

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství



NÁVRH HOSPODAŘENÍ SE SRÁŽKOVÝMI
VODAMI V ZÁJMOVÝCH ULICÍCH

Diplomová práce
Bc. Martina Paldusová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Karel Kříž, Ph.D.

Leden 2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Paldusová</u>	Jméno: <u>Martina</u>	Osobní číslo: <u>440795</u>
Zadávající katedra: <u>K144 - Katedra zdravotního a ekologického inženýrství</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Vodní hospodářství a vodní stavby</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Návrh hospodaření se srážkovými vodami v zájmových ulicích</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Design of stormwater management in selected streets</u>	
Pokyny pro vypracování: Diplomová práce bude zaměřena na problematiku řešení uličních prostor s ohledem na podporu hospodaření se srážkovými vodami z místních komunikací ve vybraném zájmovém území vesnického charakteru. Na základě literární rešerše bude proveden rozbor prvků a objektů pro odvodňování místních komunikací, návrhu a aplikací HDV. V rámci oblasti HDV bude brán ohled na ochranu okolních staveb, typické znečišťující látky dle dopravního zatížení a podporu přirozené závlahy zeleně v uličních prostorech. V praktické části bude proveden rozbor stávajícího stavu vybraných uličních prostor z hlediska HDV ve vybraných ulicích, na základě kterého budou navržena opatření pro zlepšení jejich stavu.	
Seznam doporučené literatury: Livable streets - A handbook of Bluegreengray Systems (Edge, 2020), Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech (Bavorský zem. úřad pro ŽP, 2005), Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích (CzWA, 2019), Hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území (Hlavínek a kolektiv, 2005), ČSN 75 9010, ČSN 73 6005, ČSN EN 752, TNV 75 9011 a další podklady dle pokynů vedoucího.	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Karel Kříž, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>1.10.2020</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>3.1.2021</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
_____	_____
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
_____	_____
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedených informačních zdrojů a podkladů, vše v souladu s metodickými pokyny o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 3. ledna 2021

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Karlu Křížovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a poskytnutí materiálů. Děkuji také rodině a přátelům za podporu během studia.



Anotace:

Předmětem této diplomové práce je řešení odvodnění místních komunikací s ohledem na podporu hospodaření se srážkovými vodami.

V první části je řešena tematika adaptace na změnu klimatu, místních komunikací, odvodnění uličních prostor, znečištění povrchového odtoku a modrozelená infrastruktura se zaměřením na retenčně vsakovací objekty hospodaření s dešťovou vodou. Ve druhé části je proveden rozbor a analýza stávajícího stavu vybraných uličních prostor. Na jehož základě jsou navržena opatření pro zlepšení jejich stavu.

Klíčová slova: místní komunikace, odvodnění, modrozelená infrastruktura, vsakování, retence

Annotation:

The subject of this diploma thesis is the solution of drainage of urban roads regarding the support of stormwater management.

The first part addresses the topics of adaptation to climate change, urban roads, drainage, surface runoff pollution and blue-green infrastructure with a focus on retention and infiltration objects as elements of storm water management. In the second part, an analysis of the current state of selected streets, which are problematic in terms of rainwater drainage, is performed. Based on the analysis, measures to improve their condition are alternatively proposed.

Keywords: urban road, drainage, bluegreen infrastructure, absorption, retention



Obsah

1	ÚVOD	3
2	CÍLE PRÁCE	4
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	5
3.1	<i>ADAPTACE NA ZMĚNU KLIMATU</i>	5
3.1.1	Adaptační strategie ČR	6
3.2	<i>FUNKCE ULIČNÍCH PROSTOR</i>	10
3.2.1	Pobytová funkce	11
3.2.2	Dopravní funkce	11
3.2.3	Vedení technického vybavení.....	26
3.3	<i>ODVODNĚNÍ ULIČNÍCH PROSTOR</i>	31
3.3.1	Srážky	31
3.3.2	Povrchový odtok	33
3.3.3	Součinitel odtoku	34
3.3.4	Znečištění srážkových vod.....	35
3.3.5	Předčištění srážkových vod	38
3.3.6	Způsoby odvodnění uličních prostor	41
3.4	<i>„MODROZELENÁ“ INFRASTRUKTURA</i>	42
3.4.1	Hydrogeologický průzkum	42
3.4.2	Hospodaření se srážkovými vodami	43
3.4.3	Použití možných opatření HDV v uličním prostoru	45
3.4.4	Dimenzování vsakovacího objektu.....	51
3.4.5	Další možnosti využití HDV	53
3.4.6	Městská zeleň.....	54
4	PRAKTICKÁ ČÁST	57
4.1	<i>METODIKA</i>	57
4.1.1	Povrchový odtok srážkových vod.....	58
4.1.2	Určení vsakovací plochy a objemu retenčně vsakovacích objektů. 60	
4.1.3	Orientační určení investičních nákladů.....	61



4.2	<i>VYBRANÁ OBLAST</i>	61
4.2.1	Základní popis zájmové lokality	61
4.2.2	Hydrogeologické poměry	62
4.3	<i>Vytipované uliční prostory</i>	63
4.3.1	Analýza stávajícího stavu	63
4.4	<i>NÁVRHOVÁ OPATŘENÍ</i>	68
4.4.1	Varianta 1	69
4.4.2	Varianta 2	69
4.4.3	Varianta 3	69
5	ZÁVĚRY	71
6	Citovaná literatura	77



1 ÚVOD

V současné době stále více pociťujeme klimatické změny, kdy třeba během letních měsíců teploty stoupají výše, srážkové události jsou prudší a mají mezi sebou delší rozestupy. Po několika letech sucha, byl rok 2020 bohatý na srážky a došlo k doplnění zásob podzemní vody. Nevíme však co nám přinesou další roky.

A právě s tím bychom se měli naučit zacházet a reagovat na tom při návrhu uličního prostoru. Udržitelnou cestou se zdá být zapojení prvků modrozelené infrastruktury s prvky hospodaření s dešťovou vodou, které by měly pomáhat zmírňovat dopady klimatických změn a zpříjemnit pobyt v uličním prostoru.

Jako velmi důležité vnímám mezioborovou spolupráci, protože uliční prostor je velmi rozmanitý.

