,7 m n.m. Garáže oproti tomu leží v přibližné nadmořské výšce 258,8 m n.m. Je zde téměř osmi metrové převýšení. Voda při přívalových srážkách do této kotliny natéká z okolí a zaplavuje široké okolí. Při terénní pochůzce bylo zjištěno, že dešťové svody z garáží jsou volně vyústěny na terén, což přispívá k rychlému přehlcení okolí vodou.



Obrázek 1-78 Příjezd ke garážím z ulice Lidická

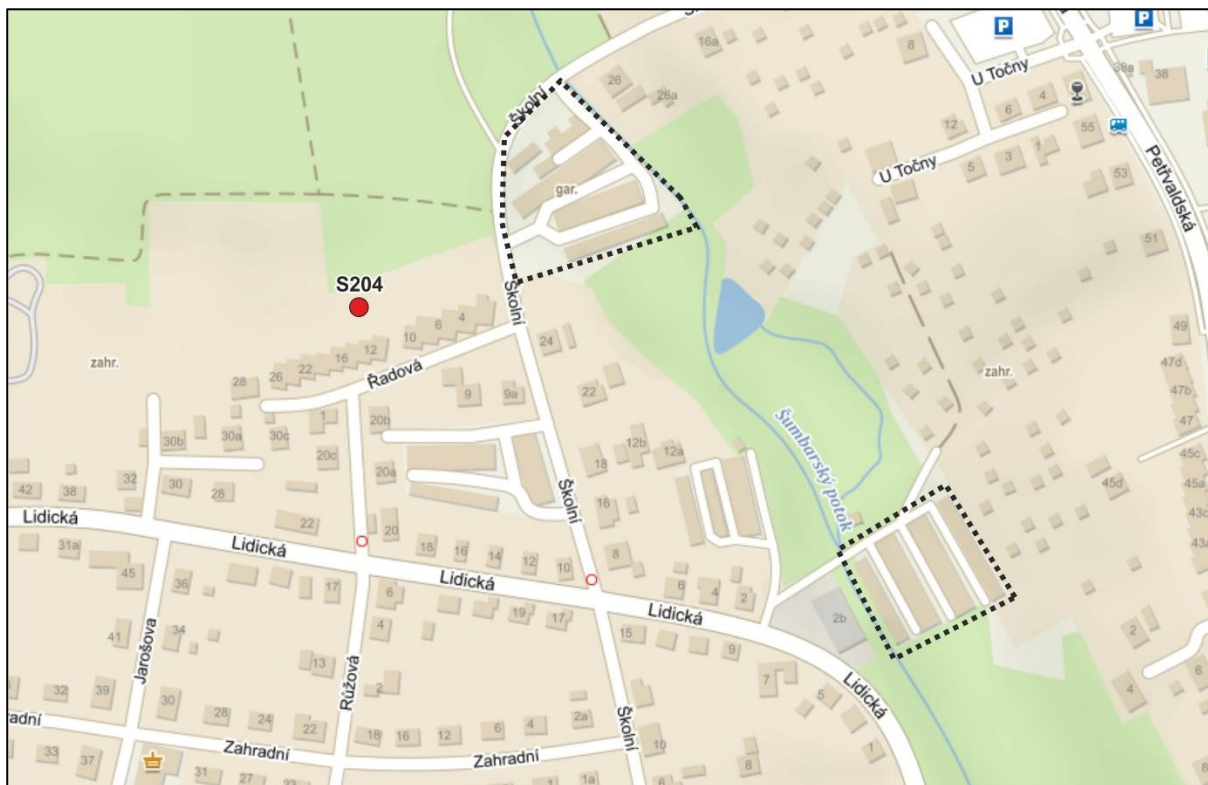


Obrázek 1-79: Pohled na garáže pod ulicí Lidická.

Vrtná prozkoumanost v lokalitě zcela chybí. Nejbližší průzkumné práce se soustředily cca 100 m západně od garážoviště v rámci IG průzkumu „Havířov-166 Luzek“ (Ondra, 1979). Informace z nejbližšího vrtu S204 jsou shrnuty v následující *Tabulce č. 1-20*.

Tabulka 1-20 Zákl. litologická data – vrt S204

Mocnost (m)	Popis	Stratigrafie	HPV naražená (m)	HPV ustálená (m)
0,00-0,30	Ornice	Antropogen	3,80	-
0,30-2,00	Hlína jílovitopísčitá	Kvartér		
2,20-3,80	Hlína silně písčitá	Kvartér		
3,80-5,00	Písek jemnozrnný, tekoucí, šedý	Kvartér		
5,00-6,00	Písek, jemnozrnný, tekoucí, rezavý	Kvartér		

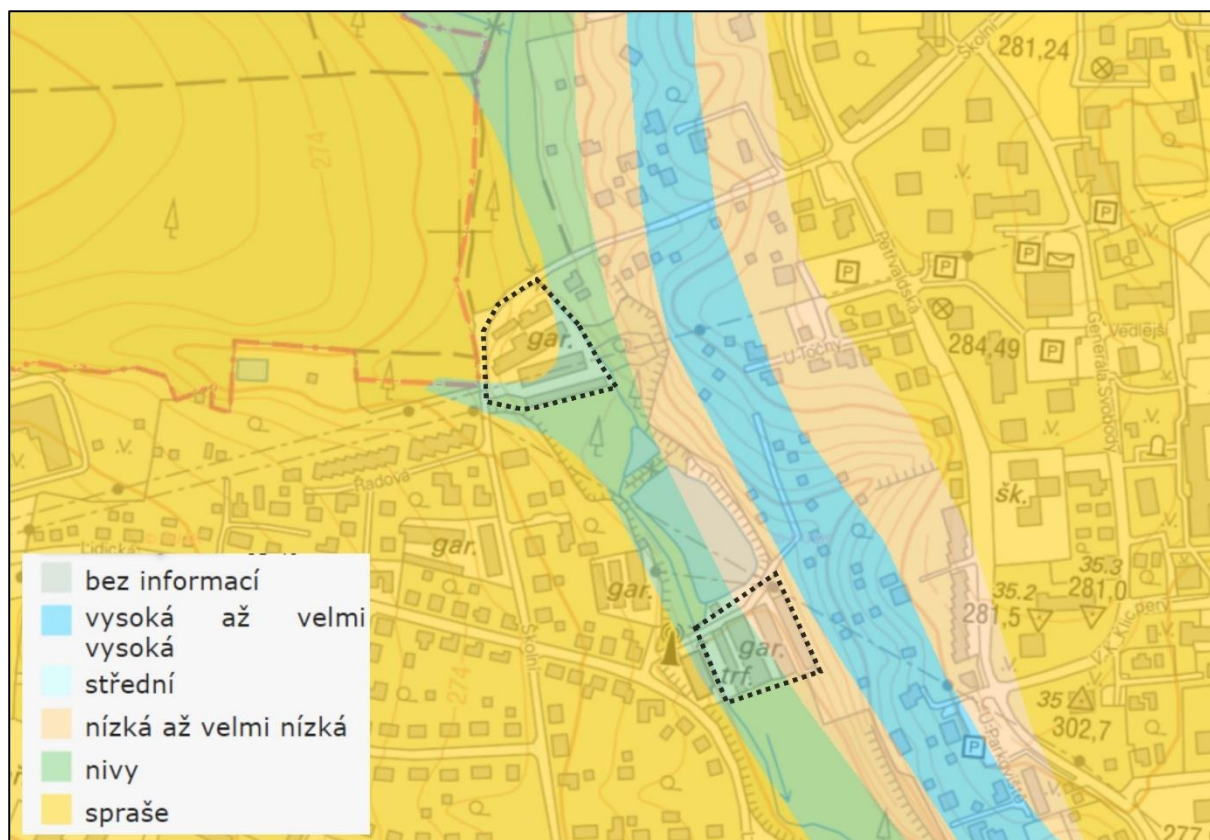


Obrázek 1-80 Vrtná prozkoumanost [10, upraveno]

Garážoviště se nachází v bezprostřední blízkosti Šumberského potoka, v nejnižším místě řešeného území. Výškový rozdíl mezi garážovištěm a archivním vrtem S204 je 7-10 m (Obrázek 1-80).

Z geologického hlediska se jedná o prostředí tvořené sedimenty fluviálními (říčními), glacigenními (ledovcovými) a glacifluviálními sedimenty (sedimenty vytvořené procesy tavných vod buď na, uvnitř, pod nebo v předpolí ledovce). Fluviální sedimenty tvoří hlíny, písky, štěrky, glacigenní sedimenty tvoří tilly – nevytříděné jíly až písky a glacifluviální sedimenty jsou zastoupeny písky až štěrky. Šumberský potok zde tvoří erozní rýhu, kde není vyvinut kvartérní pokryv ve formě eolických sedimentů. Z důvodu absence vrtných prací v lokalitě nelze přesně určit konkrétní litologii (Obrázek 1-81).

Zejména při vydatnějším dešti a přívalových srážkách dochází k zatopení podlah garáží vodou. Garáže se nachází v nejnižším místě a při nasycení vodou dojde v prostředí fluviálních a glacigenních sedimentů k nástupu hladiny podzemní vody. Do Šumberského potoka jsou zaústěny četné výpusti dešťové vody z přilehlých nemovitostí.



Obrázek 1-81 Mapa potenciálního vsaku

Návrh řešení:

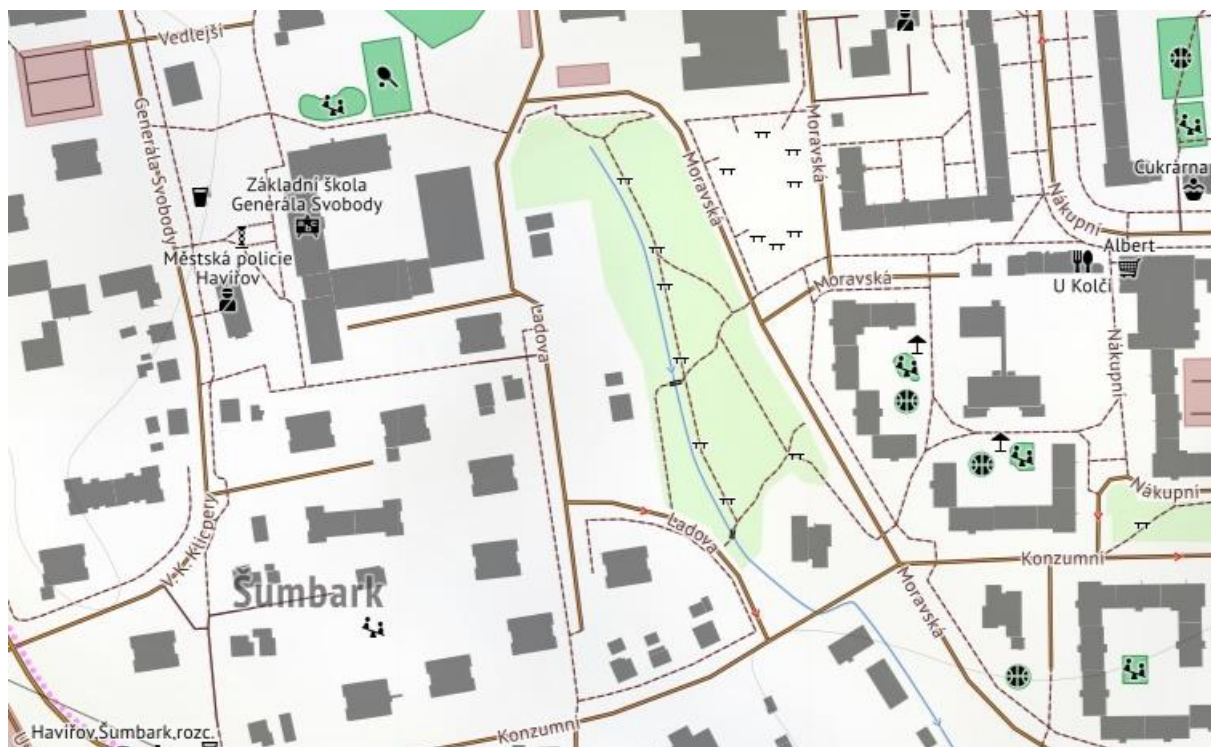
Na základě terénní pochůzky je důrazně doporučeno provést revizi veškerých napojení do Šumberského potoka a stanovit kapacitu v celé jeho délce. Pakliže kapacita potoka nebude dostačující, měly by být stávající napojení doplněny o zařízení, regulující odtok dešťové vody do potoka. Případně doporučujeme v nezastavěných lokalitách na vodním toku vytvořit umělé rozlivy, kde se voda v případě přívalových dešťů zpomalí. Takovým místem býval dříve např. rybník, nacházející se mezi garážovištěm na ulici Školní a pod ulicí Lidická nebo vytvořený rozliv vedle parkoviště u supermarketu Tesco. Obecně doporučujeme ověřit kapacity a rozlivy vodotečí v zastavěném území města Havířova pomocí matematického srážkoodtokového modelu. Bude tak možné definovat místa, kde je možné očekávat při intenzivní srážkové události komplikace, a také definovat plochy, kde je možné navrhovat různé druhy kompenzačních opatření.



Obrázek 1-82

1.7.17. Ulice Moravská

Na ulici Moravská se nachází park, kterým protéká potok, na vtoku a výtoku z parku zatrubněn (Obrázek 1-83). Podle informací zástupců města není přesně znám původ vody, ani přesná trasa potoka nad parkem. Vodní tok je napřímen, protéká v nejnižším místě parku a po cca 300 m ústí zpět do zatrubněné části. Bezprostřední okolí vodoteče je v neutěšeném stavu. Existují zde četná místa s vývěrem podzemní vody.



Obrázek 1-83 Situace místa na podkladu topografické mapy



Obrázek 1-84 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-85 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-86 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-87 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-88 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-89 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-90 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-91 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-92 Odvodnění parku, ul. Moravská



Obrázek 1-93 Odvodnění parku, ul. Moravská

Návrh řešení:

Doporučujeme provést projekt revitalizace parku, který by dal parku přírodní ráz a vodnímu toku revitalizovaný charakter. Stávající liniově vedené koryto toku (viz *Obrázek 1-84 až 1-94*) neumožňuje zpomalení odtoku a jeho potřebný volný rozliv do okolních ploch. Dále doporučujeme vypracovat pasport vodního toku nad parkem, aby byl zjištěn původ přitékajících vod do parku.



2. Návrhová část

Návrhová část **Koncepce hospodaření s dešťovou vodou ve městě Havířov** vychází z Analytické části, ve které bylo na základě hydrogeologického průzkumu vyhodnoceno podloží na území města Havířova a jeho vhodnost pro hospodaření se srážkovými vodami.

Normy a metodiky preferují dešťovou vodu na pozemku vsakovat. Tam, kde hydrogeologické podmínky neumožňují vsakování přebytečné dešťové vody, je retence jedinou možností, jak uspokojivě vyřešit podmínky stavebního zákona pro retenci srážkové vody. Majitelé nemovitostí mají povinnost hospodařit se srážkovou vodou pomocí povrchových nebo podpovrchových retenčních dešťových nádrží s regulovaným odtokem do kanalizační sítě. Na území města Plzně je povinnost řešit odtok srážkových vod z pozemků tak, aby byl omezen odtok do kanalizačního systému na $4 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$. V Praze je specifický odtok stanoven na $10 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$, normy doporučují dokonce $3 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$. V Havířově není zatím specifický odtok srážkové vody z pozemku stanoven.

Primární vodohospodářské funkce plánované při výstavbě povrchových i podpovrchových jsou stejné – regulovat odtok ze zastavěného území při intenzivních srážkách tak, aby se tlumily extrémní odtokové vlny v navazující dešťové nebo centrální kanalizaci či při odtoku do recipientu. Při použití podpovrchových nádrží samozřejmě není možné očekávat, že budou součástí komplexnějšího řešení přispívajícího k tvorbě biotopu nebo termoregulaci krajiny výparem.

Existuje mnoho důvodů, proč omezovat odtok dešťové vody z jednotlivých nemovitostí či zpevněných ploch. Například se může jednat o možnost využití dešťové vody jako užitkové vody, snížení průtoku v kanalizaci za deště, snížení hydraulického zatížení a látkového znečištění na ČOV za deště nebo podporu obnovy podzemní vody.

Z hlediska ochrany životního prostředí a z technických a ekonomických důvodů je nutné snižovat množství odváděných dešťových vod a využívat všechny možnosti, jako jsou nové výsadby, změny managementu hospodaření na plochách veřejné zeleně města, využívat v maximální míře propustné programy a propustné materiály při úpravě zpevněných povrchů, využívat retence, rozlivy do vegetačních pásů, zpětné využití dešťové vody a až na posledním místě přímé vypouštění do vodních toků.

S ohledem na zachování dostatečných zásob kvalitní vody pro budoucí generace je zcela zřejmé, že je třeba vzít odpovědnost za ochranu tohoto zdroje do svých rukou a soustředit pozornost na alternativní zdroje vody s individuálními omezeními pro všechny oblasti lidských potřeb.

Podle analytické části tohoto dokumentu lze konstatovat, že většina území města Havířov leží na jílovitém podloží, které je obecně nevhodné pro zasakování dešťové vody. V návrhové části jsme se proto soustředili na opatření, která se zaměřují na zadržování a zpětné využití dešťové vody, regulované vypouštění, podporu biodiverzity. Pouze jako doplňková opatření je možné zavádět opatření zahrnujících zasakování dešťové vody, jako jsou například úpravy nepropustných zpevněných ploch na propustné nebo návrhy na tvorbu vsakovacích průlehů. Tyto prvky budou fungovat pouze doplňkově pro potřebné pozdržení kulminace odtoku srážkové vody. Svoje místo a funkci v návrzích však rozhodně mají i zde ve městě Havířově.

V následujících kapitolách jsou rozebrána typová návrhová opatření, která doplňují konkrétní návrhy pro vybrané lokality z analytické části platné pro město Havířov.

Typy navržených opatření:

3.1. Vsakovací objekty

- 3.1.1. Vsakovací zatravněný průleh
- 3.1.2. Průleh osázený – dešťová zahrada
- 3.1.3. Odpojení střešních svodů od kanalizace na terén
- 3.1.4. Povrchový žlábek
- 3.1.5. Průleh osázený s kolmými stěnami
- 3.1.6. Vsakovací průleh s retenční rýhou
- 3.1.7. Vsakovací průleh s retenční rýhou a regulací odtoku
- 3.1.8. Svody do průlehu

3.2. Propustné zpevněné povrchy

- 3.2.1. Propustný asfalt a beton
- 3.2.2. Štěrkový trávník a zatravněovací tvárnice
- 3.2.3. Kamenný koberec
- 3.2.4. Dlažba s širokými spárami
- 3.2.5. Zasakovací rošty

3.3. Propustné nezpevněné povrchy

- 3.3.1. Zatravnění
- 3.3.2. Mlatové a štěrkové povrchy

3.4. Plochy zeleně

- 3.4.1. Travní plochy
- 3.4.2. Květinové záhony
- 3.4.3. Stromy

3.5. Vegetační střechy

- 3.5.1. Zelené vegetační střechy
- 3.5.2. Extenzivní vegetační střechy
- 3.5.3. Polointenzivní zelené střechy
- 3.5.4. Intenzivní vegetační střechy, střešní zahrady
- 3.5.5. Modrozelené střechy

3.6. Vertikální vegetace

- 3.6.1. Vegetační stěny
- 3.6.2. Vertikální záhony

3.7. Akumulace a zpětné využívání dešťové vody

- 3.7.1. Zálivka vegetace
- 3.7.2. Zpětné použití v rámci budov
- 3.7.3. Akumulační nádrže
- 3.7.4. Plastové nádrže
- 3.7.5. Betonové nádrže

3.8. Vodní prvky

3.9. Retenční objekty

- 3.9.1. Suchá retenční dešťová nádrž
- 3.9.2. Retenční dešťová nádrž se stálou hladinou
- 3.9.3. Podzemní retenční dešťová nádrž
- 3.9.4. Umělý mokřad

3.10. Přehrážky na vodotečích

3.11. Návrhy managementových opatření

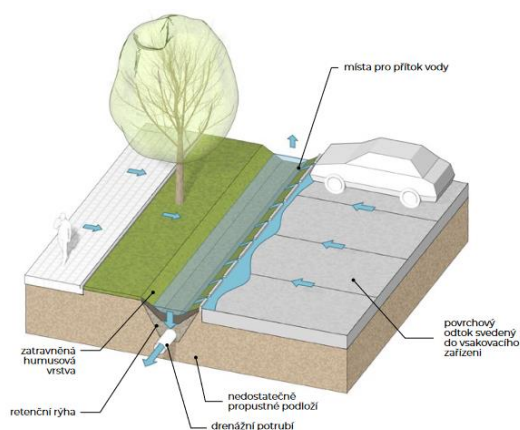
2.1. Vsakovací objekty

Vsakovací objekty jsou struktury nebo prvky, které slouží k efektivnímu vsakování srážkové vody do půdy, čímž přispívají k omezení povrchového odtoku, zlepšení kvality vody a obnově podzemních vod. Kategorie zahrnuje různé typy vsakovacích objektů, které se volí na základě specifických podmínek a potřeb daného území. Geologické poměry jsou pro zasakování v řešeném území města Havířova obecně málo vhodné. Nejčastěji používané typy používaných podzemních vsakovacích objektů jsou nyní vsakovací šachty, vsakovací vrtý a vsakovací bloky. Účinnost je však pro podmínky města Havířova proměnlivá a zásadně závisí na zastižení propustnějších vrstev štěrkových a pískových vrstev v zastiženém v podloží, viz analytická část. Další z možností řešení pozdržení, retence a postupného zasakování je doposud nepříliš využívané využití nadzemních vsakovacích objektů, s přepadem do dešťové kanalizace či následným odvodem do recipientu. Ačkoli v zastiženém horninovém prostředí nelze očekávat výrazný efekt infiltrace, mohou tyto objekty dobře doplnit systém návrhů prvků pro HDV. Jde o objekty typu průleh.