Tato diplomová práce je zaměřena na hospodaření s dešťovou vodou z místních komunikací a s tím spojené řešení uličních prostor. Za zájmové území jsem si vybrala městskou část Praha – Klánovice. Tato městská část má charakter zahradního města a od jiných pražských částí se odlišuje vysokým podílem zeleně a vzrostlých stromů jak v zahradách, tak i na veřejném prostranství. Právě velké množství zeleně je jeden z důvodů, proč nevypouštět srážkovou vodu do dešťové kanalizace, ale co nejefektivněji ji využívat třeba na závlahu.



2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je variantní návrh opatření HDV ve vybraných uličních prostorech místních komunikací se zaměřením na podporu zeleně a adaptaci na změnu klimatu.

Jednotlivé dílčí cíle diplomové práce jsou:

- vytipování problematických uličních prostor v zájmové lokalitě,
- analýza stávajícího stavu,
- variantní návrh retenčně vsakovacích objektů,
- návrh akumulčních nádrží,
- bilance povrchového odtoku,
- ekonomické posouzení navržených variant.

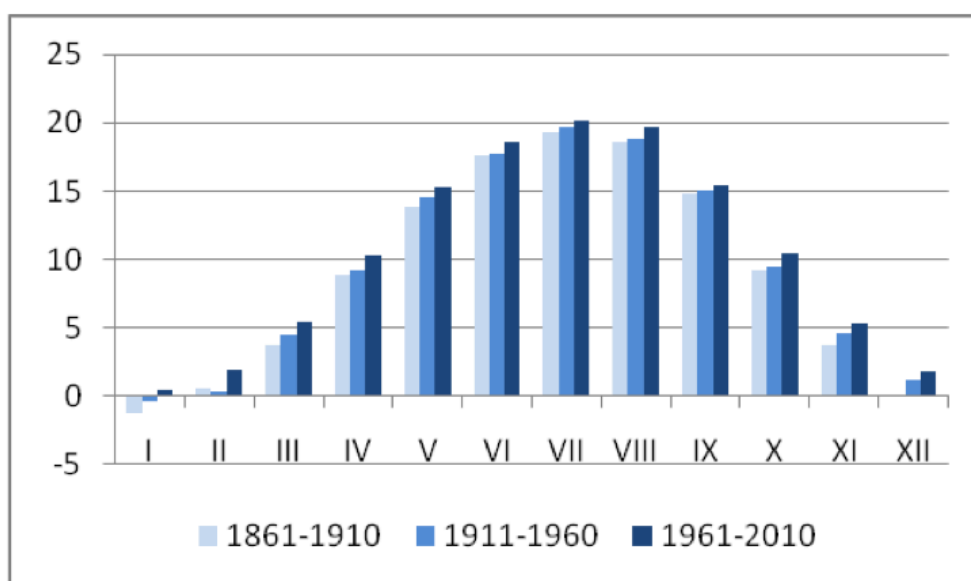
3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

V rámci literární rešerše byli prostudovány dokumenty a podklady pro návrh uličního prostoru se zaměřením na odvodnění místních komunikací se zapojením prvků hospodaření s dešťovou vodou. Důležitou součástí bylo prostudování českých legislativních a normových podkladů v platném znění.

Pokud chceme správně navrhovat uliční prostor s dlouhodobě udržitelným systémem odvodnění, musíme nejen znát jeho funkce a funkční skupinu místní komunikace. Podle kterých se volí šířkové uspořádání funkčních prvků a jejich parametry. Důležitá je funkce dopravní, a to nejen z hlediska bezpečnosti. Za další je potřeba reagovat i na změnu klimatu, která uliční prostor v mnoho aspektech ovlivňuje.

3.1 ADAPTACE NA ZMĚNU KLIMATU

Změnu klimatu chápeme jako dlouhodobé změny povětrnostních podmínek (teploty, intenzity a výskytu srážkových událostí apod.). V současné době začínáme čím dál víc tuto změnu pociťovat a stává se velkým tématem. Změnu klimatu můžeme pozorovat třeba na průměrných ročních teplotách naměřených v letech 1861 až 2010 v Klementinu. Jak je patrné z grafu níže průměrné roční teploty se zvyšují. A dle výstupů modelu ALADIN – CLIMATE/CZ se dá předpokládat, že se budou zvyšovat i dále do budoucna. (Pretel , 2013)



Obrázek 1: Průměrné roční chody teploty vzduchu (°C) ve třech padesátiletých období na stanici Praha – Klementinum (Český hydrometeorologický ústav, 2020)



Dalším ukazatel změny klimatu jsou srážkové poměry, dlouhodobé měření ukazuje na velkou meziroční nevyrovnanost srážkových úhrnů. Přesto je zaznamenán velmi mírně klesající trend od 30. let minulého století. (Český hydrometeorologický ústav, 2020) (Adaptační strategie ČR, 2015) Více problematická je změna rozložení srážkových událostí během roku, kdy se srážkové úhrny v zimě snižují a v letních měsících se navyšují. V létě častěji dochází k extrémním srážkovým událostem, ale ty nastávají v delších časových rozestupech. Od roku 2014 trápí ČR různě dlouhá období sucha, nejvýraznější sucho nastalo v roce 2018. Letošní rok 2020 je na atmosférické srážky bohatší, v některých místech docházelo i k výskytu povodní.

Je důležité se těmto změnám přizpůsobovat, ať už se jedná o změnu přirozenou či způsobenou lidskou činností. Adaptace na změnu klimatu je dlouhodobý proces a je potřeba k ní přistupovat systematicky a strategicky. Pro území ČR byl v roce 2015 zpracován ucelený dokument Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, dále jen „Adaptační strategie ČR“. Cílem je se přizpůsobit této změně, v co největší míře a tím zmírnit dopady změny klimatu, zachovat dobré podmínky pro život a uchovat či zlepšit hospodářský potenciál pro další generace.

3.1.1 Adaptační strategie ČR

Adaptační strategie ČR identifikuje prioritní oblasti (sektory) hospodářství a životního prostředí, u kterých se předpokládají největší dopady změny klimatu. Doporučení pro jednotlivé sektory se často vzájemně prolínají. Jednotlivé sektory jsou:

- lesní hospodářství,
- **zemědělství,**
- **vodní režim v krajině a vodní hospodářství,**
- **urbanizovaná krajina,**
- biodiverzita a **ekosystémové služby,**
- **zdraví a hygiena,**
- cestovní ruch,
- **doprava,**
- průmysl a energetika,
- mimořádné události a ochrana obyvatelstva a životního prostředí.