Vsakovací vrtý jsou technické prvky pro zajištění zasakování do hlubších vrstev horninového prostředí. Jsou navrhovány do míst s nepropustnou skladbou zemin a nadložních vrstev hornin. Jejich cílem je minimalizovat povrchový odtok a podporovat obnovu podzemních zásob. Jejich efektivita závisí na dostupnosti propustnějších vrstev v podloží. Ačkoli vodu infiltrují do vrstev, kde je již nedostupná pro vegetaci, účinně doplňují systém nakládání se srážkovými vodami v místech s komplikovanými hydrogeologickými poměry. Jejich optimální konstrukce a vystrojení hrají klíčovou roli v dosahování efektivních výsledků. Ve městě Havířově se tohoto postupu využívá poměrně často. Pod nepropustným pokryvem sprašových hlín v glaciálních, fluviálních či eluviálních sedimentech se za předpokladu ověření podrobným hydrogeologickým průzkumem a průzkumnými vrtnými pracemi dají místy objevit propustné nesaturované polohy štěrků. Z provedení vsakovacích zkoušek se následně dá definovat vsakovací kapacita prostředí a také specifické technické požadavky na vystrojení, údržbu a provoz takovýchto vsakovacích vrtů či vsakovacích studní. O vhodnosti takového systému na konkrétní lokalitě by měla rozhodovat odborně způsobilá a zkušená osoba v oboru hydrogeologie na základě provedených vrtných průzkumných prací.

Průleh je mělká zatravněná prohlubeň miskovitého tvaru s vodorovným či vyspádovaným dnem, která slouží především ke krátkodobému zadržení vody. Pokud odvodňované místo neleží v rovině a dno průlehu nemůže být ploché, rozdělí se objekt na několik prvků pomocí hrázek. Další funkcí průlehu je filtrace vody. Zadržená srážka se postupně přes zatravněnou vrstvu vsakuje do podzemní rýhy nebo přímo do podloží, tím je přirozeně filtrována. Voda je tak zbavena nerozpuštěných látek. Vsakování srážkové vody přímo do podloží je možné pouze v případech, kdy má půda dobré vsakovací vlastnosti. Poslední důležitou funkcí průlehu je podpora přirozené evapotranspirace páry zpět do ovzduší.

Vsakovací průleh je vhodné použít např. v ulicích, nově vzniklých náměstích nebo jako podpůrný prvek odvodnění velkých zpevněných ploch, typicky parkovišť (*Obrázek 2-1*). Jako příklad místa pro využití vsakovacího průlehu lze uvést oddělení cyklostezky od rušné komunikace. Průleh totiž ve městě nepůsobí na rozdíl od zábradlí nebo betonových bloků jako bariéra, ale spíše jako estetický prvek. Naopak se nedoporučuje vsakovací průlehy navrhovat na návsi nebo historickém náměstí.



Obrázek 2-1: Schematické znázornění průlehu a příklad průlehu u parkoviště (vpravo)

Technický popis řešení:

Průleh se doporučuje navrhovat ve sklonu svahů 1:3, maximální přípustný sklon svahů je 1:2. V případě omezených prostorových možností je možné stěny průlehu navrhnout kolmé. Voda by v průlehu neměla být dlouhodobě akumulována, aby nedocházelo k úhynu rostlin a snížení vsakovací schopnosti. Průleh by neměl být hlubší než 30 cm. Přítok vody je vhodné rozmístit rovnoměrně po délce. Zároveň by přítok měl být veden přes zatravněný pás, tak aby bylo dosaženo vyšší čistící schopnosti. Tím také dochází ke snížení rizika eroze. Pokud průleh slouží pro odvodnění liniových staveb ve sklonu, například vozovky či chodníků, má dno průlehu stejný sklon jako odvodňované objekty a jeho dno je rozděleno zemními hrázkami, tak aby nebyla narušena jeho stabilita, ale zároveň aby nedocházelo k jeho poškozování soustředěným odtokem.

Vhodným povrchem průlehu je trávník, louka nebo trvalkový záhon. Osázením několika druhů rostlin je dosahováno esteticky hodnotných prvků, které mají různá tvarová řešení a barvu a podporují také biodiverzitu. U druhového výběru je nutné přihlížet na požadovaný estetický záměr, místní podmínky (světlo/ stín, sucho/ mokro) a vhodné umístění v rámci záhonu podle zamokření a možné specifické údržby místa. V některých případech lze průleh osázet stromy a keři. Voda sváděná do průlehu ale nesmí být výrazně znečištěna, protože kořenové systémy stromů a keřů snižují úroveň předčištění. S ohledem na vysázené rostliny je třeba správně navrhnout složení vegetační vrstvy.

Tvar průlehu je závislý především na prostorových možnostech daného místa. Mohou být průlehy mělké a širší, ale i prostorově méně náročné s kolmými stěnami. Jelikož je u průlehu převažujícím rozměrem jeho délka, je možné kolem něj vysadit samostatně stojící stromořadí.

Podle vsakovací schopnosti podloží je podzemní část průlehu řešena jako:

- Vsakovací zatravněný průleh
- Vsakovací průleh s retenční rýhou
- Vsakovací průleh s retenční rýhou a regulovaným odtokem

Dimenzování velikosti průlehu se řídí normou ČSN 75 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod. Pro výpočet velikosti průlehu je nutné předem znát:

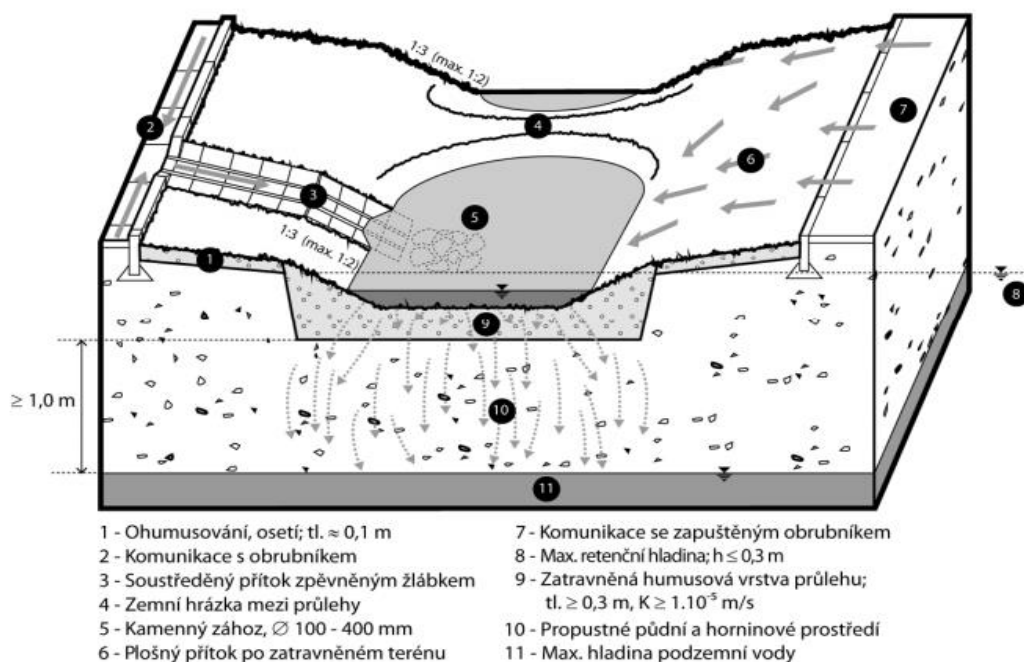
- Velikost plochy, ze které bude voda vsakována,
- Druh povrchu, jelikož ovlivňuje velikost povrchového odtoku,
- Délku trvání srážky,
- Vydatnost srážky v zájmové lokalitě
- Vsakovací schopnost půdy a mocnosti nepropustných vrstev.

2.1.1. Vsakovací zatravněný průleh

Zatravněný průleh umožňuje odvodnění komunikace i přilehlého chodníku, nevyžaduje náročnou údržbu, vyjma kosení dle potřeby. Po kosení je nutné posečenou travu z průlehu odstranit, aby nedošlo k ucpání bezpečnostních přelivů. V bezdeštném stavu je zatravněný průleh téměř nerozeznatelný od jeho okolí, při dešti a bezprostředně po něm je v průlehu přítomná voda, než během několika hodin dojde k jejímu zasáknutí do spodních vrstev.

Technický popis řešení:

V tomto případě je zásah do podloží velmi malý. Jedná se jen o mělký výkop s nejvyšší retenční hladinou na max. 30 cm, pro vytvoření svahování výkopu, a uložení humusové vrstvy pro následující osázení (Obrázek 2-2). Podmínkou je, že podloží musí mít dostatečnou vsakovací schopnost ($k \geq 1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$).



Obrázek 2-2: Schéma vsakovacího zatravněného průlehu

2.1.2. Průleh osázený – dešťová zahrada

Osázený průleh je variantou vsakovacího zatravněného průlehu (Obrázek 2-3). Má stejnou funkci jako zatravněný průleh, tedy umožňuje odvodnění komunikace a přilehlého chodníku. U výběru rostlin, kterými bude průleh osázen, je nutné respektovat specifický režim stanoviště. To bude nárazově na několik hodin či dnů zamokřeno, zároveň musejí být ale rostliny odolné vůči delším obdobím sucha. Rostliny je možné doplnit balvany, štěrkem, keři a stromy. Kvůli možnému zanášení bioretenčních prvků jsou osázené průlehy určeny pro menší odvodňované plochy, než je tomu u zatravněného průlehu. Je nutná častější inspekce a údržba cca 1x ročně. Osázené průlehy je vhodné navrhovat do parků, vnitrobloků nebo k jednotlivým objektům. Vhodným příkladem použití je např. odvodnění školních budov či budov městského úřadu a jejich přilehlých pozemků.



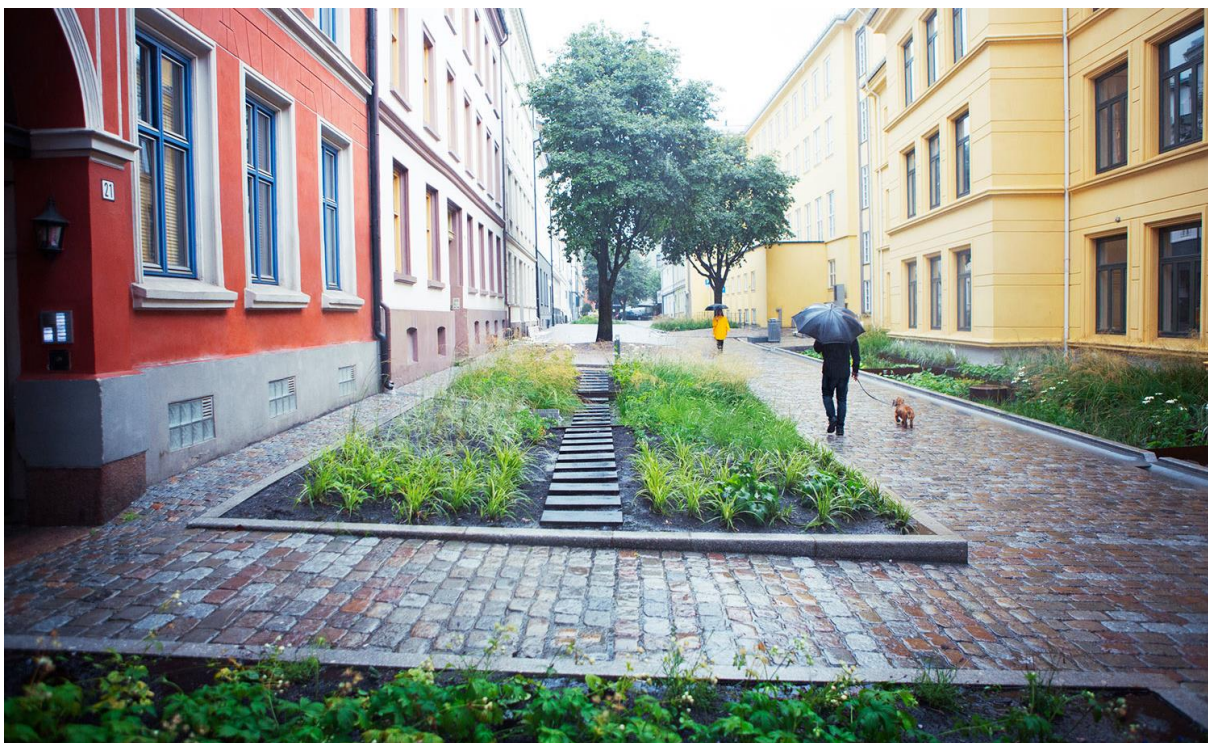
Obrázek 2-3 Schéma osázeného průlehu (vlevo) a příklad zatravněného průlehu (vpravo)

Technický popis řešení:

Výsadba rostlin (Obrázek 2-4, 2-5) musí vydržet delší období sucha, krátké období se stojící vodou a také nižší zásobu živin. Níže je uveden přehled vhodného rostlinného materiálu pro průlehy [13]:

Vhodné trvalky: *Achillea* sp., *Agastache* sp., *Anaphalis triplinervis*, *Anemone coronaria*, *Anemone sylvestris*, *Anemone tomentosa* 'Robustissima', *Artemisia Schmidtiana*, *Aster macrophyllus* 'Twilight', *Astrantia major* 'Shaggy', *Bistorta amplexicaulis*, *Brunnera macrophylla*, *Helianthus salicifolius*, *Helleborus* sp., *Hemerocallis* sp., *Hosta* 'Purple Heart', *Hylotelephium* sp., *Iris* sp., *Knautia macedonica*, *Liatris pycnostachya*, *Lychnis flos* 'Cuculi', *Lythrum salicaria*, *Nepeta faassenii*, *Oregano* 'Herrenhausen', *Persicaria* sp., *Verbena* sp., *Verbascum chaixii* 'Album', *Allium spharerocephalon*, *Sanguisorba officinalis*, *Persicaria Amplexicaulis*, *Phlox* sp., *Potentilla nepalensis*, *Potentilla tridentata* 'Nuuk', *Salvia nemorosa* 'Sensation rose', *Sanguisorba officinalis*, *Sanguisorba tenuifolia*, *Scabiosa ochroleuca*, *Calamintha nepeta*, *Ceratostigma plumbaginoides*, *Coreopsis verticillata*, *Crambe maritima*, *Dianthus carthusianorum*, *Echinacea* sp., *Eremurus* sp., *Eryngium maritimum*, *Euphorbia polychroma* 'Bonfire', *Gaura lindheimeri*, *Geranium* sp., *Gypsophila paniculata*, *Pulsatilla vulgaris*, *Thalictrum* sp., *Tricyrtis hirta*, *Verbascum chaixii* 'Album', *Verbena* sp., *Veronica longifolia* 'Blauriesin', *Veronica spicata*, *Veronicastrum virginicum* 'Album'.

Vhodné cibuloviny: *Allium carinatum* ssp. *pulchellum*, *Allium spharerocephalon*, *Allium flavum*, *Allium* 'Purple Sensation', *Anemone blanda* 'White Splendours', *Camassia chamach*, *Camassia leichtlinii* 'Alba', *Crocus ancyrensis*, *Crocus tommasinianus*, *Galanthus elwesii*, *Hyacinthoides hispanica*, *Hyacinthoides hispanica* 'Excelsior', *Narcissus* 'February Gold', *Narcissus* 'Trena', *Tulipa maximowiczii*.



Obrázek 2-4: Deichmans gate, Oslo – základním prvkem MZI jsou dešťové záhony, které sbírají dešťovou vodu z přilehlých střech a zpevněných ploch



Obrázek 2-5 Deichmans gate, Oslo – delší dešťové záhony jsou odděleny železnou cortenovou stěnou pro maximální využití objemu pro vodu. Přítok má záchytné dno pro sedimentaci větších částic a zamezení eroze

2.1.3. Odpojení střešních svodů od kanalizace na terén

Filosofie přírodě blízkého odvodnění je založena na napodobování přirozených procesů, proto je důležitá snaha, přivádět vodu do objektů HDV po povrchu. Dešťové svody, ať už vnitřní nebo fasádní, jsou ukončeny těsně nad terénem a napojeny na povrchový žlábek, který srážku přivádí do primárního objektu, většinou průlehu, retenční dešťové nádrže nebo umělého mokřadu.

Odpojit od kanalizace lze v podstatě jakoukoliv nemovitost nebo plochu, pokud to dovoluje její konstrukční řešení, tzn. především umístění dešťových svodů. Svody a žlábkové systémy mohou působit jako prvky s ambicí stát se výraznou skulpturou. Je velmi důležité navrhovat objekty s citem k charakteru místa a odvodňovaných objektů, aby se nestaly rušivým elementem, který rozbije křehkou rovnováhu mezi funkcí a estetikou.

Objekty lze od kanalizace odpojit úplně nebo v případě nevhodných vsakovacích podmínek jen částečně. Výhodou při odpojení střešních ploch je skutečnost, že srážkové vody jsou jen minimálně znečištěny a lze je tedy vsakovat s minimálními náklady na jejich předčištění a pomocí různých opatření s různým stupněm čistící schopnosti. Při úplném odpojení je srážková voda po předčištění v jednom z primárních objektů (průleh, rýha, poldr apod.) odváděna do recipientu, který není napojen na stokový systém, tzn. například do povrchových nebo podzemních vod. Při částečném odpojení je vsakovací objekt napojen na kanalizaci prostřednictvím regulovaného odtoku a bezpečnostního přelivu. Příklady možného odpojení nátok dešťových svodů z kanalizace na terén sesbírané během terénního průzkumu města jsou zobrazeny na přiložených fotografiích (Obrázek 2-6 až 2-17).



Obrázek 2-6 Potenciál pro svedení srážkové vody z chodníku do průlehu v zeleném pásu



Obrázek 2-7 Stávající vypávaný průleh na retenci a zásak srážkové vody



Obrázek 2-8 Potenciál pro svedení srážkové vody z chodníku do průlehu v zeleném pásu



Obrázek 2-9 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťového záhonu



Obrázek 2-10 Potenciál rozšíření svodu pro svedení srážkové vody do retenčního průlehu



Obrázek 2-11 Potenciál rozšíření svodu pro svedení srážkové vody do retenčního průlehu



Obrázek 2-12 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady



Obrázek 2-13 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady



Obrázek 2-14 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady



Obrázek 2-15 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady



Obrázek 2-16 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady

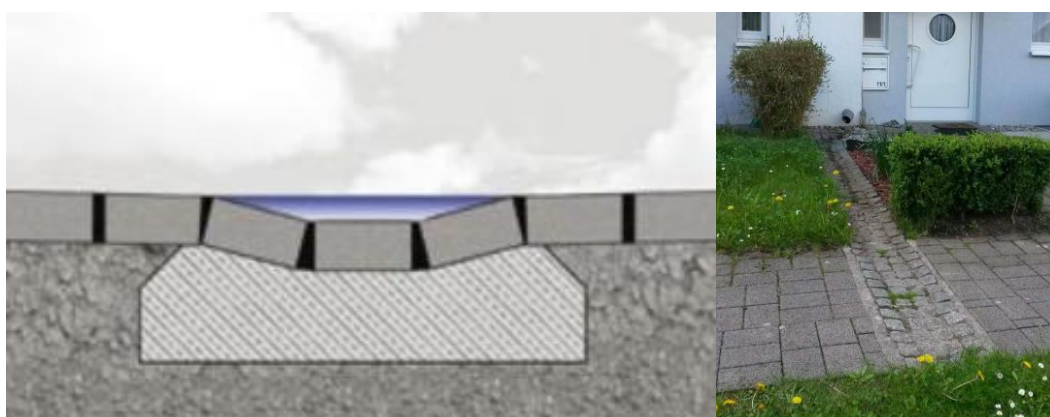


Obrázek 2-17 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady

2.1.4. Povrchový žlábek

Žlábký lze navrhovat z různých materiálů, jakými je kámen, cihla, betonová dlažba, plech, šterk, a také do různých tvarů. Jejich výhodou je snadná udržitelnost. Nejvhodnější tvar z pohledu vodohospodářského je průřez tvaru půlkruhové výseče, která se nejméně zanáší sedimenty, ovšem žlábký mohou mít také tvary jiné. Plochy, které jsou přímo namáhány proudem vody prýšticí ze svodů, musí být opevněny a zabezpečeny proti erozi. Tyto detaily jsou často rozhodující jak pro správnou funkci systému, tak pro jeho vizuální působení (Obrázek 2-18) [11].

Velikost **odtokového žlábký** závisí na obsluhované ploše, sklonu dna a koeficientu drsnosti. U všech povrchových žlábký je třeba dbát bezpečnosti provozu. Jejich profil musí být přizpůsoben charakteru užívání dané komunikace nebo prostranství. Zařízení musejí brát ohled na komfort chodců, cyklistů i řidičů motorových vozidel a samozřejmě nesmějí vyvolávat žádná rizika, například podmačení sklepních prostorů či základů budov. Opatření pro zklidňování dopravy a členění povrchu lze promyšleně kombinovat s odtokovými žlaby [15].



Obrázek 2-18 Povrchový žlábek s ukázkou provedení v chodníku s odvodem dešťové vody

2.1.5. Průleh osázený s kolmými stěnami

Jedná se o kombinaci výše zmíněných typů objektů (Obrázek 2-19). Rozdílem je, že **průleh bývá zasazen** např. mezi postranní obrubníky či do podobných úzkých prostorů. Nejčastěji se průleh takového typu používá v uličním profilu pro odvedení vody z chodníků a komunikací nebo parkovišť. Součástí průlehu mohou být i stromy a keře, zvyšují evapotranspiraci a zlepšují městské mikroklima.

Technický popis řešení:

Stěny průlehu mohou být z různých materiálů, např. z prefabrikovaných dílců nebo z gabionů. Gabiony odtok dešťové vodu zpomalí, zklidní a částečně zachytí pevné nečistoty.



Obrázek 2-19 Schéma osázeného průlehu s kolmými stěnami (vlevo)

2.1.6. Vsakovací průleh s retenční rýhou

Varianta vsakovacího průlehu v případech, kdy má půda v dané lokalitě horší propustnost ($k_v < 1 \cdot 10^{-5}$ m/s) nebo komplikované vsakovací vlastnosti. Retenční rýhu lze použít i v případě, že první vrstva zeminy je nepropustná, pod ní se ale nachází vrstva propustná.

Technický popis řešení:

Průleh je doplněn hloubenou rýhou vyplněnou štěrkem nebo prefabrikovanými plastovými boxy či bloky. Tím je umožněn prostup vody do hlubších propustnějších vrstev. Dojde tak k násobnému zvětšení plochy, přes kterou může docházet k zásaku srážkové vody do půdního profilu a horninového prostředí a tím se zvýší vsakovací schopnost opatření.

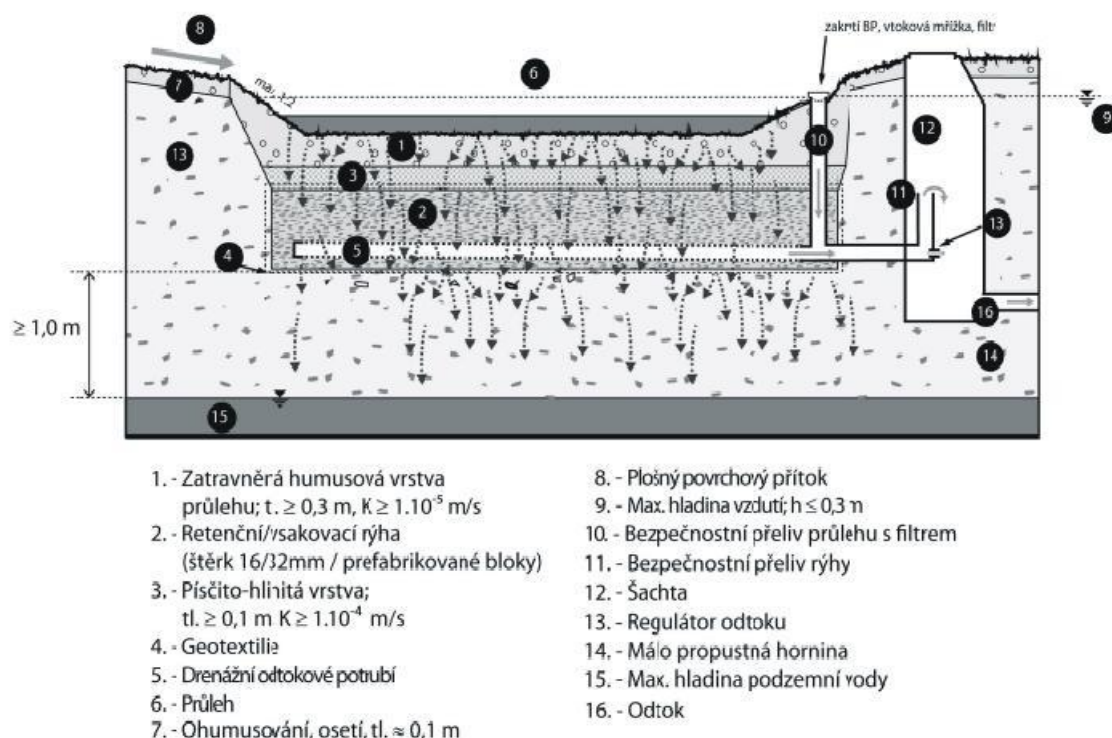
Do rýhy může být umístěno potrubí, které je zakončeno v revizní šachtě bezpečnostním přelivem. Drenážním potrubím pak voda odtéká pouze při úplném naplnění rýhy a bezpečností přeliv umožní převést větší srážku, než na kterou je objekt navržen.

2.1.7. Vsakovací průleh s retenční rýhou a regulací odtoku

Pokud má půdní a horninové prostředí nedostatečné vsakovací schopnosti ($k_v < 1 \cdot 10^{-6}$), je vsakovací průleh řešen jako retenční rýha s regulovaným odtokem (Obrázek 2-20). Toto je typická situace v Havířově. Pozitivní efekt zde sehraje nikoli zasakování srážkové vody, ale její pozdržení v čase. Toto opatření přispívá ke snížení maxima kulminace odtoku. Je-li navržen v dostatečném množství a ploše, tvoří efektivní nástroj protipovodňové ochrany města.

Technický popis řešení:

Rýhou je vytvořen podzemní akumulační prostor, ve kterém se nepředpokládá, že se bude voda vsakovat, ale regulovaným odtokem odtéká do vod povrchových nebo do kanalizace. V rýze je osazeno drenážní potrubí, které odvádí vodu do revizní šachty, kde je osazen regulátor odtoku. Regulátor odtoku může být provedený jako clona nebo vírový ventil.



Obrázek 2-20: Schéma vsakovacího průlehu s retenční rýhou a regulací odtoku

2.1.8. Svody do průlehu

Chceme-li **gravitačně svádět vodu do průlehu**, je nutné u stávajících komunikací navrhovat vhodné a dostatečně četné umístění prořezů do obrubníků (Obrázek 2-21). Za každým prořezem v obrubníku následuje průleh, který umožňuje zadržení vody a její následné zasáknutí. V případech, kdy dojde pouze k prořezání obrubníku bez vzniku průlehu, se voda bude nadále držet na zpevněné komunikaci či zpevněném chodníku. Pro správné fungování průlehu je nutné jeho správné dimenzování podle plochy, ze které do něj bude sváděna voda.

Technický popis řešení:

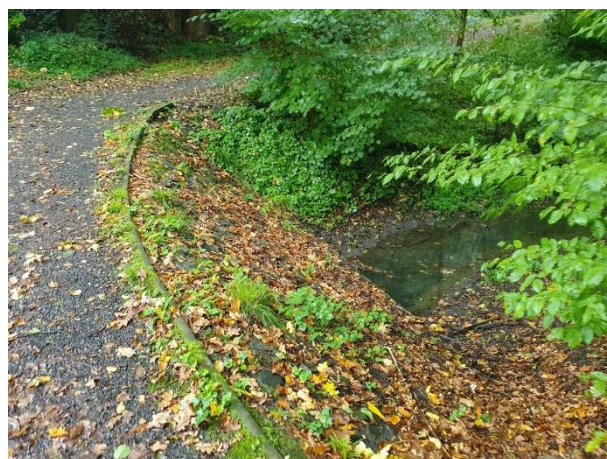
Předně je nutné bít na sklony a spád nátoky i navazujícího svodu. Plocha, na kterou se voda svádí, musí ležet níže než plocha, ze které je voda odváděna. Svod vody do průlehu je možné realizovat pomocí šterkového svodu, vytvořením schodu směrem do průlehu nebo vytvořením zpevněného svodu. U šterkového svodu je důležitá jeho pravidelná údržba. Pokud svod zaroste vegetací, stává se neprůchodným a voda je držena na zpevněné komunikaci. Příklady z ulic Havířova, kde je možné toto řešení prosadit jsou uvedeny níže (Obrázek 2-22 až 2-27).



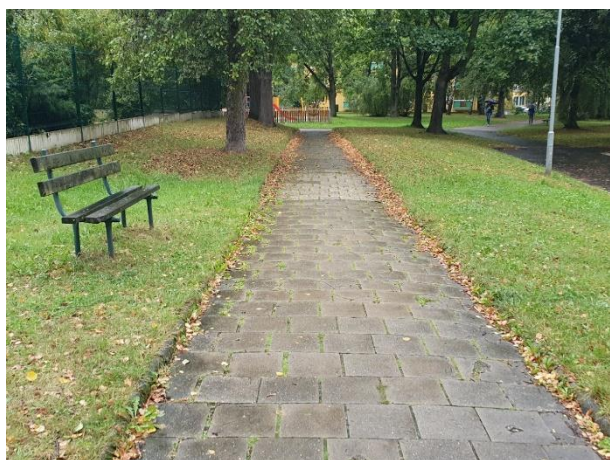
Obrázek 2-21 Příklad prořezání obrubníku



Obrázek 2-22 Potenciál pro svedení srážkové vody do zeleného pásu prořezáním obrubníku



Obrázek 2-23 Potenciál pro svedení srážkové vody do mokřadu prořezáním obrubníku



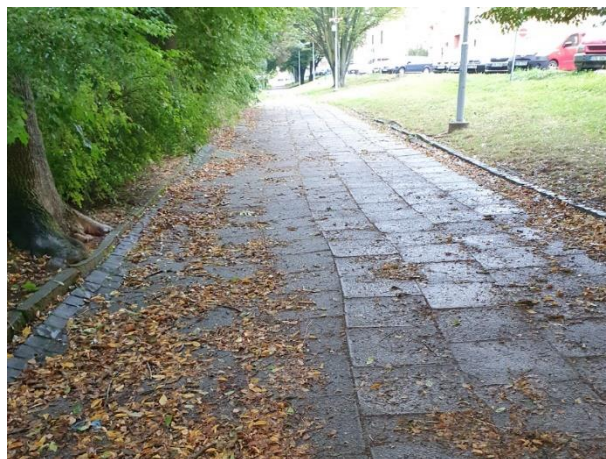
Obrázek 2-24 Potenciál pro svedení srážkové vody do zeleného pásu prořezáním obrubníku



Obrázek 2-25 Potenciál pro svedení srážkové vody do průlehu prořezáním obrubníku



Obrázek 2-26 Potenciál pro svedení srážkové vody do zeleného pásu prořezáním obrubníku



Obrázek 2-27 Potenciál pro svedení srážkové vody k dřevinám prořezáním obrubníku

2.2. Propustné zpevněné povrchy

Propustné zpevněné povrchy jsou speciální typy povrchů ploch typu komunikací, chodníků, cyklostezek, parkovišť, či sportovišť, které umožňují průchod dešťové vody skrze svou strukturu do půdy. Tyto povrchy jsou navrženy tak, aby minimalizovaly povrchový odtok dešťové vody a umožňovaly její absorpci a infiltraci v místě dopadu do konstrukčních vrstev povrchu a dále do podloží.

Propustné zpevněné plochy slouží především k zpomalení srážkového odtoku z těchto ploch a ke snížení jeho objemu. V případech, kdy jsou k tomu konstrukční vrstvy povrchu uzpůsobeny, zde mohou souběžně s infiltrací probíhat čistící procesy [11].

Propustné zpevněné povrchy můžeme rozdělit do dvou skupin [14]:

- Povrchy z porézních materiálů – materiál, ze kterého jsou povrchy vyrobeny, je pórovitý a umožňuje srážkovou vodu vsakovat celým svým povrchem. Jedná se například o štěrkové trávníky, štěrkové povrchy, vodopropustný beton a asfalt.
- Povrchy z nepropustných materiálů s dostatečně širokými spárami – zpevněná plocha je tvořena nepropustným materiálem, ale způsob, jakým je položen umožňuje vsak vody, například širokými spárami nebo vynecháním prvků apod. Příkladem jsou dlažba z kamene, betonu, cihel apod.

Při zavádění HDV na konkrétním místě by měla vždy panovat snaha veškeré nepropustné zpevněné povrchy vyměnit za jejich propustnou variantu, která umožňuje efektivně snižovat povrchový odtok srážkové vody. [14]

2.2.1. Propustný asfalt a beton

Propustný asfalt a beton se liší od jejich nepropustných variant tím, že se do jejich směsí dávají v menší míře jemné částice, proto jsou daleko pórovitější a propustné pro vodu. Použití těchto materiálů je běžné u parkovišť, vjezdů, komunikací s menším dopravním zatížením, hřišť a školních dvorů.

2.2.2. Štěrkový trávník a zatravnovací tvárnice

Zesílené **zatravněné plochy** se používají u méně anebo sezónně zatěžovaných ploch, protože trávník musí mít dostatečný čas na zotavení a obnovu. Použití na stezky, zpevněné plochy u škol a podobných zařízení, méně vytížená parkoviště a vjezdy. Není vhodné povrch neúměrně zatěžovat,

neboť by mohlo dojít k jeho zhutnění, což by vedlo k poškození trávníku a jeho vsakovacích schopností. Na výsev se musí volit odolné travní směsi vhodně zvolené pro místní podmínky.

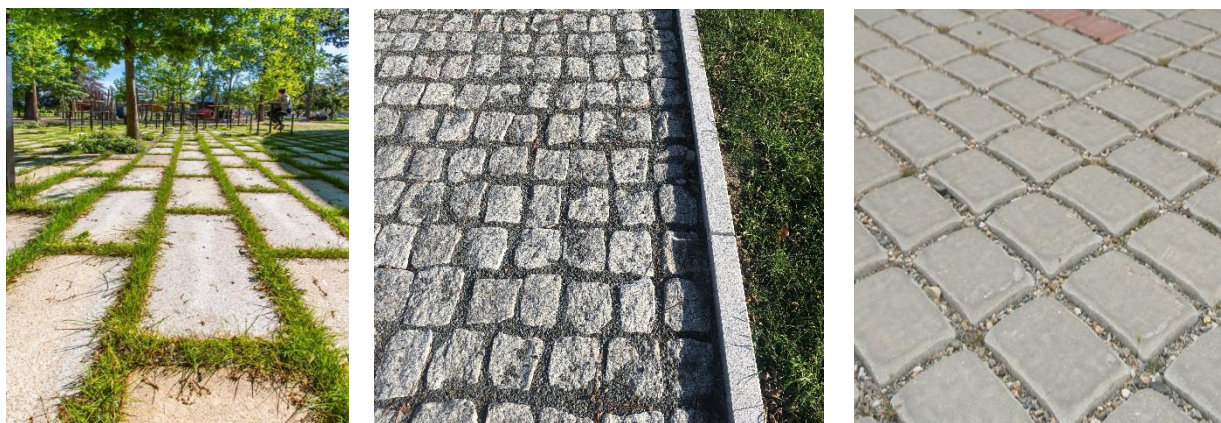
2.2.3. Kamenný koberec

Kombinuje estetiku přírodního kamene s praktičností a odolností dlažebního materiálu. Jedná se o **dlažbu z kamenných či betonových bloků**, která je navržena tak, aby vytvářela efekt podobný koberci. Má porézní povrch, který je tvořen směsí přírodního kameniva a speciální pryskyřice.

2.2.4. Dlažba s širokými spárami

Nejběžněji se setkáme s dlažbou (betonová, kamenná, cihlová), která je kladena tak, aby mezi jednotlivými bloky vznikly dostatečně široké spáry, kterými může vsakovat voda. Její použití je běžné u chodníků, vjezdů, parkovišť a komunikací.

V městském prostoru je vhodné použít dlažbu se širokou spárou, kterou prorůstá tráva – dochází tak k lepšímu zasakování dešťové vody (*Obrázek 2-28*).



Obrázek 2-28 Ukázky propustných povrchů

2.2.5. Zasakovací rošty

Zasakovací rošty jsou vyrobeny z různých materiálů, jako je recyklovaný plast, plast, kov nebo beton. Mají otevřenou strukturu, která slouží k propouštění dešťové vody do půdy a minimalizaci povrchového odtoku. Jedná se o robustní systém velkoformátových rámců s integrovanými zámkami, které jsou vzájemně propojeny. Díky tomu jsou schopny snadno rozložit sílu působící na povrch a zvládat provoz i na zatížených pojízdných plochách.

Zasakovací rošty představují inovativní a ekologickou metodu pro zpevňování povrchů. Jejich použitím je možné zajistit nejen dopravní funkčnost a pohodlí pro uživatele, ale také zachovat původní odtokové poměry a další ekologické aspekty. Technologie je vhodná pro širokou škálu aplikací, včetně použití na méně vytížených silničních komunikacích či v rámci parkovacích a odstavných ploch. Výhody použití tvoří výrazně vyšší propustnost než u dlažby se spárami a podobných povrchů. Má také nižší nároky na konstrukční výšku podkladních vrstev. Výhody srovnává vyšší cenou za nákup samotného materiálu, avšak nabízí úspory nákladů na výkopy, přesun hmot a práci.

Rošty mohou být vyplněny hlínou a zatravněny, do více zatěžovaných ploch může být vložena dlažba z betonu či kamene, nebo drcený štěrk či gumová vložka (*Obrázek 2-29*). Rošty se zatravněním jsou určeny pro průměrnou intenzitu provozu a zatížení vegetace. Ideální místa pro její realizaci jsou například vjezdy do požárních stanic, nepřiliš frekventované jízdní pruhy a parkovací místa.

Zatravnění lze provést výsevem tráv nebo osazením roštů s již vypěstovanou trávou. Zpevněný dlážděný systém je určen pro vysoce intenzivní provoz a vysoké zatížení, například pro komunikace s mobilní dopravou, silně frekventované jízdní pruhy a parkovací místa.



Obrázek 2-29 Ukázka vzhledu zasakovacího roštu s příkladem použití – Brno Žabovřesky

Konstrukční principy a možnosti použití v Havířově:

U roštu se zatravněním je potřeba dbát na správné plnění roštu výplňovou zeminou, tedy 1,5 – 2 cm pod okraj roštu. Zeminu není vhodné plnit až po okraj z důvodu ochrany trávy. Při použití roštů se zatravněním je potřeba pamatovat na zalévání, které se provádí v závislosti na počasí, vodě a travnatosti plochy cca 1-2 x týdně. Množství na jednu zálivku přibližně 15 l/m². Intenzita a četnost zálivky je rozdílná také podle míry zastínění, vysychání větrem, nasycení podkladních vrstev, ale také použité travní směsi do sucha.

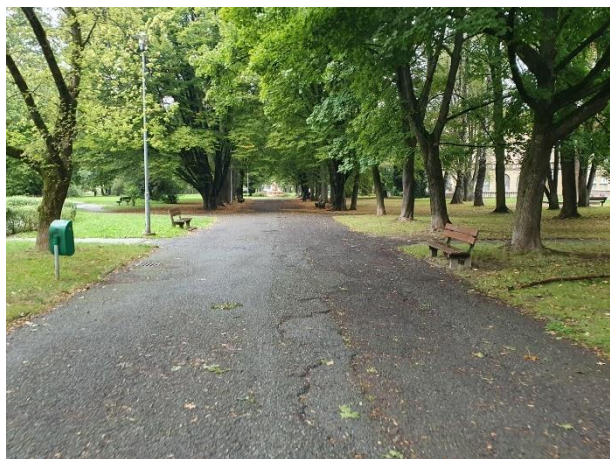
Během pasportizace města byly identifikovány potenciálně tisíce metrů zpevněných ploch, kde by bylo možné i žádoucí tato předkládaná řešení prosadit (Obrázek 2-30 až 2-37).



Obrázek 2-30 Potenciál pro realizaci zatravněvacích roštů



Obrázek 2-31 Potenciál pro realizaci zatravněvacích roštů



Obrázek 2-32 Potenciál pro výměnu povrchu za dlažbu se širokými zatravněnými spárami



Obrázek 2-33 Potenciál pro změnu skrumáže různých typů a stáří povrchů na zasakovací



Obrázek 2-34 Příklad nadužívání zpevněných ploch, potenciál pro realizaci zatrav. roštů



Obrázek 2-35 Příklad četného nevhodně i nevkusně revitalizovaného prostoru náměstí



Obrázek 2-36 Ukázka využití zatravnovacích tvárnic, příklad dobré praxe



Obrázek 2-37 Potenciál pro realizaci parkovacích stání zatravnovací dlažbou

2.3. Propustné nezpevněné povrchy

Urbanizovaná území jsou specifická vysokým podílem nepropustných ploch (např. komunikace, střechy budov), který v centrech měst dosahuje 70 % i více. Na nepropustných plochách srážková voda nemůže přirozeně vsakovat do půdy a do horninového prostředí a následně se transformovat na podzemní vodu a rychle odtéká po povrchu, přičemž odtok z urbanizovaných území je ještě dále urychlen stokovou sítí. Důsledkem jsou na jedné straně povodně na vodních tocích a jejich časté znečišťování spojené se znečištěním srážkového odtoku a s přepady z dešťových oddělovačů jednotné kanalizace, na druhé straně snižování objemu a hladiny podzemní vody, která hraje roli zejména v suchých obdobích roku. Rovněž výpar je v urbanizovaných povodích oproti přirozeným podmínkám nižší, což vede ke změně mikroklimatu (nižší vlhkosti vzduchu) a vzniku tzv. tepelných ostrovů [3].