Níže jsou v jednotlivých kapitolách podrobněji rozebrány tučně vyznačené sektory, které jsou často klíčové při navrhování odvodnění uličního prostoru a využití opatření HDV.

3.1.1.1 Adaptační opatření v zemědělství

Jedna z nejčastějších příčin problému přetěžování uličních prostor jsou splachy ze zemědělských pozemků. Zalesnění a zatravnění orné půdy působí proti větrné a vodní erozi a snižuje ztráty půdní vláh.

3.1.1.2 Vodní režim v krajině a vodní hospodářství

Hlavní doporučení týkající se problematiky HDV je pomocí legislativních, finančních a regulačních nástrojů podporovat vsakování, akumulaci a zpětné využívání srážkových vod ze zpevněných ploch ve městech, i s využíváním alternativních forem HDV (např. řízená umělá infiltrace). S cílem co nejvíce zmenšit a zpomalit povrchový odtok vody, zvýšit schopnost zadržení vody v krajině a podpořit doplnění vodních zdrojů (především podzemní vody). *Pro posílení dotace podzemních vod a pro efektivní odvádění srážkových vod v urbanizovaných oblastech je vhodné zavádět systémy přírodě blízkého odvodnění i na dopravních plochách, a to pomocí zatravněných pásů, propustných povrchů, systémů povrchového odvádění srážkových vod do retenčních a vsakovacích objektů, a podporovat zřizování vsakovacích technologií na dešťové kanalizaci.* (Adaptační strategie ČR, 2015)

Srážkové vody je potřeba přestat chápat jako problém, ale naopak je brát jako zdroj vody k dalšímu využití. V první řadě je nutné přestat napojovat nové odvodňované plochy na stávající kanalizační systémy, a naopak ještě snižovat množství stávajících napojených nepropustných ploch, abychom dále nepřetěžovali stávající kanalizační síť. S tím nám může také pomoci doporučení plošného zpoplatnění odvodu srážkových vod do stokového systému, z vybraných peněz poté podporovat zlepšení opatření HDV.

Dále je doporučeno podporování využívání tzv. šedých vod z domácnosti nebo srážkových vod na splachování, praní, zalévání zahrad apod. místo využívání kvalitní pitné vody. Pro toto znovuvyužití vod je nezbytné vytvoření pravidel a zakotvení v legislativě.



3.1.1.3 Adaptační opatření v urbanizované krajině

Měl by být kladen důraz na hospodaření s vodou (pitnou i srážkovou). Je třeba se u srážkové vody zaměřit na její vsakování v místě spadu, snižování podílu nepropustných ploch, zpomalení odtoku, akumulaci a následné využití v období sucha. Při vsakování je potřeba zavedení opatření k redukci znečištění povrchového odtoku, aby byla chráněna půda a podzemní voda. To se dá snížit např. zamezením kontaktu povrchového odtoku s potenciálním zdrojem znečištění, opatřeními proti vodní erozi, minimalizací zimního solení komunikací.

Dále je důležité starat se o systémy sídelní zeleně a tvořit z nich funkčně propojené systémy ploch s prvky MZI. Snažit se je rozvíjet pro udržení variability urbanizovaného území, zachovávat a obnovovat vodní plochy (jezírka, vodní toky, mokřady atd.). Ve staré městské zástavbě již nebývají vymezené další plochy pro zeleň, proto je potřeba zvyšovat kvalitu, funkčnost a ekologickou stabilitu stávající sídelní zeleně a vodních ploch.

Z důvodu stále častějšího výskytu extrémních povětrnostních jevů je potřeba zavést také opatření ke snížení rizik spojených s teplotou a kvalitou ovzduší. Jako jsou např.: „zelené a bílé“ střechy a chodníky, nahrazení černých povrchů vozovek světlými povrchy, využívání alternativních chladících systémů, pasivních budov a využití nových materiálů při výstavbě.

3.1.1.4 Ekosystémové služby

Přírodní a člověkem ovlivněnou krajinu bychom se měli snažit zachovávat a zlepšovat její odolnost. Tím zajistíme její schopnost poskytování ekologických funkcí a s tím spojené poskytování ekosystémových služeb. Důležité je zajištění správného plánování využití území s dlouhodobým výhledem, které zahrnuje ochranu biodiverzity a zajištění hlavních ekosystémových služeb (např. zadržování vody v krajině).

3.1.1.5 Zdraví a hygiena

Zdraví a hygiena je navázána na územní plánování, architekturu, stavebnictví a městskou zeleň, které při vhodném návrhu snižují tzv. tepelné ostrovy měst, které mohou způsobit tepelný šok organismu. Tím, že realizujeme opatření proti zmírnění dopadu klimatické změny v jiných oblastech (především stabilizace vodního režimu a efektivní vodní hospodářství) jsou sníženy i dopady na zdraví a hygienu. Jedná se např. o dopady povodní, sucha či již zmíněného tepelného šoku.



3.1.1.6 Adaptační opatření v dopravě

Nejen pro optimalizaci teplot v dopravních prostředcích je potřeba zajistit dostatečné zastínění komunikací. Doporučena je systematická výsadba stromů a křovin podél silnic a železnic. Součástí by měl být postup optimálního výběru druhů dřevin a křovin, které budou udržitelné a nebudou narušovat bezpečnost při výjimečných povětrnostních podmínkách. (Adaptační strategie ČR, 2015)



3.2 FUNKCE ULIČNÍCH PROSTOR

Uspořádání ulic má „městotvornou“ funkci, která nám umožňuje fungování okolní zástavby a celého města. Na základě topografických podmínek, umístění a období vzniku mají jednotlivé ulice odpovídající velikost, tvar a charakter. Charakter uličního prostoru je dotvářen jeho hlavními funkcemi:

- pobytovou (obytná, obchodní, společenská),
- dopravní (ta se dále dělí na funkci obslužnou a přepravní),
- vedení technického vybavení.

Uliční prostor a jeho funkce se během let vyvíjí a mění. Dochází k neustálému rozvoji inženýrských sítí, tím se zaplňuje uliční prostor také pod zemí. Stále dochází k nárůstu automobilové dopravy, s tím je spojený trend rostoucího nároku na parkovací a odstavná místa. Je snaha tento trend snižovat, a to podporou MHD, pěší dopravy a cyklo dopravy. Přispívá k tomu i zvyšující se nabídka výpůjčních služeb, jako je půjčování automobilů, koloběžek a cyklistických kol (elektrických i normálních) či služba „carsharing“. Tyto služby mají ekologické přínosy, ale i negativní dopady na uliční prostor (zabírají místo, bezpečnost), který často pro tyto služby není navržen. Pro zvýšení pobytové kvality a jako reakce na měnící se klima roste snaha v ulicích umisťovat více zeleně (zejména stromů).