2.3.1. Zatravnění

Norma TNV 75 9011 přímo nedefinuje objekt propustné nezpevněné povrchy, ale doporučuje je v co nejvyšší míře zachovávat a minimalizovat množství nepropustných zpevněných ploch [13]. Do této kategorie mohlo být zahrnuto také plošné vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu, které by se nedrželo normou přesně stanovených nároků na poměr mezi redukovanou odvodňovanou plochou a vsakovací plochou. Jeho nevýhodou je velká prostorová náročnost, neboť vyžaduje minimálně 20 % z celkové rozlohy odvodňované plochy [13]. Proto je v praxi jeho využití velmi omezeno a je realizovatelné spíše v málo zastavěných oblastech u liniových staveb nebo parkovišť. Dalším důvodem je skutečnost, že většinou je tento objekt navrhován jako předřazený k jinému objektu a slouží převážně k předčištění srážkového odtoku [11].

Jedná se o objekt bez retenčního prostoru. Hlavní funkcí je předčištění srážkového odtoku z přilehlých nepropustných ploch. Voda by měla do objektu natékat plošně a rovnoměrně. Její pomalý pohyb skrz zatravněnou vrstvu je zárukou k zachycení nerozpuštěných látek a dalšího znečištění. Při vsakování srážkové vody přes zatravněnou humusovou vrstvu dochází také k adsorpci těžkých kovů a uhlovodíků a k rozkladu dalšího znečištění. Přebytková voda, kterou již opatření není schopné přijmout je převedena do dalšího objektu, který je umístěn bezprostředně za ním. Většinou se jedná o průleh, bioretenční objekt nebo rýhu. Díky předřazení objektu plošného vsakování je zajištěna těmto opatřením delší životnost, protože u nich nedochází k tak rychlému zanášení [14].

2.3.2. Mlatové a šterkové povrchy

Následující povrchy slouží v rámci MZI jako preventivní opatření, která vsakují na ně spadlou vodu a nejsou tedy primárně určena k odvodnění okolních prostranství. **Šterkové plochy** lze okrajově využít pro pěší komunikace (např. v příměstské krajině) nebo častěji pro nízko frekventované a málo zatěžované cesty, vjezdy k vesnickým stavením, případně místa pro parkování vozidel.

Mlat a mechanicky zpevněné kamenivo jsou oproti šterku měkčeji působící povrchy vhodné pro chodníky a plochy v parcích, historických zahradách, na návších a v příměstské krajině, nebo je lze použít pro zkratkové pěšiny na sídlištích. Mlat a mechanicky zpevněné kamenivo (MZK) jsou si vzhledově podobné a v praxi jsou běžně označovány pouze názvem mlat. Podkladné vrstvy z kameniva jsou dimenzované na požadovanou zátěž, liší se především technologií pokládky a tloušťkou svrchní vrstvy. Finální vrstvu mlatu tvoří cca 40 mm hlinitopísčité lomové prosívky obvyklé frakce 0/4, během užívání se povrch průběžně hutní a doplňuje erodovaný materiál dle potřeby. U MZK je to pečlivě, rovnoměrně promíchaná směs několika frakcí kameniva hutněného v jedné vrstvě o mocnosti 100 až 150 mm, směs frakcí vytvoří za přesně stanovených vlhkostních podmínek kompaktní

a zátěži odolný povrch. MZK je odolnější vůči erozi, ale v případě poškozených míst je potřebné ho vyměnit v celé tloušťce finálního povrchu.

Pro tento účely **mlatových povrchů** jsou vhodné různé druhy prosívek (frakce 0–4 mm) a jejich směsi. Kromě barevnosti a struktury je u nich sledována hlavně schopnost tmelení a předpoklady pro nasákavost povrchu. S přihlédnutím na tyto požadavky se v posledních letech začalo ve velké míře uplatňovat použití vápencových štěrků a směsí vápencových štěrků a prosívek, a to nejen ke stavbě mlatových cest, ale i cest z mechanicky zpevněného kameniva.

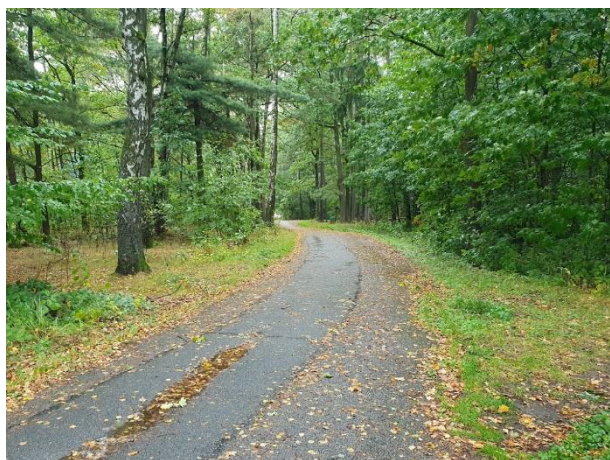
Mlatové a štěrkové nezpevněné povrchy je vhodné použít jako:

- povrch hlavních příjezdových cest pro motorovou dopravu v uzavřených areálech (parcích, zahradách apod.) s podélným sklonem od 0 do 5 %, s vyřešeným odvodněním koruny vozovky i pláň,
- povrch pěších parkových cest mimo nástupních prostor do objektů zámků či galerií, které jsou průběžně zhutňovány koly vozidel údržby parku nebo záměrně upravovány a přehutňovány. Omezený provoz osobních vozů a koňských povozů nevadí,
- povrch vedlejších (záložních) parkovišť, která jsou vzdálena od vstupu do budov,
- povrch cyklostezky s podélným sklonem od 0 do 5 %.[21]

Mlatový povrch správně konstruované mlatové cesty dešťové srážky přirozeně propouští, a patří to k jeho hlavním přednostem. Spodní vrstvy štěrku (16–22 mm a 32–64 mm) zde fungují jako retenční prostor.

Svrchní vrstvu **štěrkové plochy** tvoří různé frakce drceného kameniva (štěrku), které lze zvolit podle užívání plochy, případně zpevnit pomocnými rošty či rohožemi zabráňujícími propadání štěrku. Nosné vrstvy je potřebné dimenzovat s ohledem na zamýšlené využití – je nutné brát v potaz vlastnosti zemní pláň a projektovanou zátěž. Pro zachování propustnosti je nutné se ve skladbě vyvarovat nejmenších a prachových frakcí spolu s cementovými nebo jinými nepropustnými pojivy jinak může docházet ke kolmataci a prvky se stávající nefunkčními.

Během pasportizace města byly identifikovány potenciálně tisíce metrů nezpevněných ploch, kde by bylo možné i žádoucí tato předkládaná řešení prosadit (*Obrázek 2-38 až 2-45*).



Obrázek 2-38 Potenciál pro realizaci mlatové cesty namísto zpevněného živičného povrchu



Obrázek 2-39 Potenciál pro odstranění zbytků chodníku a celkové zatravnění



Obrázek 2-40 Ukázka přirozené degradace zpevněného povrchu, nabízí se zatravnit



Obrázek 2-41 Potenciál pro změnu povrchu na mlatovou cestu



Obrázek 2-42 Příklad nadužívání zpevněných ploch na úkor zatravnění



Obrázek 2-43 Příklad vhodného přístupu ponechání nezpevněného povrchu tam, kde není vyžadována pravidelná zátěž.



Obrázek 2-44 Potenciál pro opravu typických zanedbaných cest vnitrobloků za nové mlatové cesty.



Obrázek 2-45 Potenciál pro realizaci parkovacích stání zatravněvací dlažbou

2.4. Plochy zeleně

Plochy zeleně ve městech jsou zastoupeny trávníky, květinovými záhony, dřevinami v podobě stromů a keřů.

2.4.1. Travní plochy

Travní plochy jsou nedílnou a základní součástí městské zelené infrastruktury. Pozitivně ovlivňují přehřívání okolních zpevněných ploch a přispívají k tlumení městských tepelných ostrovů. Poskytují možnost pro přirozené zadržení, zasakování a výpar dešťové vody, a tím zlepšují mikroklima lokality.

Existuje několik typů trávníků dle způsobu užití a plánovaného výsledného efektu (parterový, parkový, luční, šterkový zátěžový a další). Dají se rozdělit také na intenzivní trávník, extenzivní trávník, krajinné trávníky či trávníky květnaté. Mohou se také lišit intenzitní třídou a náplní údržbových prací i jejich schopností hospodařit s dešťovou vodou. Výběr typu trávníků záleží na požadavcích investora, na lokalitě a na možnostech údržby tak, aby tento vegetační prvek správně fungoval. Klíčový je výběr vhodné travní či bylinné směsi pro konkrétní podmínky (zastínění, vodní režim plochy, půdní podmínky, intenzita údržby a provozu).

Pro pobytové a exponované části městských parků, parkových náměstí nebo hřišť jsou voleny udržované trávníky sloužící jako příjemné zázemí pro návštěvníky (parterový nebo parkový trávník). Samostatně mohou být vyčleněny tzv. psí louky. Pro odlehlejší části parku, sídliště nebo městské zahrady a v příměstské krajině lze zvolit extenzivní luční trávník s menší mírou údržby a se širším ekologickým přínosem.

S ohledem na HDV slouží travní plochy primárně jako prvky pro zlepšení mikroklimatu a prevenci vzniku či zpomalení srážkového odtoku. Trávník společně s humusovou vrstvou zajišťuje předčištění vsakující se vody. U vsakovacích opatření jsou trávníky nejčastější vegetační filtrační vrstvy.

Založení travních ploch se řídí ČSN 83 9031 Technologie vegetačních úprav v krajině – Trávníky a jejich zakládání a jejich údržba se řídí ČSN 83 9051 Technologie vegetačních úprav v krajině – Rozvojová a udržovací péče o vegetační plochy. [3]

2.4.2. Květinové záhony

Kvetoucí záhon je jeden z prvků zelené infrastruktury v městských sídlech. Záhony mohou tvořit velké plochy, ale mohou být i prostorově zanedbatelné, ale pojí je společné, obvykle bývají díky své barevnosti či charakteru použitých rostlin vizuálně velmi nápadné a nabízí v celkovém působení zajímavý detail města. Záhony mohou výrazně přispět k atmosféře místa a jeho jedinečnému charakteru. A s tímto vědomím je vhodné při návrhu květinových záhonů pracovat. Záhony ve městech mají svojí bohatou historii a některé principy a druhové skladby rostlin jsou nesené až dodnes. Kvetoucí záhony mohou tvořit trvalky, letničky, dvouletky, cibulnaté a hlíznaté rostliny a jejich vzájemné kombinace.

Volba typu záhonu určují jeho vazby na okolí, pěstební podmínky pro rostliny, míra vynaložené údržby v rámci roku. Záhony, které doprovází památník nebo křížek na návsi, zdůrazňují vstupy do důležitých budov na náměstí, navazují na historické dispozice či tradice mohou být tvořeny letničkami, dvouletkami v kombinaci s trvalkami, také mohou často nést ornamentální uspořádání. V blízkosti těchto lokalit je většinou město schopné tyto komponované záhony udržet v reprezentativní formě a pravidelně o ně pečovat a obnovovat je. Intenzita údržby závisí na předpokládaném efektu. Trendem dnešních měst je vysazovat spíše šterkové záhony více přírodního charakteru, které podle svého druhového složení nemusí být tak náročné na údržbu.

Ve vazbě k MZI jsou nejvíce vhodné trvalkové záhony a nejčastěji se používají jako alternativa k travníkovému pokryvu vsakovacích zařízení. Jde například o výše zmíněné, např. průleh nebo vsakovací retenční nádrž. Zde mohou nahradit povrch a filtrační vrstvu obvykle tvořenou trávnikem, čímž pozvednou estetické i ekologické vlastnosti takového zařízení.

U vsakovacích objektů je složení pěstebního substrátu uzpůsobeno pro dostatečné vsáknutí srážkové vody a její odvedení v předepsaném čase tak, aby objekt byl připraven pro další srážku. Substrát spolu s kořenovým systémem rostlin působí jako filtrační vrstva. Obvykle se používá mix písku, kompostu a ornice. Výběr druhů musí respektovat výrazně se měnící hydrologické poměry stanoviště ve vsakovacím zařízení i různé stupně zaplavení srážkovou vodou odvíjející se od vlastní terénní modelace zařízení. Průlehy se obvykle navrhují s dobou prázdnění maximálně 24 hodin, výsadby musí zvládnout být po tuto dobu zatopeny až do 30 cm.

Povrch záhonu bývá zabezpečen mulčem, štěrkem, případně borkou. Důležité je zvolit správný výsadbový spon, tehdy dojde k plnému zapojení rostlin a záhon bude fungovat správně i v provázanosti s opatřeními MZI jiného charakteru. Pro výsadby rostlin nedoporučujeme používat netkanou textilii nebo plastové fólie, které negativně ovlivňují půdní život, výměnu půdních plynů i vodní režim. Město, které chce jít dopředu k cestě modrozelených vazeb by mělo takto založené záhony zrekonstruovat. Řešením je spolupráce se zkušeným zahradníkem, případně krajinářským architektem [3].

2.4.3. Stromy

Stromy plní ve městech hned několik velmi přínosných funkcí. Přispívají k efektivnímu hospodaření se srážkovou vodou, zkrášlují a zpříjemňují městské prostředí a zvyšují hodnotu rezidenční a komerční zóny, snižují roční spotřebu energií budov tím, že zmírňují místní klima. V létě poskytují stín, zvlhčují a ochlazují své okolí, listy zachytávají znečištění a prachové částice ze vzduchu, působí jako protihluková bariéra, poskytují stanoviště živým organismům a zvyšují druhovou biodiverzitu. Podle studie Spolkové vysoké technické školy v Curychu z roku 2021, kterou uveřejnil časopis Nature, mohou ve střední Evropě stromy ulice ochladit až o dvanáct stupňů.

Další vlastnosti, které stromy vykazují:

Transpirace: Fyziologický výpar vody, kterou stromy nasávají kořenovým systémem z půdy, pomocí průduchů listů ve formě vodní páry do ovzduší. Stromy jsou schopny využít velké objemy vody z půdy a tím přispívají ke snižování objemu srážkového odtoku.

Intercepce: Zadržení srážky na povrchu listů stromu a její následný výpar. Tím se snižuje množství srážkové vody, která dopadne na městský povrch.

Zvýšení vsaku: Kořenový systém provzdušňuje půdu, zvyšuje se množství volných kanálků a tím se zvyšuje její schopnost infiltrace srážky.

Fytoremediace: Schopnost rostlin dekontaminovat půdu od znečištění. Stromy spolu s vodou nasávají kořeny také látky, které jsou v ní obsaženy. Jedná se také o srážkovou vodu, která obsahuje atmosférické a povrchové znečištění, které na sebe navázala při své cestě, jako například těžké kovy a jejich nerozpustné sloučeniny, minerální oleje, ropné látky, organické látky a živiny. Strom tyto látky buď využije, nebo zůstanou navázány v jeho systému [14].

Stromy jsou náročné na prostor, kvalitu půdy a dodávku vody. Návrh stromu vhodného do městského prostředí a plnění funkce objektu HDV je velmi specifický úkol a je důležité, aby byl proveden k tomu kompetentní osobou v úzké spolupráci s dalšími profesemi [19].

Míra plnění regulačních služeb stromů, zejména ochlazování, zlepšování kvality ovzduší a zadržování srážkové vody, je dána především velikostí, tedy objemem koruny stromu. Jde tedy o služby, které jsou objektivně měřitelné. Obecně platí, že čím větší je objem koruny stromu, tím vyšší je přínos jeho regulačních služeb pro okolí. V městském prostředí však není možné direktivně uplatňovat přímou úměru „čím větší tím lepší“. Je nutné mít na paměti charakter konkrétního prostoru,

šířku či orientaci ulic, měřítko budov, zájmy památkové ochrany a řadu dalších faktorů. Ve všech případech nicméně jasně platí, že koruna stromu svým měřítkem vhodně vybraná pro daný prostor by měla být co největší a maximálně tak v rámci dalších omezujících faktorů plnit své regulační funkce [20].

Nezbytnou podmínkou pro plnění regulačních služeb je zajistit dobrou kvalitu olistění daných jedinců po celé období vegetace. Pokud mluvíme o adaptaci na změnu klimatu, můžeme počítat za přínosné jen ty jedince, kteří jsou schopni plnit regulační funkce i v nejteplejších měsících vegetačního období. Tato schopnost je podmíněna stanovištními podmínkami, dostupností vody a celkově dobrým stavem stromů. Rychlost růstu a stálost stromu na stanovišti jsou pak další parametry, které podmiňují plnění regulačních funkcí. Tyto parametry jsou primárně vázané na vlastnosti daného taxonu. Funkce stromu jako prvku MZI mohou být v zástavbě města výrazně posíleny jak vlastní technologií výsadby s důrazem na retenci srážkové vody, tak vytvořením sítě uličních stromořadí, které díky ochlazování prostoru v letních měsících vytvářejí příznivé enklávy pro život a propojují jednotlivé části města jako zelené ochlazující tepny [20].

Voda je přiváděna ke stromu povrchově a natéká k němu plošně nebo bodově. Pokud se jedná o druhý případ, měl by být nátok dostatečně opevněn a chráněn proti erozi. Stromy, které jsou součástí městského prostředí, jsou vystaveny pro ně extrémním podmínkám. Většinou kolem sebe mají jen omezený prostor. Ten by měl být zabezpečen proti jeho udusání, což znesnadňuje průsak vody ke kořenům, ale také propustnost vzduchu. Na druhou stranu může být strom „utopen“ v případě, že je zemina v okolí stromu příliš nasáklá vodou anebo dokonce pod vodou. Proto se doporučuje zajistit možnost odvedení přebytečné vody, která by v bezprostřední blízkosti stromu neměla zůstat déle než 48 hodin [19].

Zemina při zakládání stromů by měla být navržena např. tímto způsobem:

- Filtrační vrstva – musí vykazovat požadované čistící vlastnosti a zároveň být vhodně zvolena vzhledem k nárokům použitých rostlinných druhů.
- Separační písčito-hlinitá o mocnosti minimálně 10 cm, která slouží jako pojistka proti zanášení podzemní rýhy vnosem hlinitých částic. Vhodné je k oddělení vrstev doplnit geotextilií. Spodní část objektu tvoří podzemní rýha, která bývá vyplněna praným říčním štěrkem. Slouží k dočasnému zadržení srážky před jejím vsakem do podloží nebo odvedením do jiného recipientu.
- Velmi důležitou součástí objektu je bezpečnostní přeliv pro případ překročení kapacity objektu.

Při návrhu stromů, jako objektů HDV by se nemělo uvažovat pouze o jeho přínosech z hlediska odvodnění, ale v první řadě je strom součástí městského prostředí, které by mělo jeho umístění vizuálně a funkčně pozvednout, a to během všech čtyřech ročních období. Stromy jsou součástí zelené infrastruktury a jsou integrovány do života uličního prostoru, který je určen pěším, cyklistům, a motorovým dopravním prostředkům. Návrh stromů by tedy měl vycházet z celkové urbanistické koncepce.

Pro městské prostory je důležité zvolit odolné druhy snášející omezení, jakými jsou zpevněné povrchy nad kořenovým systémem, skrovný prostor k růstu, nepůvodní zemina, znečištěné ovzduší nebo třeba posypová sůl.

Stromy jako prostorové prvky lze využít v kombinaci s většinou propustných a polopropustných povrchů v místech, kde to je z hlediska požadavků provozu, zastínění budov a vedení inženýrských sítí možné. Podmínkou použití stromů je zajištění adekvátního nadzemního prostoru a prokořitelného objemu půdy v závislosti na jejich předpokládané velikosti [3].

Zajištění vhodného prokořitelného objemu půdy je v těsném městském prostředí možné:

- Dostatečně hlubokou nez hutněnou vegetační vrstvou půdy.
- Vedením kořenových cest do míst s nez hutněnou vrstvou půdy.
- Zřízením kořenových mostů v místě konstrukční zátěže.

- Použitím strukturních substrátů umožňujících prokořenění a nesení konstrukce zpev. ploch.
- Použitím půdních buněk vytvářejících stavebně oddělené kořenové zóny.
- Podzemní konstrukce zajišťující prokořenitelný objem půdy lze kombinovat se systémy podporující vsakování a regulujících odtok vody z území (vsakovací rýhy a průlehy).

Při návrhu nových výsadeb dřevin je nutné v projektové dokumentaci počítat s prokořenitelným prostorem pro malokorunné stromy 8 m³, středně velké stromy 16 m³ a velkokorunné stromy 25 m³.

Cestou, jak dostat do měst více stromů v rámci rekonstrukcí zpevněných ploch (ulice, silnice), kde je většinou problém s protkáním města inženýrskými sítěmi, je mezioborová spolupráce. Řešením je většinou přeložení sítí do sdružených kolektorů. Ve městě by mělo být cílem rekonstruovat plochy buď se zachováním stávajících perspektivních dřevin nebo vysazovat nové dřeviny. Při zachování stávajících dřevin je kladen důraz na arboristické ošetření a na ně vázané ořezy, aby dřeviny lépe ustály rekonstrukci okolí. Dále se může jednat o vylepšení stanoviště stromů technologií AIR spade. Jedná se o šetrné odkrývání kořenů tlakovým vzduchem.

Pokud je navrhována nová výsadba, je vhodné volit vzájemně propojené výsadbové prostory. Dřeviny tak získají větší sdílené prokořenitelné prostory. V rámci řešení MZI je potřebné sem svádět srážkovou vodu. Její odtok tak bude zpomalen a strom dostane potřebnou vláhu pro svou prosperitu.

V případě svedení dešťové vody z okolních povrchů ke stromu je nutno řešit otázku zasolení ze zimní údržby. Některé taxony jsou k posypovým solím tolerantní (např. *Platanus x acerifolia*), většina však jimi trpí nebo je vůbec nesnese, důležitý je proto správný výběr stromu. Obvykle se problém posypových solí řeší těmito způsoby:

- jsou použity speciální vpusti se škrticí klapkou v odtoku, které část vody odvádějí do kanalizace a v případě větších srážek pouští vzdouvající se, již relativně čistou vodu přes snížený okraj vozovky do vegetace
- ke stromům je svedena pouze voda z povrchů, které se nesolí, např. ze střech
- jsou zvoleny speciální substráty pro výsadbu
- jarní intenzivní proplach kořenového prostoru čistou vodou k vyplavení zimních posypových solí
- voda ze zimních měsíců se ke stromům nesvádí (sezónního zakrytí vtokových otvorů)

Ve městě Havířově důrazně doporučujeme ihned zahájit plán obnovy stromů z důvodu jejich značného stáří a s tím spojeného poklesu vitality. Městu tak zůstane jeho zelená dominanta.

2.5. Vegetační střechy

Vegetační střechy hrají podstatnou roli v systému návrhů modrozelené infrastruktury města. V městském prostředí tvoří jedno z mála opatření, které lze aplikovat v hustě zastavěných částech a doplnit tak chybějící funkční plochy městské zeleně. Vegetační střechy přispívají k regulaci městského mikroklima, zvyšují vlhkost a snižují efekt tepelného ostrova města. Cestou k dalším rozšíření realizací těchto prvků HDV je osvěta veřejnosti a cílení na přínosy použití jako součást udržitelného stavebnictví. Na základě funkcí vegetačních střech můžeme dále vylíšit zelené vegetační střechy a modrozelené střechy.

Technický popis řešení:

Podle sklonu můžeme **vegetační střechy** rozdělit na ploché, šikmé a strmé. Vegetační střechy můžeme také dělit podle převažující funkce například na biodiverzní, podporující biodiverzitu, biosolární – kombinace s fotovoltaickými panely, retenční – sloužící převážně k zadržování maximálního množství srážkové vody a zpomalení odtoku do kanalizace, pěšební – sloužící k pěstování užitkových plodin apod. Dále je tedy můžeme rozdělit na zelené vegetační střechy a modrozelené vegetační střechy s doplněním vodního prvku s otevřenou hladinou.

Pro funkční vegetační střechy je nutné znát náležitosti odvodnění a hydroizolace střechy, statickou únosnost budovy a střechy, potřeby technického zařízení umístěného na střeše a působení větru. [22]

Údržba vegetačních střech:

Extenzivní vegetační střechy zpravidla jednou až dvakrát za rok vyžadují údržbu, sestávající zejména z odstranění listů a mrtvého dřeva, popřípadě náletové vegetace.

Intenzivní vegetační střechy vyžadují častou pravidelnou kontrolu a kosení trávníků zpravidla jednou za týden až za dva týdny (během vegetační sezóny), závlahu v případě potřeby a pravidelné pletí případných květinových či jiných záhonů. [13]

Technické a konstrukční parametry:

ČSN 73 1901. Navrhování střech – základní ustanovení (sklon střech, provedení hydroizolace, vstup na střechu, bezpečnostní požadavky aj.)

TNV 95 9011. Hospodaření se srážkovými vodami (doplňuje ČSN 73 1910 o způsobu nakládání se srážkovou vodou)

ČSN 75 6760. Vnitřní kanalizace (součinitel odtoku dešťové vody)

ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov (tepelně technické vlastnosti, difúze vodních par aj.)

ČSN EN 13948. Hydroizolační pásy a fólie – asfaltové, plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech – stanovení odolnosti proti prorůstání kořenů rostlin)

ČSN EN 1991-1-1. Zatížení konstrukcí – část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb a další) [23]

Zelené střechy a legislativa:

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Zákon č. 114/1992 Sb., České národní rady o ochraně přírody a krajiny

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Vyhláška č. 269/2009 Sb., kterou se mění vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích, a vyhláška č. 428/2001 Sb., která je jeho prováděcím předpisem

2.5.1. Zelené vegetační střechy

Benefity, které zelené střechy přináší, jsou v městské džungli velice významné. Zelená infrastruktura se ve svém kontextu stává součástí veřejné infrastruktury, z pohledu konkrétní stavby pak každý jednotlivý objekt zhodnocuje a přidává mu další funkční vlastnosti, zvyšující užitnou hodnotu nemovitostí.

Zelené vegetační střechy pomáhají budovám s regulací a izolací teplot a je tak možné významně uspořít energii na vytápění a chlazení. Řeší problém s odvodem srážkových vod, vodu tak jednoduše zadrží na celé zastavěné ploše budovy. Zelené střechy filtrují vzduch, absorbují škodlivé látky a snižují koncentraci znečišťujících látek a prachu v okolí. Poskytují životní prostor pro rostliny, hmyz a ptáky, čímž podporují biodiverzitu ve městském prostředí. To má pozitivní dopad na ekosystém a celkovou estetiku. Pomáhají snižovat hluk a ozvučnost v městském prostředí tím, že pohlcují zvuky a tlumí odrazy od tvrdých povrchů. Vegetace na zelených střechách chrání povrch střechy před UV zářením, teplotními výkyvy a mechanickým poškozením, to také zvyšuje její životnost.

2.5.2. Extenzivní vegetační střechy

Vegetační pokryv je zde realizován na celé ploše střechy a je tvořen druhy s nízkou mírou růstu a nízkými nároky na údržbu. Podmínky zpravidla odpovídají extrémním stanovištním podmínkám v přírodě s dlouho trvajícím nedostatkem vláhy a s velmi malým množstvím živného substrátu. Extenzivní vegetační střechy se navrhuje na plochých i sklonitých střešních konstrukcích. Tyto vegetační střechy jsou navrhovány jako nepochůzné, s přístupem pouze za účelem údržby. Nároky na údržbu jsou nízké. Typické pro extenzivní zelené střechy jsou některé druhy rozchodníků, netřesků, ale také nenáročné traviny a byliny.

Další možností pro realizace extenzivní zelené střechy je použití hydrofilní vlny, která plně nebo částečně může nahrazovat zeminu v konstrukci vegetačních střeš.

Typy porostu vhodné pro extenzivní vegetační střechy:

Rozchodníky a další sukulenty – rozchodníky (*Sedum*) jsou reprezentanty sukulentních (tučnolistých) rostlin se specifickým metabolismem, který jim umožňuje přežít velmi dlouhá období sucha (fotosyntetická fáze, kdy je poután vzdušný oxid uhličitý a musí být otevřené průduchy, probíhá v noci potmě). Sukulenty jsou víceleté nebo vytrvalé rostliny (trvalky), pro výrazná specifika se ale v zahradnické praxi uvádějí jako samostatná skupina (*Sempervivum*). Dalšími hojně používanými zastupci tučnolistých, jsou netřesky, např. *Sedum album* (rozchodník bílý), *Sedum sexangulare* (rozchodník šestiřadý), *Sedum hispanicum* (rozchodník španělský), *Sedum reflexum* (rozchodník skalní), *Sedum floriferum* (rozchodník květonosný), *Sedum spurium* (rozchodník pochybný), *Sempervivum arachnoideum* (netřesk pavučinatý), *Sempervivum montanum* (netřesk horský), *Jovibarba globifera* (netřesk výběžkatý).

Trávy a byliny – xerofytní (suchomilné) traviny a byliny. Jedná se o dvouděložné kvetoucí byliny rostoucí společně s travinami ve stepních formacích, obdoba přirozených stepních trávníků. Tyto porosty se kosí jen jednou nebo dvakrát ročně. Např. *Campanula rotundifolia* (zvonek okrouhlolistý), *Dianthus carthusianorum* (hvozdík kartouzek), *Dianthus deltoides* (hvozdík kropenatý), *Euphorbia myrsinites* (prýšec chvojka), *Festuca ovina* (kostřava ovčí), *Hieracium pilosella* (jestřábník chlupáček), *Hypericum perforatum* (třezalka tečkovaná), *Linaria cymbalaria* (zvěšinec zední), *Linum perenne* (len vytrvalý), *Carex flacca* (ostřice chabá), *Petrorhagia saxifraga* (hvozdíček lomikamenovitý), *Prunella grandiflora* (černohlávek velkokvětý).

2.5.3. Polointenzivní zelené střechy

Polointenzivní zelené střechy tvoří přechodný typ mezi extenzivními a intenzivními zelenými střechami. Kromě vegetace vhodné pro extenzivní zelené střechy lze na polo-intenzivních zelených střechách využít i další rostlinné druhy jako trávy, trvalky, dřeviny, které mají vyšší nároky na skladbu vegetačního souvrství, zásobování vodou a živinami. Vyšší intenzita péče spočívá zejména v nutnosti závlahy v sušších obdobích roku [22].

Typy porostu vhodné pro polo-intenzivní vegetační střechy:

Trávy a byliny – druhově shodné jako u extenzivních zelených střeš

Trvalky (pereny) – zahradnický výraz zahrnující pěstované druhy a odrůdy vytrvalých bylin, které jsou podle botanické definice víceletými nedřevnatými rostlinami. Nepříznivé vegetační podmínky, např. zima a sucho, velmi často přežívají pouze podzemní orgány – kořeny, oddenky, hlízy, cibule. Pro výrazná specifika se v zahradnické praxi považují trávy, sukulenty a cibuloviny za samostatnou skupinu, i když také odpovídají definici „trvalky“.

Keře – dřevnaté vytrvalé rostliny, které se nízko nad zemí rozděluje do mnoha větví bez kmene.

2.5.4. Intenzivní vegetační střechy, střešní zahrady

Jedná se o obhospodařované zelené plochy s okrasnou funkcí s rostlinami, keři a stromy, na střešních zahradách. Intenzivní vegetační střechy výrazně zvyšují zatížení střešní konstrukce, jsou obvykle pochůzná a vyžadují také pravidelnou údržbu včetně přídatné závlahy a hnojení.

Střešní zahrady mohou být umístěny v úrovni parteru, například na střechách podzemních parkovišť. Při správném propojení městských ploch se může jednat o plochy, které mohou sloužit jako park či zahrada. Na střechách administrativních budov v městské zástavbě mohou intenzivní vegetační střechy sloužit jako prostory pro relaxaci, jednání či společenské akce.

Typy porostu vhodné pro intenzivní vegetační střechy:

Travník – travní porost bez příměsi dvouděložných rostlin, intenzivně zavlažovaný a hnojený, pravidelně kosený na malou výšku vícekrát ročně (v období bujného růstu každý týden).

Trvalky – viz polo-intenzivní zelené vegetační střechy.

Keře – viz polo-intenzivní zelené vegetační střechy.

Stromy – pro střešní zahrady se vybírají méně vzrůstné druhy stromů.

Užitkové rostliny – zvláštním typem intenzivních zelených střech jsou zelené střechy umožňující produkci ovoce a zeleniny. Střechy musí být řešeny tak, aby při obdělávání půdy nemohlo dojít k poškození skladby vegetačního souvrství nebo hydroizolace. Ani substráty běžně používané pro zelené střechy nejsou pro pěstování příliš vhodné, s pěstováním zeleniny se tedy musí počítat již při realizaci vegetačních vrstev. Většinou se pro pěstování zeleniny a jiných kultur, kde je třeba obdělávat půdu, využívají nádoby nebo zvýšené záhony.

2.5.5. Modrozelené střechy

Hospodaření s dešťovou vodou může být přesunuto na střešní konstrukce domů. **Modrozelené střechy** propojují funkce systému retence vody pomocí otevřené hladiny retenční vodní plochy různého typu s automatickou regulací hladiny ve spojení s vegetační střechou. Skladba modrozelené střechy zahrnuje střešní konstrukci a izolaci, hydroizolační fólii, ochrannou geotextilii, substrát s vegetační vrstvou a jednotku ke kontrole hladiny vody. Voda je v tomto systému vedena pomocí kapilární textilie a knotů. Potenciál pro realizaci modrozelených střech je v Havířově jak na městských, tak na soukromých střechách. Příklady vhodných lokalit jsou zobrazeny na *Obrázku 2-46 až 2-51*.



Obrázek 2-46 Potenciál pro realizaci modrozelených střech na budovách škol/ek



Obrázek 2-47 Potenciál pro realizaci modrozelených střech na vstupních portálech



Obrázek 2-48 Potenciál pro realizaci modrozelených střech na vstupních portálech



Obrázek 2-49 Potenciál pro realizaci modrozelených střech na budovách škol/ek



Obrázek 2-50 Potenciál pro realizaci modrozelených střech inovací zastřešení zast.



Obrázek 2-51 Potenciál pro realizaci extenz. modrozelených střech na garážích

2.6. Vertikální vegetace

Vegetační stěny či **vertikální záhony** tvoří zelený vertikální prvek na vnějším či vnitřním plášti budov, který kombinuje architekturu s přírodou. Spojuje funkčnost, estetiku i ekologický přínos. Vegetační fasády přidávají zelený prvek do betonové džungle.

Pozitivní dopady v kontextu města jsou obdobné jako v případě opatření zelených střech. Vytváří zdravější a udržitelnější městské prostředí. Poskytuje zlepšení kvality ovzduší, regulaci teploty a vlhkosti výparem, zlepšuje estetický vzhled řešených ploch a svojí podstatou podporuje biodiverzitu a tvorbu nových stanovišť. To vše přispívá ke zlepšení druhové rozmanitosti a ekologické stability města.

Rostliny umístěné na stěnách budov, ale třeba i svislých dopravních konstrukcích zmírňují efekt tepelného ostrova, zlepšují ovzduší a vtiskují veřejnému prostoru specifický charakter. Jedná se o způsob, jak do stísněných podmínek, technických a provozních limitů městského prostředí dostat zeleň. Ve městě lze potenciál popínavých rostlin uplatnit v mnoha směrech – od jednoduchého odclonění kontejnerových míst po zakrytí vizuálně nežádoucích objektů nebo naopak, v případě, pokud chceme nějakou budovu či stavbu zatraktivnit. Rostliny na stěnách zmírňují efekt tepelného ostrova,

zlepšují ovzduší a vtiskují veřejnému prostoru specifický charakter. Vegetační fasády lze rozdělit na vedené z volné půdy či nádoby a vertikální zahrady.

2.6.1. Vegetační stěny

Popínavé rostliny vedené na **vegetační stěně** či fasádě budov nebo dopravních staveb jsou levnější a stabilnější variantou řešení vertikální vegetace. Výběr rostlin závisí na orientaci vůči světovým stranám, na místních podmínkách pro jejich růst a výšce, do které mají dorůst. Bývají vedeny z volné půdy či z nádob a velkoobjemových květináčů.

Technický popis řešení:

Dle způsobu vedení na fasádě či stěně obecně lze rozdělit na samopnoucí a nesamopnoucí [3].

Při zvolení systému za použití popínavých rostlin je vhodné použít řízený systém či konstrukci z ocelových lanek (*Obrázek 2-52*), který současně ochraňuje fasádu budovy před případným nepříznivým působením popínavých rostlin a zároveň je schopen udržet rostliny dlouhodobě na místě. Pokud to lokalita a podmínky dovolí, je vhodné zvolit výsadbu rostlin do volné půdy k budově, pokud podmínky k výsadbě nejsou vhodné, alternativou je zvolit výsadbu do nádob, které odpovídají životním potřebám rostlinám.

Rostliny nesamopnoucí: rostliny se mohou uplatnit na svislých rovných plochách pouze za pomoci přidané opory. Podle způsobu pnutí a charakteru adaptačních mechanismů volíme pro daný druh optimální typ opěrné konstrukce.

Tento systém má oproti samopnoucím rostlinám vyšší pořizovací náklady, ale zároveň levnější údržbu. Jako konstrukci lze použít různé mříže, treláže, lana, dráty či moduly.

Patří sem rostliny ovíjivé a úponkaté a vzpěrné. Uvádíme zde pouze základní druhy doporučených rostlin, samotný výčet kultivarů těchto rostlin je široký a variabilní a záleží na konkrétních podmínkách použití.

Typy rostlin: *Clematis vitalba*, *Vitis vinifera*, *Vitis coignetiae* nebo jednoleté rostliny např. *Lathyrus odoratus*, *Wisteria* sp., *Humulus lupulus*, *Lonicera caprifolium*, *Rosa* sp., *Akebia* sp., *Aristolochia* sp., *Fallopia baldschuanica*, *Fallopia aubertii*, *Ampelopsis glandulosa*

Rostliny samopnoucí: rostliny porůstají svislé plochy bez jakékoli nutné opory. Předpokladem takového ozelenění je vždy nenarušený stav fasády. Do této skupiny spadají přičepivé (kořenující) popínavé rostliny a úponkaté popínavé rostliny s adhezivními terčíky. U tohoto druhu zelené fasády je problém v případě odstranění, kdy může dojít k poškození barvy fasády domu nebo uvolnění omítky. Uvádíme zde pouze základní druhy doporučených rostlin, samotný výčet kultivarů těchto rostlin je široký a variabilní a záleží na konkrétních podmínkách použití.

Typy rostlin: *Hedera helix*, *Campsis radicans*, *Hydrangea anomala*, *Parthenocissus tricuspidata*, *Parthenocissus quinquefolia*, *Actinidia deliciosa*

V Havířově se nachází stovky potenciálně vhodných fasád a stěn dopravních staveb, které by mohly být pokryty vegetací. Listnaté popínavé rostliny nabízí přirozeně stínící a ochlazující funkci během vegetačního období. Pro období vegetačního klidu naopak mohou po opadu listů poskytovat více světla z odkrytých ploch stěn. Příklad vhodného umístění je zobrazen například na *Obrázku 2-53*.



Obrázek 2-52 Uchycení a vedení popínavých rostlin po konstrukci z ocelových lanek



Obrázek 2-53 Potenciál pro realizaci zelené stěny na konstrukci z ocelových lanek.

2.6.2. Vertikální záhony

Pro doplnění návrhů prvků MZI jsou **vertikální záhony** velmi vhodné. Jde o prvek poměrně náročný na péči. K jejich potřebné časté závlaze bývá využívána akumulovaná dešťová voda ze střech přilehlých budov či ploch. Obvykle se jedná o systém košů či květináčů vyplněných substrátem nebo jsou rostliny umístěny v kapsách ze speciálních textilií přichycených na stěnu budov. Mezi tyto prvky lze zařadit i využívání závěsných květináčů na sloupech veřejného osvětlení.

Klíčovým faktorem, na který je vertikální fasáda odkázána, je závlahový systém. Ten po ploše distribuuje vodu a potřebné živiny. V našich zeměpisných šířkách lze očekávat obvyklý průběh vegetační sezóny a dle toho je nutné volit i skupiny rostlin. Množství zapojené vegetace a její vzhled je závislý na ročním období.

Ze srovnání investičních nákladů v tabulce níže (Tab. 2-21) vidíme, že je neporovnatelně výhodnější zvolit popínavé rostliny. Příklad vhodného použití vertikální vegetace pro zamaskování nevzhledného kontejnerového stání je zobrazen na Obrázku 2-54.

Tabulka 2-21 Srovnání nákladů vegetačních stěn a vertikálních záhonů

Typ fasády	Investiční náklady
Vegetační stěny – extenzivní řešení, stěna porostlá popínavou rostlinou bez opěrného systému	15 Kč/m ²
Vertikální záhony – intenzivní, vegetační stěna je realizovaná způsobem vertikálního záhonu	17 000 Kč/m ²



Obrázek 2-54 Potenciál pro realizaci konstrukce z vertikálních záhonů pro ukrytí kontejner. stání.