Každá ulice plní vždy více funkcí, všechny funkce být zastoupeny nemusí, ale nikdy není ulice čistě monofunkční. (Kopáček, 2005) Pro dané funkce je limitující prostor, především šířka uličního prostoru. Dále dochází ke vzájemnému omezování mezi jednotlivými funkcemi, někdy se mohou dokonce vylučovat. Níže jsou uvedené základní popisy jednotlivých funkcí, ty se mohou na základě polohy v sídle a typu zástavby měnit a být odlišné.

Urbanistický plán by měl určit důležitost jednotlivých funkcí, ta se ještě může měnit časem s vývojem dané lokality. I to by měl urbanistický plán předvídat a pracovat už s výhledem do budoucna. Staré uliční prostory často nevyhovují současným podmínkám. Problémová jsou např. uliční prostory v historických centrech měst nebo místní komunikace v zahrádkářských koloniích, která se postupem času změnila na zástavbu rodinných domů.



Před samotným popisem funkcí uličního prostoru je potřeba rozdělit pozemní komunikace do skupin. Obecní uživatelé uličního prostoru jsou rezidenti, chodci, dále cyklisté a řidiči vozidel.

3.2.1 Pobytová funkce

Pobytová funkce klade důraz na vytvoření příjemného prostředí. Pobytovou kvalitu ulic vytváří především přidružený prostor, který je každým z nás subjektivně vyhodnocen na základě vnímání smysly, a to především zrakem, čichem a sluchem. Ulice by měla být přehledná, jednotlivé složky by měly spolu harmonicky působit. Pohyb chodců by měl být plynulý a kontinuální.

Atraktivitě uličního prostoru významně přispívá aktivní parter budov, předzahrádky restaurací, vhodný mobiliář a městská zeleň, především pak stromy (podrobněji viz kapitola 3.4.6). Naopak negativně může pobytovou kvalitu ovlivňovat např. intenzita dopravy v ulici, a to hlukem či znečištěním vzduchu. (Kopáček, 2005)

3.2.2 Dopravní funkce

Dopravní funkce klade důraz především na bezpečnost všech účastníků dopravy. Na základě zákonů, norem a dalších platných předpisů ji zajistíme správným návrhem, realizací a následným provozem. Při návrhu se zaměřujeme především na:

- vhodné šířkové uspořádání,
- optimální příčný a podélný sklon,
- rozhledové poměry – v křižovatkách, na samostatných sjezdech, před místy pro přecházení a přechody pro chodce,
- osvětlení,
- přehledné dopravní značení,
- dostatek odstavných a parkovacích míst,
- typ povrchu. (Kříž, 2019)

Je nutno vždy počítat se závazností vyhlášky č. 398/2009 Sb. Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb např. z hlediska obrub, sklonů, odvodnění atd. Také musí být zajištěno odvodnění komunikací, a to nejen povrchu, ale i podloží vozovky, to je podrobněji popsáno viz kapitola 3.3.



3.2.2.1 Funkční skupiny místních komunikací

Dle zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích (tzv. silniční zákon) se pozemní komunikace dělí na dálnice, silnice, účelové komunikace a místní komunikace. Místní komunikace jsou veřejně přístupné komunikace sloužící hlavně místní dopravě na území obcí. Na základě dopravního významu jsou rozděleny do 4 tříd označovány řeckými číslicemi I. až IV., a na základě urbanisticko-dopravní funkce se dělí na funkční skupiny:

- A – rychlostní, s funkcí dopravní,
- B – sběrná, s funkcí dopravně – obslužnou,
- C – obslužné, s funkcí obslužnou,
- D – komunikace se smíšeným provozem a komunikace s vyloučením motorového provozu.

Funkční skupinu D dělíme dále ještě na podskupiny D1 – komunikace se smíšeným provozem a D2 – komunikace nepřístupné provozu silničních motorových vozidel. (ČSN 73 6110, 2006)

Tabulka 1: Charakteristiky funkčních skupin a podskupin místních komunikací podle dopravního významu a ve vztahu ke struktuře osídlení (ČSN 73 6110, 2006)

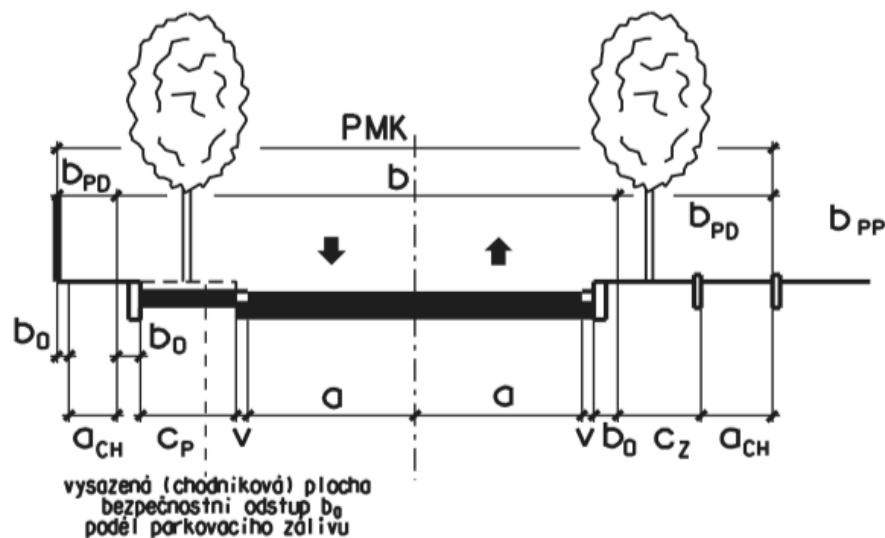
Funkční skupina	Charakteristické použití	Poloha v obci	Typické požadavky
A	rychlostní komunikace v obcích nad 50 tisíc ^{a)} obyvatel, zajišťují vazbu na vnější síť dálnic a rychlostních silnic	na hranici vyšších urbanistických útvarů	vyloučení (případně omezení) přímého styku s okolním územím
B	sběrné komunikace obytných útvarů, spojení obcí, průtahy silnic I., II. a III. třídy a vazba na tyto komunikace	na hranici nižších urbanistických útvarů, nebo mezi nimi	dopravní význam, částečné omezení přímé obsluhy
C	obslužné komunikace ve stávající i nové zástavbě. Mohou jimi být i průtahy silnic II. třídy a v odůvodněných případech i III. třídy	mezi zónami obce (města) a uvnitř těchto zón	umožnění přímé obsluhy všech staveb
D	D1	pěší zóny, obytné zóny	smíšený provoz chodců a vozidel, omezen přístup motorových, popř. dalších vozidel
	D2	stezky, pruhy a pásy určené cyklistickému provozu, stezky pro chodce, chodníky, průchody, schodiště a ostatní komunikace nepřístupné provozu silničních motorových vozidel, pokud nejsou součástí komunikací funkčních skupin b a c ^{b)}	vyloučení, nebo přísné omezení přístupu motorové dopravy
<p>a) Orientační údaj. b) Vyhláška MDS ČR č. 104/1997 Sb. k provedení zákona č. 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích.</p>			