2.7. Akumulace a zpětné využívání dešťové vody

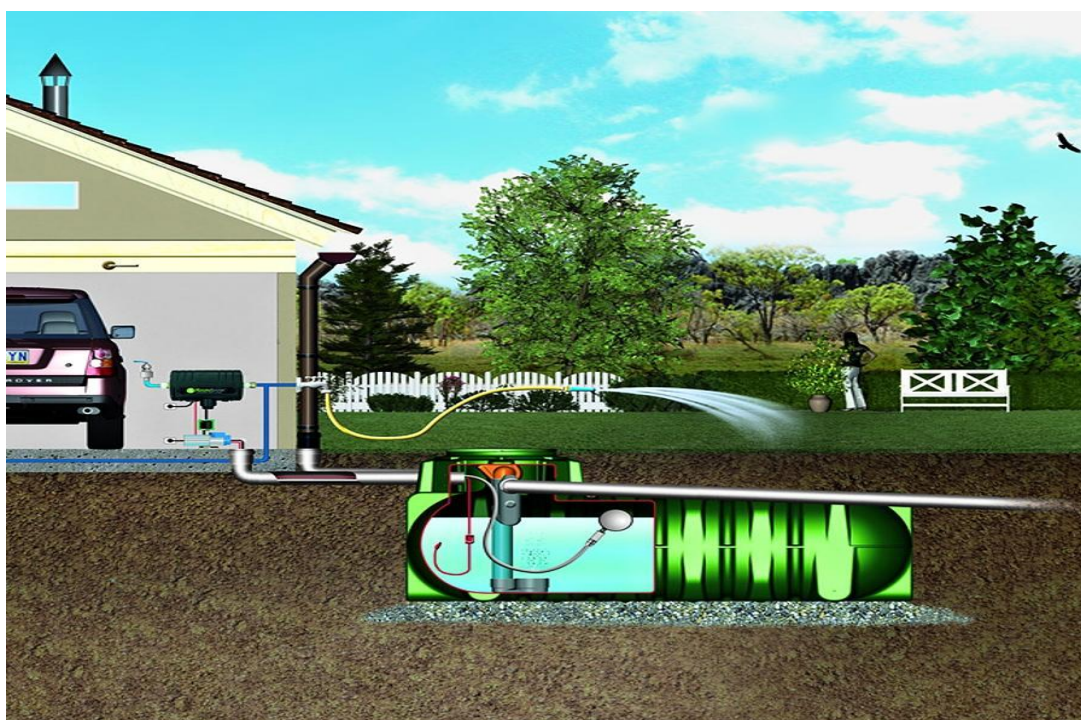
Dalším způsobem nakládání s dešťovou (srážkovou) vodou je její **akumulace a zpětné využití**. Akumulace je využíváno v případech, kdy půda není dostatečně propustná a není ji možné efektivně zasakovat. Akumulační nádrže umožňují srážkovou vodu regulovaně odpouštět do kanalizace nebo vodního toku mimo dobu kulminace srážek a slouží tak mj. ke zpomalení odtoku kulminačních průtoků.

Hlavním důvodem akumulace dešťové vody je však její zpětné využití. Umožní nahradit až 50 % spotřeby pitné vody. Dešťová voda je zvláště vhodná pro:

- Zálivku vegetace
- Čištění povrchů
- Kropení ulic v horkých měsících
- Splachování a úklid

Podle účelu využití dešťové vody jsou kladeny různé nároky na její kvalitu. Nejvyšší nároky na kvalitu jsou kladeny, pokud bude voda sloužit pro splachování, mytí vnitřních prostor nebo praní prádla. Naopak nejnižší nároky na kvalitu jsou kladeny na dešťovou vodu určenou pro zálivku vegetace. Obecně platí, že voda zachycená ze střech je méně znečištěná než voda z pozemních ploch, např. parkovišť. Proto je voda ze střech vhodnější. Největší znečištění přináší prvotní splach, ten může obsahovat prach, listí nebo zvířecí exkrementy. Z tohoto důvodu je nutné řešit předčištění vody, nebo provozní splach v akumulární nádrži nezachytávat.

Akumulace dešťové vody probíhá v akumulárních nádržích různého typu a uložení. Mohou být instalovány individuálně jako nadzemní či podzemní nádrže u individuální budovy, nebo v jejich širším okolí realizované např. jako vymezený povrchový prostor, který je součástí rozsáhlejšího systému propojených retenčních objektů. Akumulační nádrže mohou být plastové, betonové i dřevěné. Mohou být provedeny jako nadzemní nebo podzemní. Nejčastěji se používají podzemní akumulační nádrže plastové či betonové. Součástí nádrže bývá předřazené mechanické předčištění vody a systém jejího následného čerpání do tlakového potrubí (Obrázek 2-55).



Obrázek 2-55 Příklad čerpání dešťové vody akumulované v podzemní nádrži

2.7.1. Zálivka vegetace

Mezi nejčastější a nejjednodušší způsob využití dešťové vody patří **zavlažování**. Důvodů pro využití dešťové vody pro tyto účely je hned několik. Dešťová voda nemá vysoký obsah solí, proto nedochází k zasolování půdy. Navíc neprošla dezinfekcí, takže neobsahuje chlor, který některým rostlinám vadí. Zároveň je dešťová voda oproti jiným zdrojům vody teplejší.

Závlaha dešťovou vodou je také mnohem ekonomičtější řešení než zalévání vodou pitnou, i když její množství většinou nepokryje celoroční potřebu. Využívá se tak v kombinaci s jinými zdroji vody, např. vodou ze studny nebo vodovodu. Závlaha může probíhat manuálně nebo automaticky pomocí časově řízeného automatu nebo na základě měření vlhkosti půdy.

2.7.2. Zpětné použití v rámci budov

Dešťová voda je vhodná pro splachování záchodů, má nízký obsah rozpuštěných minerálních látek a nevytváří tak vodní kámen. Vzhledem k tomu, že se nejvíce vody v domácnostech a veřejných

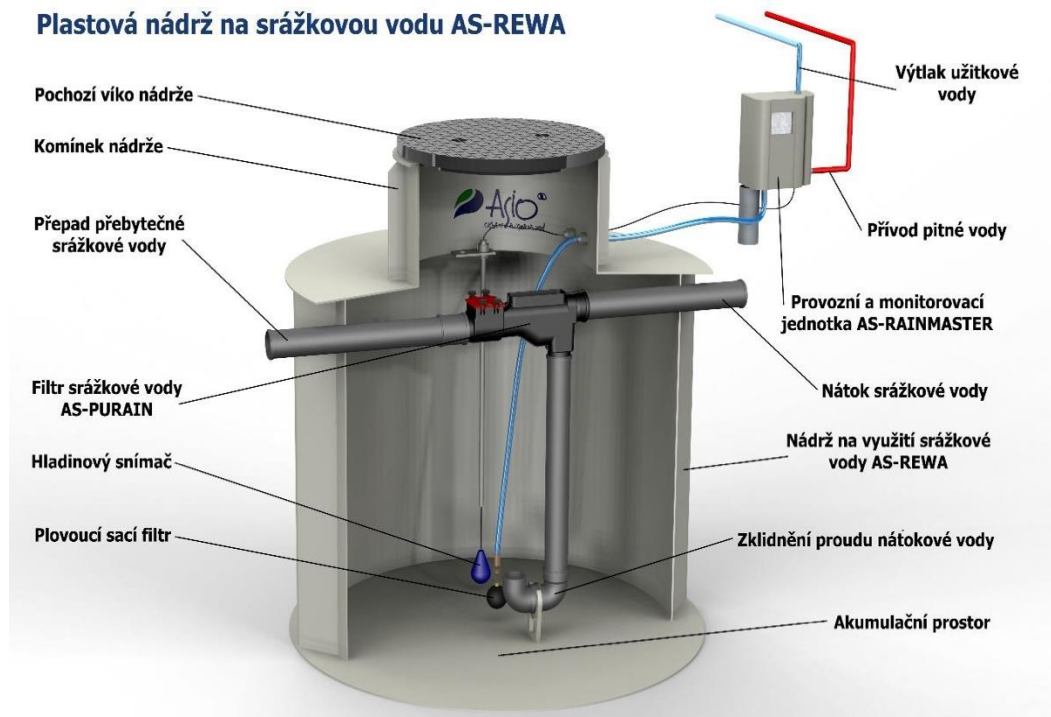
budovách spotřebuje nejvíce vody právě na splachování WC, má využití dešťové vody pro tyto účely značné ekonomické opodstatnění. Na vodu určenou pro splachování nejsou kladeny ani vysoké nároky na její kvalitu.

2.7.3. Akumulační nádrže

Návrh velikosti **akumulační nádrže** závisí na velikosti přítoku a odběru vody z nádrže ve sledovaném období. Objem nádrže je též závislý na sběrné ploše, úhrnu srážek a ztrátách. Mezi ztráty se počítá i ztráta na filtru. Ta se běžně rovná 10 % srážkového odtoku z redukované plochy. Akumulační nádrže jsou nejčastěji vyrobeny z plastu, betonu, sklolaminátu nebo oceli. Příklad vzhledu a použitých konstrukčních prvků plastové akumulční nádrže pro rodinný dům je zobrazen na *Obrázku 2-56*.

2.7.4. Plastové nádrže

Nejčastějším materiálem pro vyrábění **plastových nádrží** je polyetylen, polypropylen nebo plast se zesílenými skelnými vlákny pro uložení do země. Velkou výhodou plastových nádrží je odolnost vůči korozi, malá hmotnost, jednoduchá montáž a údržba a také například využití prostoru variabilním uspořádáním. Plastové nádrže mají mnoho variant. Mohou být bezešvé nebo svařované, válcové nebo pravoúhlé, samonosné nebo určené k obetonování. Jímky jsou osazovány buďto na betonovou desku nebo na zhutněný štěrkový podklad z kačírku 16-32 mm. Za předpokladu nebezpečí podzemní nebo povrchové vody se doporučuje obetonování v síle 15-20 cm pro zajištění jejího ukotvení.



Obrázek 2-56 Ukázka plastové jímací nádrže na dešťovou vodu

2.7.5. Betonové nádrže

Betonové nádrže se budují například podobně jako studny z jednotlivých skruží. Jejich nevýhodou je, že během několika let přestanou v dotýkajících se místech těsnit a voda se pak dostává mimo jímku. Tuto nevýhodu však nemají například monolitické betonové jímky (*Obrázek 2-57*). Naopak jednou z výhod betonových nádrží je jejich přirozená neutralizace kyselých dešťových vod. U plastových nádrží je tato neutralizace zajištěna kouskem přírodního vápence. Další výhodou je odolnost vůči velkému vnějšímu tlaku, proto se doporučují například pro stavbu pod příjezdovými cestami.



Obrázek 2-57 Příklad kaskády betonových monolitických akumulčních nádrží

Technický popis řešení – předčištění dešťové vody:

Způsob a stupeň předčištění je závislý na účelu použití dešťové vody. Zpravidla vyžadují jen jednoduché mechanické způsoby čištění, v některých případech doplněné o hygienické zabezpečení. Akumulovanou vodu je potřeba uchovávat tak, aby nedocházelo k množení mikroorganismů. Vhodné je umístění nádrže do země. Je tak zajištěna potřebná teplotní stabilita vody a tma. Tyto faktory zcela omezují nežádoucí rozvoj bakterií a sinic.

Jednou z možností předčištění dešťové vody je jejich filtrace. Slouží k tomu, aby bylo zamezeno prostupu hrubých nečistot, je nutné v akumulční nádrži nainstalovat jednoduché filtry. Pro navržení filtrace je potřeba znát místní podmínky, především plochu, ze které je voda odváděna. Z některých střech je možné vodu použít v podstatě hned, pokud se jedná ale například o parkoviště se stromy, je riziko vnosu hrubých nečistot vyšší (listy, prach). Povětšinou postačí pasivní filtry, bez příkonu. Ty ale odstraní pouze nečistoty před akumulční nádrží, nikoliv v ní a za ní. Hrubé nečistoty se téměř vždy dostanou do vody i v akumulční nádrži nebo za ní, proto je čerpadlo nutné osadit sacím košem. Filtr je možné umístit už na domovní svody dešťové vody nebo jej vyřešit jako šachtový filtr, je také možné ho navrhnout jako filtrační koš. Filtry potřebují pravidelnou údržbu, jedná se zejména o odstranění vyfiltrovaných nečistot.

Hygienickou nezávadnost vody lze zajistit také pomocí UV lampy, která produkuje ultrafialové záření v komoře, kudy protéká voda. Účinné ultrafialové záření dokáže zcela zbavit vodu bakterií a virů.

Technický popis řešení – čerpání vody:

K zajištění dopravy vody k jejímu zpětnému využití je potřeba čerpadlo. Nejčastěji se používají čerpadla ponorná nebo objemová. U obou typů je potřeba brát zřetel na fakt, že dešťová voda může obsahovat drobné nerozpuštěné nečistoty, proto se čerpadlo vybírá tak, aby nedošlo k jeho poškození při průchodu těchto nečistot.

U ponorných čerpadel je důležité, aby byla trvale pod hladinou vody, musí být usazeny ke dnu. Čerpaná voda je tlačena směrem vzhůru. Objemová čerpadla se umísťují mimo nádrž. K tomuto čerpadlu vede sací potrubí, které však dokáže čerpat vodu z hloubky max. 8 m pod úroveň osazení tohoto čerpadla. Z čerpadla pak vede výtlačné potrubí k další dopravě vody pro její následné využití.

Pro zvýšení životnosti čerpadla se do systému přidává tlaková nádoba, která je naplněna z části vodou a z části vzduchem. Důvodem přidání tlakové nádoby je její funkce udržování stabilního rozmezí tlaku vody v potrubí. Například v případě, kdy se spláchne WC, poklesne v celém systému tlak. Ten však tlaková nádoba dorovná ze svého objemu, bez nutnosti okamžitého sepnutí čerpadla.

Akumulace dešťové vody s využitím na zahradě či v domácnosti je často předřazována před vsakovací nebo regulační zařízení. V takovém případě bývá její objem navržen na průměrnou potřebu na cca 3 týdny. Součástí celé sestavy je kromě dostatečně objemné nádrže a elektrické přípojky k vytlačnému či objemovému čerpadlu také zmíněná expanzní nádrž s tlakovým spínačem napojeným na čerpadlo. Akumulační nádrž může být vybavena plovákovým spínačem, který hlídá, aby hladina neklesla pod zaústění sacího potrubí a nebyl tak nasán vzduch a nečistoty z hladiny.

2.8. Vodní prvky

Vodními prvky jsou myšleny fontány, kašny nebo vodní trysky. Vodní prvky mají okrasnou nebo rekreační funkci. Jejich návrh primárně nesouvisí s HDV. Mohou však přispět ke zlepšení mikroklimatu ochlazením vzduchu ve svém okolí. U některých prvků je potřeba k jejich fungování určitých specifických technologických zařízení, aktivní filtrace, tryskových čerpadel a podobně. Provozovat tyto prvky pouze za pomoci dešťové vody může být v letních měsících problematické. Pro zajištění chodu vodního prvku je vhodné kombinovat dešťovou vodu s jinými zdroji vody z vodovodního řadu nebo vodního toku.

Historické fontány i moderní kašny můžeme napojit na systém akumulace dešťových vod z obecních budov či veřejných ploch náměstí. Je možné je navrhnout v městských parcích nebo zahradách vnitrobloků. Umístěním kašny nebo fontány dojde k zatraktivnění veřejného prostoru a vtisknutí dynamiky a vitality.

Vodní trysky, mlhoviště a brouzdaliště je naopak vhodné umisťovat na otevřenou přístupnou zpevněnou plochu veřejných prostranství, zejména na lokální náměstí, sídlištní prostory či dětská hřiště. Docílí se tím ochlazení povrchu. Vnesením těchto prvků prostor získá větší hravost a může se stát součástí dětských herních prvků.

V zahradách škol a školek je možné naprojektovat vodní herní prvky a zároveň děti učit o významu vody pro život.

Na náměstích, parkových plochách nebo na jiných navštěvovaných atraktivních je vhodné navrhovat pítka. Lidé tak mají možnost se na veřejném prostranství napít a setrvat na lokalitě déle. Pítka jsou vhodná pro všechna veřejná prostranství, obzvláště přínosná budou tam, kde se vyskytuje větší počet osob, např. všechny typy náměstí (zpevněné, parkové i lokální), městské zahrady a parky, dětská a sportovní hřiště, nábřeží, zákoutí.

Vodní prvek na veřejném prostranství, který kombinuje statickou vodní hladinu, mlhoviště a vodotrysk může sloužit i jako vhodná kulisa k pořádání divadelních nebo hudebních představení.

V městském prostředí je vhodné uvažovat o vodních prvcích jako o uměleckých dílech zkrášlující prostor za podmínek plnění jejich funkce. Na návrhy i samotnou realizaci takových prvků je z estetických důvodů vhodné oslovit městského architekta, či erudovaného umělce, nikoli však stavebního inženýra či vodohospodáře (*Obrázek 2-35 versus Obrázek 2-58*).



Obrázek 2-58 Vodní prvek na Moravském náměstí v Brně (<http://www.consequence.cz/>)

2.9. Retenční objekty

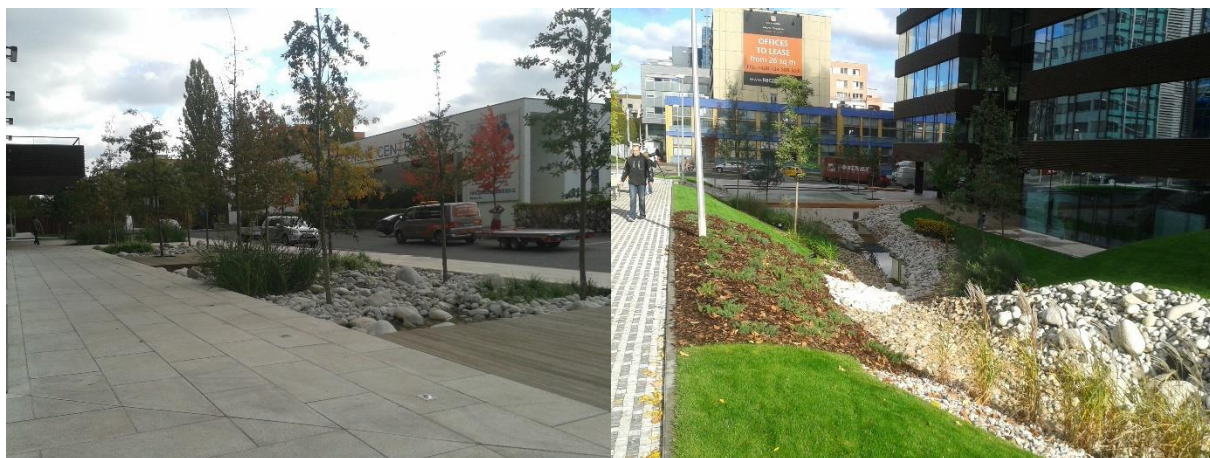
Retenčními objekty jsou myšleny takové, kterými lze vodu dočasně zadržet a zpomalit její odtok. Navrhujeme je v případech, kdy nám geologické podmínky neumožňují dešťovou vodu vsakovat. Tento způsob hospodaření s dešťovou vodou umožňují retenční objekty s regulovaným odtokem. Jedná se o nadzemní nebo podzemní objekty, jež mají prázdný retenční prostor, který je při dešti postupně zatopen. Množství přitékající vody je závislé na velikosti srážky, odtékající množství je však vždy stejné, regulované. Regulátor bývá clonou nebo vírovým ventilem, který se osazuje na odtoku daného objektu a umožní odtékat pouze povolený průtok [3].

2.9.1. Suchá retenční dešťová nádrž

Jedná se o terénní prohlubeň, **suchý retenční prostor**, který primárně slouží pro zachycení povrchového odtoku s následným regulovaným odpouštěním. Požadovanou vlastností je snížení kumulativního průtoku do povrchových vod nebo kanalizace. Na suché retenční nádrže lze pohlížet nejen jako na funkční opatření technické infrastruktury, ale také jako na prostor s velkým potenciálem realizace nového funkčního veřejného prostranství. V bezdeštném období lze používat například jako amfiteátr, dětské hřiště, rekreační a relaxační plochu, v údolní nivě slouží jako povodňový park.

Při umístění mobiliáře, herních prvků či různých objektů drobné architektury je třeba myslet na to, že budou opakovaně vystaveny zvýšené vlhkosti. Jejich provedení a umístění nesmí být ani v období s vyšším srážkovým úhrnem překážkou správného fungování nádrže. Suchá retenční dešťová nádrž jako plošný prvek se nejlépe uplatní v takovém veřejném prostranství, kterému dominuje zatravněná plocha. Jde např. o sídlištní prostory, městské parky a zahrady, návsi. Nebo naopak tam, kde je vegetace vítaným kontrastním prvkem ke zpevněným plochám, např. nově vzniklá náměstí. Na historická náměstí se naopak nehodí. Zde je nutné respektovat pohled odboru památkové péče [3].

Zajímavý způsob nakládání se srážkovou vodou pomocí suché retenční nádrže můžeme vidět například na kancelářské budově Delta v Praze Michli (Obrázek 2-59). Část střechy této budovy je pokryta ozeleněnou střešní terasou. Voda, která ze střech odtéká, je vedena potrubím dolů. Z markýzy nad vchodem padá vodopádem do retenční nádrže, která je vysypaná valouny a její součástí jsou stromy a rostliny, čímž pěkně dotváří prostranství před vchodem do budovy, a to za sucha i za deště, kdy se stává vodním prvkem. Při naplnění této nádrže voda odtéká přepadem do další nádrže, která je také vysypaná valouny a je komponována jako říční delta. Tyto otevřené retenční nádrže umožňují odpařování zadržované vody do okolí, což podpoří přirozený vodní režim krajiny. I tyto nádrže jsou napojeny na dešťovou kanalizaci, voda je z nich však upouštěna velmi pomalu, což pomáhá předcházet přetížení kanalizace a rozvodňování řek.



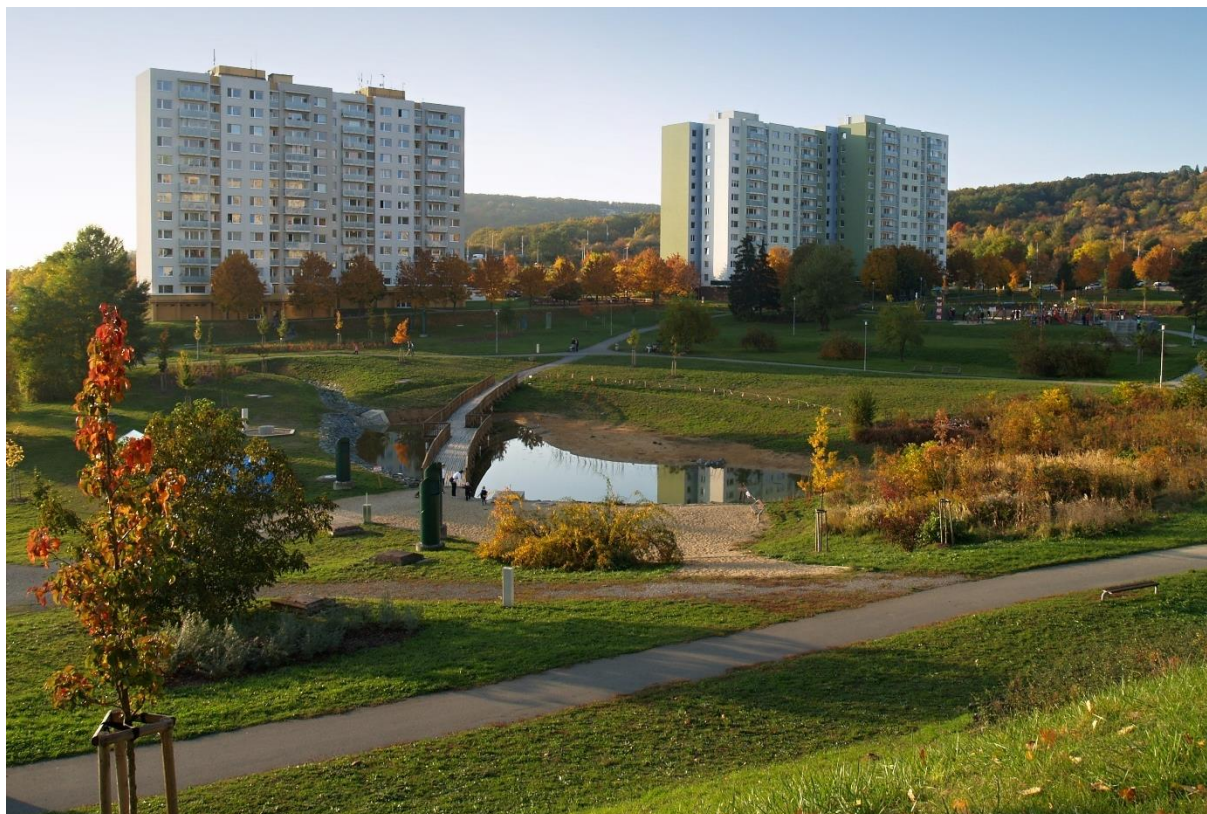
Obrázek 2-59 Příklad – suchá retenční nádrž a retenční nádrž v podobě říční delty (vpravo)

Technický popis řešení:

Primárním účelem nádrže je snížit kumulační průtok, který by jinak z napojených zpevněných ploch neregulovaně odtékal. Přítok do nádrže je vhodné konstrukčně oddělit tak, aby umožnil usazování znečištění. Odtok z nádrže je řešen pomocí regulátoru odtoku. Pokud je dno nádrže řešeno zatravněnou plochou, dochází k částečnému vsakování do podloží. Návrh nádrže musí obsahovat i řešení odtoku a napojení na koncový recipient tvořený vodním tokem nebo kanalizací. Bezpečnost stavby při mimořádných srážkových událostech zajišťuje bezpečnostní přeliv, který zajišťuje převedení vody tak, aby nebyla poškozena konstrukce nádrže.

2.9.2. Retenční dešťová nádrž se stálou hladinou

Jedná se o **terénní prohlubeň (nádrž)**, která primárně slouží pro zachycení povrchového odtoku s následným regulovaným odpouštěním do povrchových vod nebo kanalizace. U tohoto typu nádrže je oproti suché retenční nádrži vytvořený zatopený prostor se stálou hladinou, který plní především estetickou funkci. Právě z důvodu své atraktivity je tento druh opatření využíván v blízkosti zástavby nebo v parcích. Tento druh opatření hospodaření s dešťovými vodami je plošně náročnější a lze jej proto aplikovat v rozlehlejších veřejných prostranstvích, například v městských parcích, na dětských hřištích nadstandartních rozměrů nebo v částech větších sídlištních prostorů. Volbou správné doplňkové funkce mobiliáře získáme další atraktivní prostor, který se stane přirozenou součástí městského parku (Obrázek 2-60) [3].



Obrázek 2-60 Retenční dešťová nádrž v Parku Pod Plachtami, Brno

Technický popis řešení:

Samotná nádrž se stálou hladinou neodstraňuje silné znečištění vody. Dešťová voda by proto měla být sváděna buď z méně zatížených zpevněných ploch, nebo střech okolních nemovitostí, případně předčištěna. Nádrž se stálou hladinou má dva funkční prostory, a to retenční a stálého nadržení. Prostor stálého nadržení, neboli zatopení, je určen úrovní umístění odtokového potrubí, tedy úrovní stálé hladiny. Až prostor nad touto úrovní zajišťuje retenční funkci nádrže.

Horní úroveň retenčního prostoru je určena bezpečnostním přelivem pro převedení průtoků při mimořádných dešťových událostech. Odtokové potrubí je řešeno pomocí regulátoru odtoku, což umožňuje snížit kulminační průtok, který by jinak z napojených zpevněných ploch neregulovaně odtékal. Přítok do nádrže je vhodné konstrukčně oddělit pomocí hrázky tak, aby umožnil usazování znečištění. Další možnou úpravou umožňující částečné biologické čištění je vysazení vodních a mokřadních rostlin pro vznik biotopu [3].

2.9.3. Podzemní retenční dešťová nádrž

Jedná se o **podzemní technický objekt**, který umožňuje dočasně zadržet zachycený povrchový odtok a současně ho regulovaně vypouštět. Podzemní nádrž je čistě technické řešení, které není ve veřejném prostranství viditelné, díky čemuž je minimalizován vliv na jeho estetickou stránku. Cílem je využití podzemního prostoru pro zachycení co největšího množství vody při co nejmenších prostorových nárocích.

Nádrž je nejčastěji řešena jako podzemní objekt betonový nebo plastový pravidelného tvaru, potrubí velké kapacity nebo pomocí plastových bloků izolovaných fólií (Obrázek 2-61). Protože se jedná o podzemní zařízení, v zásadě nezasahuje do vzhledu veřejných prostranství. Jediná na povrchu viditelná část podzemního objektu je poklop. Jeho materiálové a konstrukční řešení by mělo být zvoleno tak, aby splnil provozní nároky a zároveň nerušil architektonický ráz místa.

Podzemní dešťové retenční nádrže je možné využít do všech typů veřejných prostranství, pokud to umožní prostorové parametry. Především je však nutná koordinace umístění nádrže s vedením inženýrských sítí technické infrastruktury města, splnění požadavků na zátěž nádrže v případě nutnosti zajištění jejího pojezdu pokud je umístěna jako součást pozemních komunikací a také nutnost naplnění podmínek a požadavků odboru památkové péče.



Obrázek 2-61 Příklad – betonová jímka na dešťovou vodu

Technický popis řešení:

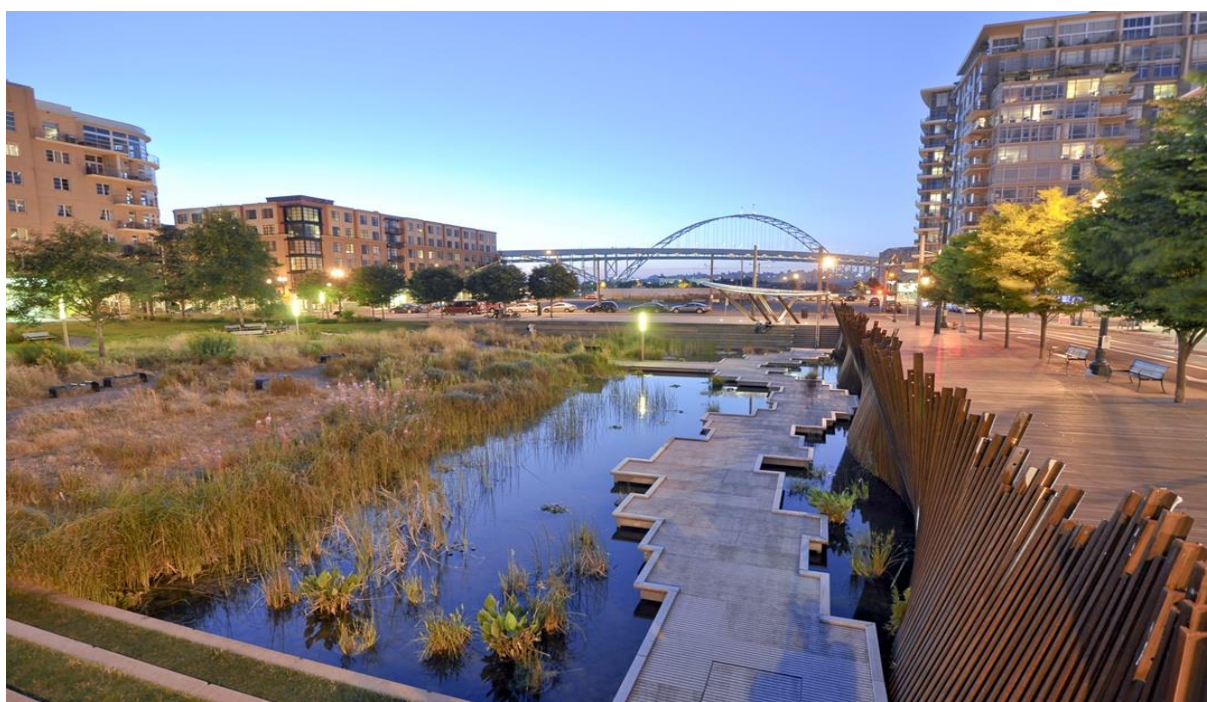
Do podzemní nádrže lze v zásadě odvádět vody ze všech druhů povrchů. Povrchový odtok z ploch s nízkým znečištěním ze střech střechy nebo chodníků lze z nádrže odvádět přímo do povrchových vod. V případě napojení znečištěných ploch, například z frekventované komunikace, je nutné řešit buď předčištění, nebo odtok z nádrže napojit například do vsakovací nádrže. Větší znečištění přítékajících vod také znamená větší nároky na čištění a údržbu nádrže.

Primárním účelem nádrže je snížit kulminační průtok, který by jinak z napojených zpevněných ploch neregulovaně odtékal. Rozdílem oproti ostatním retenčním opatřením s regulovaným odtokem je zadržování vody v podzemí. Nádrž je v zásadě jakýkoli vodotěsný podzemní prostor, který vytváří retenční objem. Přítok do nádrže je vhodné konstrukčně oddělit tak, aby umožnil usazování znečištění. Odtok z nádrže je řešen pomocí regulátoru odtoku. U podzemní nádrže je nutné dále řešit přístup pro údržbu, odvězdušnění a bezpečnostní přeliv. Nádrž lze upravit tak, aby v ní vznikl i bezodtokový akumulací prostor, odkud lze odebírat vodu například pro čištění nebo kropení.

2.9.4. Umělý mokřad

Umělý mokřad je terénní prohlubeň plněná srážkovou vodou, u které se pomocí modelace terénu vytvářejí místa s různou hloubkou vody. Mělká místa v nádrži osázená mokřadními rostlinami představují vhodné podmínky pro proces biologického čištění vody, zejména rozkládáním bakteriální oživení v kořenovém prostoru rostlin. Kromě toho kombinují mokřady také okrasnou i rekreační funkci ve veřejném prostranství.

Mokřad má i nespornou retenční úlohu, ale není primárně určen pro zachycení velkého přítoku srážkových vod, tedy transformaci povodňové vlny, jako třeba suchá nádrž nebo dešťová nádrž se zásobním prostorem. Jedná se o opatření, které vytváří zajímavý přírodní biotop. Umožňuje výskyt pestré škály druhů mokřadních rostlin a živočichů. Svojí určitou divokostí a živelností je předurčeno spíše do větších krajinářských parků a do okrajových částí rekreačních zón. Díky své pestrosti se může stát prvkem například pro naučnou stezku. Najdou se však i moderní městské prostory, které těžší z vlastností umělého mokřadu a dokáží jej citlivě integrovat do ryze městského prostoru. Příkladem může být americký Tanner Springs Park (Obrázek 2-62).



Obrázek 2-62 Příklad – umělý mokřad, Tanner Springs Park, Portland, Oregon

Technický popis řešení:

Umělý mokřad je tvořen nepropustným podložím pokrytým vrstvou bahna (vodná směs minerálních a organických látek). Úroveň dna, respektive hloubka vody u mokřadu je poměrně členitá. V závislosti na úrovni odtokového potrubí vytváří zatopené zóny vhodné pro plovoucí nebo ponořenou vegetaci a zóny vhodné pro emerzní, tedy bahenní vegetaci. Stejně jako retenční nádrž se stálou hladinou má i umělý mokřad prostor stálého nadržení (zatopení), který je určen úrovni umístění odtokového potrubí.

Rozdíl mezi opatřeními je právě v biologickém čištění, které v mokřadu zajišťuje velké množství vysazených rostlin. Odtokové potrubí je řešeno pomocí regulátoru odtoku. Nádrž má bezpečnostní přeliv pro případ mimořádných dešťových událostí. Přítok do nádrže je vhodné konstrukčně oddělit pomocí hrázky tak, aby umožnil usazování znečištění převážně ve vyhrazené části nádrže [3].

2.10. Přehrážky na vodotečích

Přehrážky jsou příčné objekty s přelivnou hranou nad úrovní horního dna koryta. Plní funkci retenční a zpevňující. V dosahu vzduší vody zabezpečují dno a paty svahů před erozí, zachycují splaveniny nebo regulují jejich průtok a mohou zvyšovat postupnou sedimentaci splavenin úroveň dna nad přehrážkou [ČSN 752106-1].

Přehrážky, respektive **hrazení bystřin** tvoří lesotechnické opatření, jehož základním posláním je pozitivně modifikovat erozně-sedimentační proces prostřednictvím zadržení erozního činitele, vody a erodovaného materiálu.

Hrazení probíhá pomocí soustavy přehrážek ve směru kolmém na osu toku. Mohou být budovány jako dřevěné, srubové, kamenné do drátěných košů, kamenné do cementové malty, zděné, prefabrikované atp. Volba závisí na charakteru a spádu daného úseku toku. Doporučujeme střídání obou vhodných typů přehrážek – konsolidačních i retenčních. Dřevěné přehrážky jsou schopny fungovat v příznivých poměrech 20 až 50 let, zejména vydrží dlouho tzv. dvojstěnné přehrážky srubové, jejichž zadní stěna je trvale kryta. Dřevěných přehrážek existuje celá řada, jako vhodný typ se jeví již výše zmíněné srubové přehrážky plněné kamením, a to buď jednostěnné nebo dvojstěnné a přehrážky stromové z neokleštěných kmenů.

Realizace bude vyžadovat rozhodnutí o umístění stavby, resp. povolení vodoprávního úřadu. Materiál přehrážek by měl respektovat charakter okolní krajiny a být přírodě blízkým, levným, snadno udržitelným a snadno obnovitelným řešením tvořeným především místními materiály.

2.11. Návrhy managementových opatření

Managementová opatření řeší nastavení procesů péče a údržby, jde o levná a snadno aplikovatelná řešení, s poměrně malým celkovým dopadem, avšak s velkou plošnou působností, s dobrou a okamžitou viditelností pro občany města. Tento druh opatření má velký význam v přechodném období, tedy do doby realizace komplexních opatření. Jde především o nastavení principů v údržbě městské zeleně, veřejných prostranství a vodotečí:

- Náhrada použité vody k závlaze – využívat vodu z akumulčních nádrží namísto pitné vody z vodního řadu
- Nastavení principů tvorby vegetačních ploch ve městě tak, aby bylo zamezeno používání textilií vyrobených z nerozložitelných materiálů. Pouhé použití správného množství rostlin na m² zabezpečí zapojení rostlin a zakrytí povrchu; použití správného druhu mulče (organický x anorganický) pro konkrétní typ výsadby, nepoužívat rašelinu ale místní kompost a mulč.
- Zvyšování obsahu humusu v půdě, tedy zvýšení její schopnosti akumulace srážkových vod, je podporováno snížením odvozu organické hmoty z vegetačních ploch. Je maximálně podporováno mulčování a velký přínos má zejména mulčování opadaného listí.
- Používání listí z travních ploch k mulčování doporučených typů záhonů trvalek
- Zbylé listí vozit do kompostárny a kompost dále později navracet do městských ploch
- Podpora infiltrace vody. Problémem většiny městských trávníků bývá silné zhutnění vrstev a tedy nízká propustnost vegetačních ploch pro srážkovou vodu. Na plochách trávníků v parcích a jiných částech města by měla být prováděna aerifikace dutými hroty a následné zapískování. Dojde k narušení horní utužené vrstvy a ke zlepšení vsakování vody a živin ke kořenům. Aerifikaci je doporučeno provádět 1 - 2x ročně.

3. Legislativní rámec pro oblast HDV

Priority způsobu řešení HDV jsou stanoveny ve vyhlášce č. 501/2006 Sb. Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území, zákonem č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon) v platném znění a také v TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

Požadavky na řešení srážkových vod jsou obsaženy v § 5 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon) v platném znění, z něhož vyplývá, že každý stavebník je povinen se srážkovou vodou hospodařit přímo na svém pozemku: „Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání je stavebník povinen podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním odpadních vod kanalizací k tomu určenou. Není-li kanalizace v místě k dispozici, odpadní vody se zneškodňují přímým čištěním s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních. V případě technické neproveditelnosti způsobů podle vět první a druhé lze odpadní vody akumulovat v nepropustné jímce (žumpě) s následným vyvážením akumulovaných vod na zařízení schválené pro jejich zneškodnění. Dále je stavebník povinen zabezpečit omezení odtoku povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážková voda“) akumulací a následným využitím, popřípadě vsakováním na pozemku, výparem, anebo, není-li žádný z těchto způsobů omezení odtoku srážkových vod možný nebo dostatečný, jejich zadržováním a řízeným odváděním nebo kombinací těchto způsobů. Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby.“

Požadavky na řešení srážkových vod jsou dále obsaženy v § 20 odst. 5 písm. c) vyhlášky č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území v platném znění, z něhož vyplývá, že stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno: i přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování, i jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod do vod povrchových, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, nebo i není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.

Mezi další legislativní předpisy souvisejících s HDV patří Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, dále zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) a Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (Zákon o vodovodech a kanalizacích).