Práce se dále zaměřuje na funkční skupinu C a D.

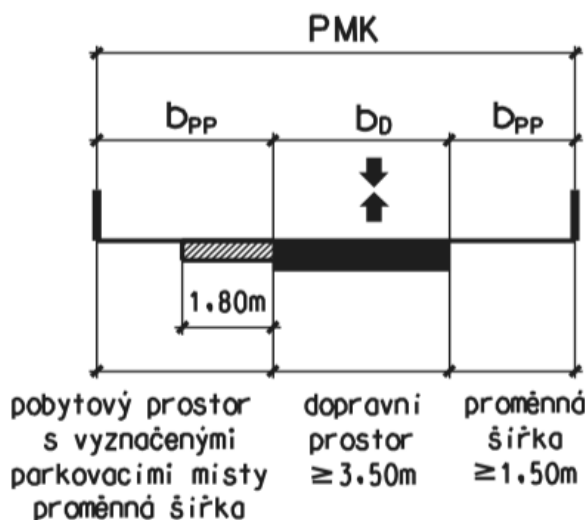
3.2.2.2 Šířkové uspořádání uličních prostor

Prostor místních komunikací (PMK) dělíme na hlavní dopravní prostor a přidružený prostor. Hlavní dopravní prostor je část vymezená šířkou vozovky, rozšířenou na každé straně o 0,5 m bezpečnostního odstupu. Hlavní dopravní prostor slouží pro dopravu vozidel, hromadné dopravy a umístění odstavných a parkovacích stání. Přidružený prostor je část mezi hlavním dopravním prostorem a uliční čarou či přilehlou zástavbou. Přidružený prostor slouží především pro pohyb chodců, cyklistů, pro umístování zeleně, mobiliáře apod. Jeho součástí může být i pobytový prostor, který slouží nedopravním účelům (relaxace, parková úprava, odpočinek).

Příčné uspořádání PMK v zástavbě, při omezeném prostoru musí vytvářet příznivé podmínky prioritně dle pořadí pro chodce, veřejnou dopravu, cyklodopravu a motorová vozidla. Na základě funkčních skupin, návrhových intenzit a potřeb účastníků dopravy se navrhnu jednotlivé skladební prvky a počet dopravních pruhů. Níže na obrázcích jsou příklady typického uspořádání místních komunikací. (ČSN 73 6110, 2006)



Obrázek 2: Typ dvoupruhové místní komunikace funkční skupiny B a C směrově nerozdělené (ČSN 73 6110, 2006)



Obrázek 3: Obousměrná komunikace v obytné zóně v místě s jednopruhovým dopravním prostorem – funkční podskupina D1 (ČSN 73 6110, 2006)

Značky a zkratky:

a	jízdní pruh	b _{PP}	pobytový prostor
a _{CH}	pruh pro chodce	b _O	bezpečnostní odstup
b	hlavní dopravní prostor	c _P	parkovací a zastavovací pruh
b _D	dopravní prostor	c _Z	zelený pás
b _{PD}	přidružený prostor	v	vodící, případně odvodňovací proužek

3.2.2.3 Příčný a podélný sklon komunikace

Základní příčný sklon jízdního pruhu je 2,5 % a to pro přímý úsek i oblouk. V některých případech může být sklon větší, v odůvodněných případech u rekonstrukcí může být sklon jen 2,0 %. Příčný sklon se navrhuje jednostranný nebo střechovitý. Jednostranný se využívá zásadně u směrově rozdělených komunikací. U směrově nerozdělených komunikací se využívá střechovitý sklon, ale pro snadnější odvodnění komunikace je možné využít i jednostranný (při vhodných terénních podmínkách).

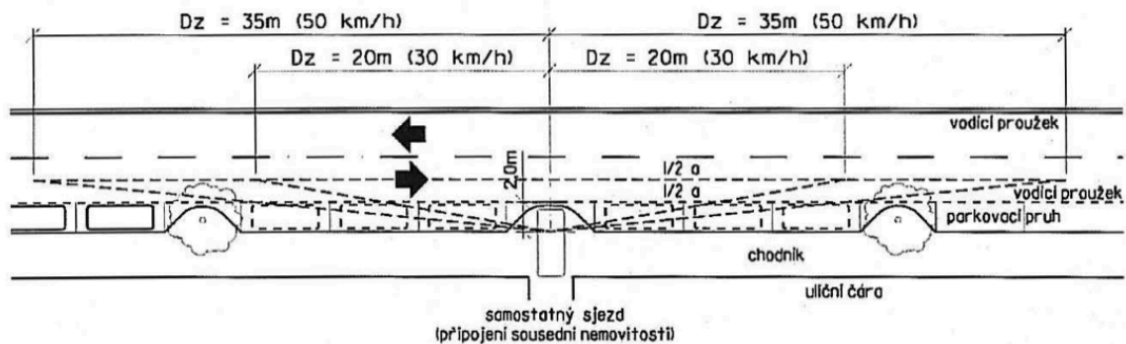
Chodník pro chodce se navrhuje v příčném sklonu min 0,5 až 2,0 % a zpravidla směrem k obrubě klesá. Pro bezpečné bezbariérové užívání musí mít komunikace pro chodce maximální příčný sklon poměr 1:50 neboli 2 %.