Seznam odborné literatury a dokumentů

- [1] VÍTEK, Jiří, STRÁNSKÝ David, KABELKOVÁ Ivana, BAREŠ Vojtěch a VÍTEK Radim. Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.
- [2] STRÁNSKÝ, David a Vojtěch BAREŠ. Hospodaření s dešťovou vodou Modrozelená infrastruktura: Teoretický základ. Praha, 2022.
- [3] SÝKOROVÁ, Martina, Pavel TOMÁNEK, Lýdia ŠUŠLÍKOVÁ, Nicol STAŇKOVÁ, Markéta HABALOVÁ, Martin ČTVERÁK, Jan MACHÁČ a Marek HEKRLE. Voda ve městě: metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu. V Praze: České vysoké učení technické (ČVUT) ve spolupráci s Univerzitou Jana Evangelisty Purkyně (UJEP), 2021. ISBN 978-80-01-06817-5.
- [4] Český hydrometeorologický ústav [online]. Praha. 2023 [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/>.
- [5] TRUPL, Josef. Intenzity krátkodobých dešťů v povodí Labe, Odry a Moravy. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský, 1958, 76 s. Práce a studie; seš. 97. Dostupné také z: <http://www.digitalnik-nihovna.cz/mzk/uuid/uuid:c1a2b620-395d-11eb-b577-005056827e52>.
- [6] Mapový portál ČHMÚ [online]. Praha [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://chmi.maps.arcgis.com>
- [7] Hydroekologický informační systém VÚV TGM: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce [online]. Praha. 2023 [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz>.
- [8] Moravskoslezský kraj [online]. Ostrava. 2023 [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://www.msk.cz/>
- [9] Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky [online]. 2023 [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://aopkcr.maps.arcgis.com/home/index.html>.
- [10] Mapy.cz [online]. 2023 [cit. 2023-05-12]. Dostupné z: <https://mapy.cz>.
- [11] VACKOVÁ, Ing. arch. Michaela. Brno, 2017. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. arch. Gabriel Kopáček, Dr.
- [12] MOŽNOSTI ŘEŠENÍ VSAKU DEŠŤOVÝCH VOD V URBANIZOVANÝCH ÚZEMÍCH V ČR. Brno, 2015.
- [13] TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., Centrum technické normalizace, 2013.
- [14] General Description. WOODS BALLARD, Bridget, Steve WILSON, Helen UDALE-CLARKE, Sue ILLMAN, Tamasine SCOTT a Richard ASHLEY. The SuDS Manual [online]. London: Ciria, 2015, s. 291 [cit. 2017-03-26]. ISBN 978-0-86017-760-9. Dostupné z: http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx.
- [15] MEISSNER, Dr. Erhard, Angela NADLER a Georg ROSENZWEIG. Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech: Odvodnění v Bavorsku nepodléhající povolení. Ústav pro ekopolitiku, o. p. s., pro Ministerstvo zemědělství České republiky, 2006. ISBN 80-903244-8-7.
- [16] VÍTEK, Jiří et al. Hospodaření se srážkovými vodami – cesta k modrozelené infrastruktuře, Brno: JV PROJEKT VH s.r.o., 2018., Olomoucké stavební standardy k integraci modrozelené infrastruktury.
- [17] Isover. Isover.cz [online]. Praha. 2022 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/blog/usporna-strecha-isover#uvod>.

- [18] CARLSTAHL.cz, OZELENĚNÍ FASÁD BUDOV OD CARL STAHL [online]. 2022 [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: https://www.carlstahl-architektura.cz/ozeleneni-fasad-budov.htm?gclid=CjwKC AIAv9ucBhBXEiwA6N8nYAYxEIYtuNTzgMVGt-RchTtGG05EIl0XYTWHG2XGfI0y-vgvk1PPGho-CuEMQAvD_BwE.
- [19] BASSUK, Nina, Julia BARTENS, Laurence COSTELLO, et al., DAY, Susan Downing a Sarah Beth DICKINSON (eds.). Managing Stormwater for Urban Sustainability Using Trees and Structural Soils: A new space-saving infiltration BMP that mitigates runoff from paved areas. In: Development of a Green Infrastructure Technology that Links Trees and Engineered Soil to Minimize Runoff from Pavement [online]. Blacksburg (Virginia): Virginia Polytechnic Institute and State University, 2008 [cit. 2016-11-25]. Dostupné z: <http://www.hort.cornell.edu/uhi/outreach/pdfs/TreesAndStructuralSoilsManual.pdf>.
- [20] Ing. Karel Kříž, Ing. Petr Pánek, prof. Ing. Miloš Pejchal, CSc., Ing. Josef Souček, Ing. Štěpánka Šmídová, doc. Ing. Ludvík Vébr, CSc. a Ing. Jiří Vítek. Městský standard plánování, výsadby a péče o uliční stromořadí jako významného prvku modrozelené infrastruktury pro adaptaci na změnu klimatu. Praha, 2021.
- [21] ZLATUŠKA, Karel, Jiří SLEPIČKA, Lenka KŘESADLOVÁ, Jiří JANÁL, Eva JAKUBCOVÁ a Oldřich VACEK. Cesty s nestmeleným povrchem v památkách zahradního umění. Praha: Národní památkový ústav ve spolupráci s Metodickým centrem zahradní kultury v Kroměříži, 2015. Odborné a metodické publikace (Národní památkový ústav). ISBN 978-80-7480-033-7.
- [22] Zelené střechy v České republice: Zpráva o trhu [online]. Brno: Sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně, 2021 [cit. 2023-04-25]. Dostupné z: https://www.zelenestrechy.info/media/_file/539/Zelen%C3%A9%20st%C5%99echy%20v%C4%8CR_%20Zpr%C3%A1va%20o%20trhu.pdf.
- [23] Vegetační souvrství zelených střech: standardy pro navrhování, provádění a údržbu [online]. Brno: Odborná sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně, 2019 [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: https://www.zelenestrechy.info/media/_file/412/Vegetacni_souvrstvi_zelenych_strech_Standardy_%202019_web-1.pdf.
- [24] STRÁNSKÝ, David. NOVÉ NÁROKY NA VODOHOSPODÁŘSKOU INFRASTRUKTURU MĚST V OBLASTI DEŠŤOVÝCH VOD: ZLEPŠENÍ VODOHOSPODÁŘSKÉ INFRASTRUKTURY [online]. 2019 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: https://s-ic.cz/wp-content/uploads/2019/11/prezentace_DS_Sic.pdf.
- [25] ASIO: Hospodaření se srážkovými vodami (HDV) - TNV 75 9011 [online]. 2012 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-9011.84>.
- [26] ŠTĚRBOVÁ, Lenka. Travníky a modro zelená infrastruktura ve městech [online]. 2019 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: http://calla.cz/prirodavemeste/wp-content/uploads/2016/12/Travniky-a-MZI-ve-meste_11_2019-final.pdf.
- [27] Deichmans Gate and Wilses Gate by Asplan Viak AS. Landezine International Landscape Award [online]. 2023 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://landezine-award.com/deichmans-gate-and-wilses-gate/>.
- [28] NEHASILOVÁ, Marie. Tzb Info: Retenční nádrže a zelená střecha – příklady [online]. 2018, [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16942-retencni-nadrze-a-zelena-strecha-priklady>.

Seznam grafů

Graf 0-1 Histogram srážkových úhrnů na stanici Havířov – Bludovice v období 1961-2022	11
Graf 1-2 Průměrné měsíční úhrny srážek na stanici Havířov – Bludovice v období 1961-2022	11
Graf 1-3 Křivka překročení pro patnáctiminutový déšť	12

Seznam tabulek

Tabulka 1-1 Typy pokryvu území a součinitelé odtoku	14
Tabulka 1-2 Celkový odtok a potenciální retence území	15
Tabulka 1-3 Povodí 4. řádu	18
Tabulka 1-4 Kategorizace potenciálního vsaku přírodě blízkých opatření	26
Tabulka 1-5 Kategorizace potenciálního vsaku technických opatření	26
Tabulka 1-6 Zákl. litologická data – vrt S-4	29
Tabulka 1-7 Zákl. litologická data – vrt J-L1	29
Tabulka 1-8 Zákl. litologická data – vrt V-6	32
Tabulka 1-9 Zákl. litologická data – vrt V-40	35
Tabulka 1-10 Zákl. litologická data – vrt B-1	45
Tabulka 1-11 Zákl. litologická data – vrt B-2	46
Tabulka 1-12 Zákl. litologická data – vrt V-15	50
Tabulka 1-13 Zákl. litologická data – vrt V-16	50
Tabulka 1-14 Zákl. litologická data – vrt HS-4	56
Tabulka 1-15 Zákl. litologická data – vrt S-6	58
Tabulka 1-16 Zákl. litologická data – vrt S-8	58
Tabulka 1-17 Zákl. litologická data – vrt S-13	58
Tabulka 1-18 Zákl. litologická data – vrt S-18	58
Tabulka 1-19 Zákl. litologická data – vrt S-16	59
Tabulka 1-20 Zákl. litologická data – vrt S204	62
Tabulka 2-21 Srovnání nákladů vegetačních stěn a vertikálních záhonů	100

Seznam obrázků

Obrázek 1-1 Ukázka kategorizace povrchu	13
Obrázek 1-2 Geologické poměry zájmového území	17
Obrázek 1-3 Mapa povodí IV. řádu	18
Obrázek 1-4 Záplavové území Q100	19
Obrázek 1-5 Hydrogeologická rajonizace	20
Obrázek 1-6 Územní ochrana – ochrana přírody	22
Obrázek 1-7 Ulice Selská – pod restaurací Nelli	28
Obrázek 1-8 Ulice Selská – pod restaurací Nelli	28
Obrázek 1-9 Vrtná prozkoumanost	29
Obrázek 1-10 Pohled na pozemek p.č. 660, pod Farářským kopcem	31
Obrázek 1-11 Podél ulice Mezidolá se nachází vsakovací příkopy	31
Obrázek 1-12 Pohled na vsakovací příkop podél ulice Na Důlnáku	31
Obrázek 1-13 Propustek v místě křížení ulic Mezidolá a Na Důlnáku	31
Obrázek 1-14 Pohled směrem na Farářský kopec a přítok Mezidolního potoka	31
Obrázek 1-15 Pohled na mokřady v nivě řeky Lučiny	31
Obrázek 1-16 Vrtná prozkoumanost	32
Obrázek 1-17 Mapa potenciálního vsaku	33
Obrázek 1-18: Soustava menších dřevěných přehrázek na toku	34
Obrázek 1-19 Situace - příkop	35

Obrázek 1-20 Podélný vsakovací příkop	35
Obrázek 1-21 Situace - příkop	35
Obrázek 1-22 Situace - propustek.....	35
Obrázek 1-23 Vrtná prozkoumanost.....	36
Obrázek 1-24 Mapa potenciálního vsaku	37
Obrázek 1-25 Břehy toku Dolní Datyňka	38
Obrázek 1-26 Břehy toku Dolní Datyňka	38
Obrázek 1-27 Břehy toku Dolní Datyňka	38
Obrázek 1-28 Břehy toku Dolní Datyňka	38
Obrázek 1-29 Břehy toku Dolní Datyňka	38
Obrázek 1-30 Břehy toku Dolní Datyňka	38
Obrázek 1-31 Břehy toku Dolní Datyňka	39
Obrázek 1-32 Břehy toku Dolní Datyňka	39
Obrázek 1-33 Břehy toku Dolní Datyňka	39
Obrázek 1-34 Břehy toku Dolní Datyňka	39
Obrázek 1-35 Ulice J. Kotase a orná půda s meliorací	40
Obrázek 1-36 Park Stromovka, pohled na opevnění paty svahu	41
Obrázek 1-37 Sitace nad Openstreet mapou	42
Obrázek 1-38 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	43
Obrázek 1-39 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	43
Obrázek 1-40 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	43
Obrázek 1-41 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	43
Obrázek 1-42 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	43
Obrázek 1-43 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	43
Obrázek 1-44 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	44
Obrázek 1-45 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	44
Obrázek 1-46 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	44
Obrázek 1-47 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	44
Obrázek 1-48 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	45
Obrázek 1-49 Břehy toku Stružník s projevy boční eroze.....	45
Obrázek 1-50 Vrtná prozkoumanost.....	46
Obrázek 1-51 Mapa potenciálního vsaku	47
Obrázek 1-52 Výkop pro pokládku kanalizace u kruhového objezdu.....	48
Obrázek 1-53 Výkop pro pokládku kanalizace u kruhového objezdu.....	48
Obrázek 1-54 Ulice Přátelství a Na Dolanech	48
Obrázek 1-55 Ulice Přátelství a Na Dolanech	48
Obrázek 1-56 Ulice Přátelství a Na Dolanech	49
Obrázek 1-57 Ulice Přátelství a Na Dolanech	49
Obrázek 1-58 Vrtná prozkoumanost.....	50
Obrázek 1-59 Mapa potenciálního vsaku	51
Obrázek 1-60 Ulice Obvodová	52
Obrázek 1-61 Zákes lokality - zahrádkářská osada Dolnosušský potok	53
Obrázek 1-62 Zahrádkářská osada Dolnosušský potok	54
Obrázek 1-63 Zahrádkářská osada Dolnosušský potok	54
Obrázek 1-64 Nové sportovní haly pod ulicí Okružní.	55
Obrázek 1-65 Koryto Šumberského potoka za sportovními halami pod ulicí Okružní.....	55
Obrázek 1-66 Koryto Šumberského potoka níže po toku, ulice U Nádraží, ČOV	55
Obrázek 1-67 Pohled na vyústění zatrubněné části Šumberského potoka.....	55
Obrázek 1-68 Pohled na nátok do zatrubněné části Šumberského potoka	55
Obrázek 1-69 Vytvořený rozliv u parkoviště supermarketu Tesco.	55
Obrázek 1-70 Vrtná prozkoumanost.....	56
Obrázek 1-71 Mapa potenciálního vsaku	57

Obrázek 1-72 Vrtná prozkoumanost.....	59
Obrázek 1-73 Mapa potenciálního vsaku	60
Obrázek 1-74: Pohled na ulici Školní směrem k ulici Petřvaldská.	61
Obrázek 1-75: Zaústění odvodňovacího rigolu do Šumbarského potoka.....	61
Obrázek 1-76: Zaústění odvodňovacího rigolu do Šumbarského potoka.....	61
Obrázek 1-77: Pohled na Šumbarský potok a garáže.	61
Obrázek 1-78 Příjezd ke garážím z ulice Lidická.....	62
Obrázek 1-79: Pohled na garáže pod ulicí Lidická.	62
Obrázek 1-80 Vrtná prozkoumanost.....	63
Obrázek 1-81 Mapa potenciálního vsaku	64
Obrázek 1-82 Situace místa na podkladu topografické mapy.....	65
Obrázek 1-83 Odvodnění parku, ul. Moravská	66
Obrázek 1-84 Odvodnění parku, ul. Moravská	66
Obrázek 1-85 Odvodnění parku, ul. Moravská	66
Obrázek 1-86 Odvodnění parku, ul. Moravská	67
Obrázek 1-87 Odvodnění parku, ul. Moravská	67
Obrázek 1-88 Odvodnění parku, ul. Moravská	67
Obrázek 1-89 Odvodnění parku, ul. Moravská	67
Obrázek 1-90 Odvodnění parku, ul. Moravská	67
Obrázek 1-91 Odvodnění parku, ul. Moravská	67
Obrázek 1-92 Odvodnění parku, ul. Moravská	68
Obrázek 1-93 Odvodnění parku, ul. Moravská	68
Obrázek 2-1: Schematické znázornění průlehu a příklad průlehu u parkoviště	73
Obrázek 2-2: Schéma vsakovacího zatravněného průlehu	74
Obrázek 2-3 Schéma osázeného průlehu (vlevo) a příklad zatravněného průlehu	75
Obrázek 2-4: Deichmans gate, Oslo – základním prvkem MZI jsou dešťové záhony	76
Obrázek 2-5 Deichmans gate, Oslo – delší dešťové záhony	76
Obrázek 2-6 Potenciál pro svedení srážkové vody z chodníku do průlehu v zeleném pásu	77
Obrázek 2-7 Stávající vymapovaný průleh na retenci a zásak srážkové vody	77
Obrázek 2-8 Potenciál pro svedení srážkové vody z chodníku do průlehu v zeleném pásu	77
Obrázek 2-9 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťového záhonu.....	77
Obrázek 2-10 Potenciál rozšíření svodu pro svedení srážkové vody do retenčního průlehu	78
Obrázek 2-11 Potenciál rozšíření svodu pro svedení srážkové vody do retenčního průlehu	78
Obrázek 2-12 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady.....	78
Obrázek 2-13 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady.....	78
Obrázek 2-14 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady.....	78
Obrázek 2-15 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady.....	78
Obrázek 2-16 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady.....	79
Obrázek 2-17 Potenciál pro svedení srážkové vody ze střechy do průlehu dešťové zahrady.....	79
Obrázek 2-18 Povrchový žlábek s ukázkou provedení v chodníku s odvodem dešťové vody.....	79
Obrázek 2-19 Schéma osázeného průlehu s kolmými stěnami	80
Obrázek 2-20: Schéma vsakovacího průlehu s retenční rýhou a regulací odtoku	81
Obrázek 2-21 Příklad prořezání obrubníku.....	82
Obrázek 2-22 Potenciál pro svedení srážkové vody do zeleného pásu prořezáním obrubníku	82
Obrázek 2-23 Potenciál pro svedení srážkové vody do mokřadu prořezáním obrubníku.....	82
Obrázek 2-24 Potenciál pro svedení srážkové vody do zeleného pásu prořezáním obrubníku	82
Obrázek 2-25 Potenciál pro svedení srážkové vody do průlehu prořezáním obrubníku	82
Obrázek 2-26 Potenciál pro svedení srážkové vody do zeleného pásu prořezáním obrubníku	83
Obrázek 2-27 Potenciál pro svedení srážkové vody k dřevinám prořezáním obrubníku.....	83
Obrázek 2-28 Ukázky propustných povrchů.....	84
Obrázek 2-29 Ukázka vzhledu zasakovacího roštu s příkladem použití – Brno Žabovřesky.....	85
Obrázek 2-30 Potenciál pro realizaci mlatové cesty namísto zpevněného živého povrchu	85

Obrázek 2-31 Potenciál pro odstranění zbytků chodníku a celkové zatravnění	85
Obrázek 2-32 Ukázka použití zatravněvací dlažby	86
Obrázek 2-33 Potenciál pro změnu skrumáže různých typů a stárí povrchů na zasakovací	86
Obrázek 2-34 Příklad nadužívání zpevněných ploch na úkor zatravnění	86
Obrázek 2-35 Příklad četného nevhodně i nevkusně revitalizovaného prostoru náměstí	86
Obrázek 2-36 Potenciál pro realizaci parkovacích stání zatravněvací dlažbou	86
Obrázek 2-37 Potenciál pro realizaci parkovacích stání zatravněvací dlažbou	86
Obrázek 2-38 Potenciál pro realizaci mlatové cesty namísto zpevněného živичného povrchu	88
Obrázek 2-39 Potenciál pro odstranění zbytků chodníku a celkové zatravnění	88
Obrázek 2-40 Ukázka použití zatravněvací dlažby	89
Obrázek 2-41 Potenciál pro změnu skrumáže různých typů a stárí povrchů na zasakovací	89
Obrázek 2-42 Příklad nadužívání zpevněných ploch na úkor zatravnění	89
Obrázek 2-43 Příklad četného nevhodně i nevkusně revitalizovaného prostoru náměstí	89
Obrázek 2-44 Potenciál pro realizaci parkovacích stání zatravněvací dlažbou	89
Obrázek 2-45 Potenciál pro realizaci parkovacích stání zatravněvací dlažbou	89
Obrázek 2-46 Potenciál pro realizaci modrozelených střech na budovách škol/ek	96
Obrázek 2-47 Potenciál pro realizaci modrozelených střech na vstupních portálech	96
Obrázek 2-48 Potenciál pro realizaci modrozelených střech na vstupních portálech	97
Obrázek 2-49 Potenciál pro realizaci modrozelených střech na budovách škol/ek	97
Obrázek 2-50 Potenciál pro realizaci modrozelených střech inovací zastřešení zast.	97
Obrázek 2-51 Potenciál pro realizaci extenz. modrozelených střech na garážích	97
Obrázek 2-52 Uchycení a vedení popínavých rostlin po konstrukci z ocelových lanek	99
Obrázek 2-53 Potenciál pro realizaci zelené stěny na konstrukci z ocelových lanek.	99
Obrázek 2-54 Potenciál pro realizaci konstrukce z vertikálních záhonů pro ukrytí kont. stání	100
Obrázek 2-55 Příklad čerpání dešťové vody akumulovně v podzemní nádrži	101
Obrázek 2-56 Ukázka plastové jímací nádrže na dešťovou vodu	102
Obrázek 2-57 Příklad betonové akumulční nádrže	103
Obrázek 2-58 Vodní prvek na Moravském náměstí v Brně	105
Obrázek 2-59 Příklad – suchá retenční nádrž a retenční nádrž v podobě říční delty	106
Obrázek 2-60 Příklad - retenční dešťová nádrž v Parku Pod Plachtami, Brno	107
Obrázek 2-55 Příklad – betonová jímka na dešťovou vodu	108
Obrázek 2-62 Příklad – umělý mokřad, Tanner Springs Park, Portland, Oregon	109

SEZNAM ZKRATEK

HDV	hospodaření s dešťovou vodou
MZI	modrozelená infrastruktura
MZK	mechanicky zpevněné kamenivo
PP	přírodní památka
EVL	evropsky významné lokality
ČÚZK	český úřad zeměměřičský a katastrální
ČSN	česká technická norma
TNV	technická norma vodního hospodářství
ČHP	české hydrologické povodí
CHOPAV	chráněná oblast přirozené akumulace vod
MZCHÚ	maloplošné zvláště chráněné území
CHLÚ	chráněné ložiskové území
DP	dobývací prostory
RD	rodinný dům
p.č.	parcelní číslo
p.t.	pod terénem
ř. km	říční kilometr
k.ú.	katastrální území
m n.m.	metrů nad mořem
ÚP	územní plán
ČS	čerpací stanice
ČOV	čistírna odpadních vod

PŘÍLOHY

Hydrogeologický průzkum: Nálevové testy pro vybrané lokality určené hydrogeologickou rešerší