Podélný sklon se navrhuje po místní komunikace minimálně 0,5 %. Maximální podélné sklony jsou určeny na základě funkčních skupin místních komunikací. (ČSN 73 6110, 2006)

3.2.2.4 Rozhledové poměry

Každý samostatný sjezd, místo pro přecházení a přechod pro chodce na místních komunikacích musí splňovat rozhledové poměry dle normy ČSN 73 6110. Rozhledové poměry se ověří pomocí tzv. rozhledových trojúhelníků, v jejichž ploše nesmí být objekty bránící výhledu. Nesmí se tam nacházet překážky vyšší než 0,7 m, výjimku tvoří ojedinělé překážky o šířce $\leq 0,15$ m vzdálené od sebe více jak 10 m. Jedná se většinou o veřejné osvětlení, dopravní značení a stromy. V odůvodněných případech a na základě místních podmínek mohou v rozhledovém trojúhelníku být odstavná a parkovací místa pro vozidla a zásobování.

Pro určení rozhledového trojúhelníku potřebujeme znát délku pro zastavení D_z . Ta je odvozena od povolené rychlosti pro 50 km/h 35 m, pro 40 km/h 25 m, pro 30 km/h 20 m a pro 25–20 km/h 15 m. Délka D_z je rovna délce jedné odvěsny, která se vynese na obě strany od sjezdu do osy přilehlého jízdního pruhu. U jednopruhových sjezdů a samostatných sjezdů se do osy vynáší druhá odvěsna, kde zároveň je vrchol rozhledového trojúhelníku u sjezdu vzdálen 2,5 m od vnější hrany přilehlého jízdního pruhu/pásu. Rozhledové trojúhelníky se u sousedních vjezdů mohou překrývat. (ČSN 73 6110, 2006)



Obrázek 4: Rozhledové trojúhelníky samostatného sjezdu na místní komunikaci s chodníkem (ČSN 73 6110, 2012)

3.2.2.1 Osvětlení komunikací

Hlavním úkolem veřejného osvětlení (VO) místních komunikací je umožnění využívání uličního prostoru, pohybu a orientaci v něm (i za tmy). VO místních komunikací slouží pro:

- pocit bezpečí chodců,
- zvýšení bezpečnosti dopravy a osob,

- zvýšení atraktivnosti měst a obcí (osvětlování objektů),
- snížení míry vandalizmu a zločinu. (Tesař, 2010)

VO by mělo v uličním prostoru osvětlovat komunikace (silnice, cyklostezky, chodníky), ale i dopravní značení a být co možná nejrovnoměrnější. Výjimku tvoří přisvětlení přechodů pro chodce, které by mělo být odlišeno výrazným barevným odstínem světla. Osvětlení přechodu se zřizuje na samostatné připojení, aby mohlo být zapínáno dřív a vypínáno později než zbytek veřejného osvětlení.

Sloupy veřejného osvětlení nesmí zasahovat do průchozího prostoru. Zdroj osvětlení se při nedostatku místa může osazovat do přilehlého oplocení, přidělat na fasády budov či na převěsy přes komunikace. (ČSN 73 6110, 2006)

Při umísťování stromů a jejich následné údržbě by měl být kladen důraz na to, aby vzrostlé koruny stromů nezastiňovaly lampy.



Obrázek 5: Zarostlá lampa veřejného osvětlení v koruně stromu

3.2.2.2 Doprava v klidu

Mezi dopravu v klidu patří parkovací a odstavná stání. Parkovacím stáním se rozumí plocha sloužící ke krátkodobému parkování např. po dobu nakupování, návštěvy, pracovní doby, naložení nebo vyložení nákladu. Odstavné stání jsou plochy určené pro umístění vozidla na dobu, kdy se vozidlo nevyužívá (dlouhodobě).

Parkovací stání můžeme dělit podle několika kritérií, např. podle:

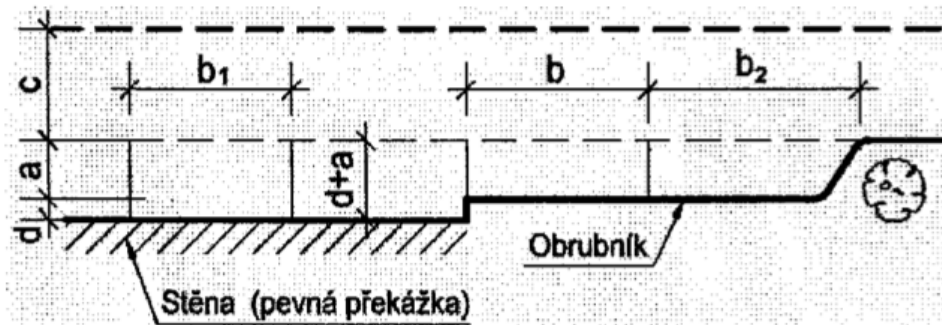
- vozidel, pro která jsou určena (např.: osobní automobily, nákladní vozidla, jízdní kola),
- skupin uživatelů (např.: rezidenti, hosté, zaměstnanci, invalidé),
- umístění ve vztahu k pozemní komunikaci
 - na parkovacích pruzích podél jízdního pásu (podélné stání),
 - na parkovacích pásech podél jízdního pásu (kolmé nebo šikmé stání),
 - na středním dělícím pásu směrově rozdělené pozemní komunikace,
 - na samostatném parkovišti s podélným, šikmým nebo kolmým řazením parkovacích stání,
 - v jednotlivé, řadové nebo hromadné garáži. (ČSN 73 6056, 2011)

Řazení parkovacích stání	Schéma	Doporučené použití
V zálivu podélně s pozemní komunikací		Místní komunikace funkční skupiny B a C
Na parkovacích pásech v zálivu šikmo k pozemní komunikaci		Místní komunikace funkční skupiny C, v odůvodněných případech i B

Obrázek 6: Příklad návrhu parkovacích ploch podle vztahu k jízdnímu pásu přilehlé komunikace (ČSN 73 6056, 2011)

Parkovací stání se nesmí umísťovat do vzdálenosti 5 m před a za hranici křižovatky, v připojovacích, odbočovacích a vyhrazených pruzích a v prostoru zastávek veřejné dopravy. (ČSN 73 6056, 2011)

Při návrhu rozměrů parkovacích ploch vycházíme z počtu navržených stání a rozměrů směrodatných vozidel a způsobu parkování. Dále je nezbytné dodržet manipulační prostor za vozidlem a bezpečnostní odstupy od pevných překážek a mezi vozidly. Počet parkovacích míst se navrhuje v závislosti na typu okolní zástavby a jejího využití dle normy ČSN 73 6110.



- a – základní šířka parkovacího stání
- b – základní délka parkovacího stání
- b₁ – délka krajního parkovacího stání s volným vjezdem
- b₂ – délka krajního parkovacího stání u vysazené plochy
- c – šířka jízdního pásu
- d – odstup parkovacího stání od pevné překážky
- d+a – skutečná šířka parkovacího stání v případě, že v úrovni předních dveří vozidla je pevná překážka

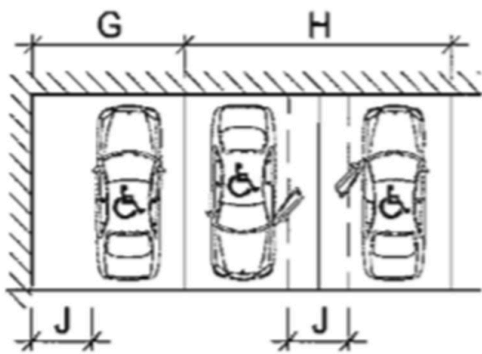
Obrázek 7: Parkovací stání s podélným řazením vozidel (ČSN 73 6056, 2011)

Tabulka 2: Rozměry parkovacího stání pro osobní a lehká užitková vozidla (dodávky) při podélném řazení a šířka přilehlého jízdního pruhu/pásu (ČSN 73 6056, 2011)

Skupina vozidel	Způsob parkování	Základní šířka stání *)	Odstup od pevné překážky	Délka stání	Délka krajního stání	Délka krajního stání	Šířka jízdního pruhu/pásu
		a (m)	d (m)	b (m)	b ₁ (m)	b ₂ (m)	c (m)
Osobní	jízda vpřed	2,00	0,40	6,75	5,25	7,75	3,25
	couvání			5,75	-	6,75	
Lehká užitková (dodávka)	jízda vpřed	2,25	0,40	8,25	6,50	9,00	3,50
	couvání			7,50	-	8,00	

*) při vysoké intenzitě dopravy na pozemní komunikaci se doporučuje zvětšit základní šířku parkovacího stání o 0,25 m (omezení otevírání dveří vozidla do průjezdního profilu pozemní komunikace). Pokud je vedle parkovacího stání v místě předních dveří vozidla pevná překážka, zvětšuje se šířka parkovacího stání o 0,40 m.

Při návrhu parkovacích stání je nutné zohlednit bezbariérové užívání především pro osoby těžce pohybově postižené a pro osoby přepravující dítě s kočárkem. V těchto případech se navrhuje parkovací stání o minimální šířce 3,5 m, kde je již zahrnuta minimální šířka manipulační plochy 1,2 m. (ČSN 73 6056, 2011)



G – šířka jednotlivého stání se navrhuje 3,50 m

H – šířka dvojitého stání se navrhuje 5,80 m

J – manipulační plocha se navrhuje 1,20 m

Obrázek 8: Prostorové uspořádání parkovacích stání s kolmým řazením pro vozidla přepravující osoby těžce pohybově postižené (ČSN 73 6056, 2011)

3.2.2.3 Dopravní režimy

Tato kapitola řeší dopravní režimy z hlediska uspořádání uličního prostoru, především se zaměřuje na dopravu pro pěší.

Máme tyto dopravní režimy:

- bez omezení,
- obytná a pěší zóna,
- zóna 30.

Jednotlivé zóny jsou vymezeny dopravními značkami.

Bez omezení

Při vjezdu do obce platí maximální povolená rychlost 50 km/h, pokud není rychlost značkami jinak omezena.

Pro bezpečnou dopravu chodců jsou v přidruženém prostoru budovány chodníky, které jsou od hlavního dopravního prostoru odděleny (např. zvýšeným obrubníkem, sloupky, zeleným dělicím pásem). Výjimku tvoří komunikace v obytné zástavbě v okrajových částech malých obcí a částech obcí určených k zastavení s provozem do 500 vozidel denně, kde není nutné navrhovat chodníky. V případě komunikace bez chodníku jsou chodci povinni se pohybovat u levého okraje.

Minimální šířka chodníku musí být 1,50 m (2x šířka jednoho pruhu 0,75 m), lokálně může být zúžena na 0,90 m, jednotlivá zúžení od sebe musí být dále než 10 m. Výjimečně při stísněných podmínkách se může navrhnout chodník o šířce 1,00 m, ale pouze v maximální délce 50 m. (ČSN 73 6110, 2006)



Obytná a pěší zóna

Obytná zóna (OZ) je oblast, která se navrhuje u místních komunikací funkční podskupiny D1 s převahou obytné funkce s přímou dopravní obsluhou staveb. Za stanovených podmínek je možný smíšený provoz účastníků dopravy (chodci, cyklisté, motorová vozidla, hry dětí) ve společném dopravním prostoru, který je zpravidla řešen v jedné výškové úrovni. Pro odlišení jednotlivých funkčních ploch jsou využívány různé materiály a barvy. Provoz vozidel je přizpůsoben pobytové funkci díky základním provozním podmínkám:

- dodržování maximální rychlosti 20 km/h,
- veškerá šířka uličního prostoru smí být využívána chodci a dětmi k hraní her,
- musí být umožněn průjezd vozidlům,
- řidiči dbají zvýšené opatrnosti,
- stání vozidel je možno pouze na určených parkovacích plochách.

Pěší zóna je zklidněná pozemní komunikace určená prioritně pro pěší. Vjezd vozidel je povolen pouze za daných podmínek. (EDIP s.r.o, 2008)

Zóna 30

Zóna 30 (Z30) je oblast, která se navrhuje u místních komunikací funkčních skupin C a D. Z30 se vyznačuje maximální povolenou rychlostí 30 km/h. V uličním prostoru je zachováno členění na vozovku a chodník, parkování je umožněno kdekoliv při okraji vozovky. Chodci mohou přecházet silnici kdekoliv, jinak musí k pohybu využívat chodník. (Striegler, 2010)

Pro zvýšení bezpečnosti a dodržování rychlosti vozidel se doporučuje navrhovat menší šířku jízdních pruhů, střídavé parkování a další dopravně zklidňující opatření.

3.2.2.4 Zklidňování dopravy

Pro zklidňování dopravy se užívají tzv. zklidňující prvky, jako jsou např.:

- dopravní režimy (viz výše),
- zúžení dopravního pásu,
- zpomalovací prahy,
- opatření pro regulaci rychlosti
- změna šířkového uspořádání,



- dělicí ostrůvky,
- vysazené ostrůvky,
- šikany apod. (ČSN 73 6110, 2006)

3.2.2.5 Obrubníky

Na obrubníky se zaměříme z hlediska bezpečnosti chodců, odvodnění komunikací a vyhlášky č. 398/2009 Sb.

Zvýšený obrubník směrem ke komunikaci pro chodce zajišťuje jejich bezpečnost. Jsou jim ohraničeny pásy/pruhy pro chodce, ochranné a nástupní ostrůvky, vysazené chodníkové plochy. Pro správnou účinnost ochrany je volena přiměřená výška obruby 0,10 m - 0,15 m.

Zvýšenou obrubou je dále potřeba oddělit kmene stromů od jízdnic pruhů/pásů (při obrubníkové úpravě komunikace). V místech, kde tento požadavek nesplňuje průběžná obruba, vytvoří se kolem kmene zvýšený ostrůvek. Vzdálenost kmene od hrany obrubníkové podstupnice nesmí být menší než 1,20 m. V odůvodněných případech na komunikacích funkční skupiny C může tato vzdálenost klesnout až na 0,50 m. (ČSN 73 6110, 2006)

Vyhláška č. 398/2009 Sb. *Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb* určuje několik technických požadavků pro stavbu místních komunikací, tak aby mohli být bezpečně využívány osobami s omezenou schopností pohybu a orientace (osoby fyzicky a mentálně postižené, důchodci, těhotné ženy, osoby s kočárkem a děti do 3 let). Mimo jiné jsou zde popsány požadavky na obrubníky trávníku, které slouží jako vodící linie.

Vodící linie slouží k orientaci nevidomým a slabozrakým osob. Jako přirozená vodící linie místní komunikace slouží stěna domu, podezdívka plotu, obrubník trávníku a další kompaktní prvky s minimální šířkou 400 mm a výškou 300 mm. Aby byl obrubník trávníku vodícím prvkem musí být vyšší než 60 mm, to tvoří v podstatě nepřekonatelnou bariéru pro odtok srážkové vody do zeleně. Přirozenou vodící linii je možné přerušit, nejvýše na vzdálenost 8 000 mm, při větší vzdálenosti je třeba umístit umělou vodící linii (např. podélné drážky). Minimální délka přirozené vodící linie je 1 500 mm, u rekonstrukcí v odůvodněných případech pak 1 000 mm.



3.2.2.6 Typy povrchů

Volba materiálů krytů povrchů v uličním prostoru se volí v závislosti na několika faktorech:

- způsob využití – jedná se o komunikace pro chodce, vozidla, cyklisty nebo se plocha využívá jako zelený pás,
- únosnost – závisí na funkční skupině místní komunikace,
- estetika – např. pro památkové zóny jsou často materiály povrchu historicky dány,
- frekvence oprav – v místech, kde se předpokládají časté opravy VTV se volí povrchy z dlažebních prvků, které se dají jednoduše rozebrat,
- propustnost – méně zatížené komunikace je vhodné volit z propustných materiálů (podpora vsaku a snížení povrchového odtoku), (Fial, 2020)
- bezpečnost – např. povrchy z dlažebních kostek jsou náchylné na namrzání, a i při dešti mohou klouzat,
- sklonitostní poměry,
- náklady – patří sem nejen investiční náklady, ale i náklady na údržbu a opravy.

Nestmelené kryty

Nestmelené kryty neboli prašné vozovky je vhodné navrhovat u místních komunikací s velmi nízkým zatížením. U návrhu je důležité zvolit vhodný poměr kameniva různé zrnitosti, jinak může docházet k boření kol vozidel a vzniku nerovností.



Obrázek 9: Nestmelený povrch komunikace (foto autor)

Kryt z asfaltových vrstev

Asfaltové kryty jsou nejpoužívanějším materiálem pro povrchy vozovek a chodníků. Jejich výhodou je především jednoduchá pokládka, dobrá přizpůsobivost dopravnímu zatížení, snadná oprava a údržba.

Kryt z dlažebních prvků

Obecně je velkou výhodou snadná rozebíratelnost, proto je vhodné dlažební prvky volit v místech s možným vznikem přetvoření vozovky. A také v místech, kde se nachází VTV a jiná podzemní zařízení, u kterých se dá předpokládat častá oprava. (Vimmrová, 2008)

Výhodou oproti asfaltovým povrchům je nižší povrchový odtok, srážková voda je zachytávána a vsakována pomocí spár. Schopnost infiltrace se však postupem času snižuje téměř k nule, to je závislé na typu dlažby a její konstrukci, zanášení nečistotami, intenzitě dopravy nebo způsobu čištění komunikace. Pro zachování schopnosti infiltrace se doporučuje obnovení každých 10 let. (Runcziková, 2019)

Kryty z dlažebních prvků je vhodné navrhovat v místech s klidnou dopravou a pro dopravu v klidu (funkční skupiny D1 a D2, parkovací plochy apod.). Maximální dovolená rychlost je 50 km/h, ale již při rychlosti 30 km/h začíná nepříjemně růst hladina hluku.

Na základě druhu materiálu rozdělujeme dlažební prvky na:

- dlažbu z přírodního kamene,

Dlažba z přírodního kamene se dále dělí na dlažební kostky, desky a lomový kámen. Jeho využití je vhodné v historických centrech měst, u významných budov a tam, kde chceme zachovat původní vzhled.



Obrázek 10: Příklad krytu z kamenné dlažby (foto autor)

- betonovou dlažbu,

Betonová dlažba se dále dělí na dlažební desky, bloky a vegetační dílce (podrobněji viz níže). Výhodami betonových dlažebních prvků je pevnost, stálost, přesnost tvarů, barevnost, nižší cena a možnost hmatových úprav. Oproti dlažbě z přírodního kamene má nižší životnost.



Obrázek 11: Příklad krytu z betonové dlažby (foto autor)

Pro bezbariérovou úpravu je vhodné volit ostrohrannou dlažbu bez zkosené hrany, aby spáry nemátly nevidomé. To však je v rozporu se snahou snižovat povrchový odtok ze zpevněného povrchu z betonové dlažby, u které volíme spíše široké spáry. Ve kterých se srážkové vody mohou zachytávat a lépe vsakovat do podloží.

- dlažbu z konglomerovaného kamene,

Jedná se o směs syntetické pryskyřice a drceného kamene. Tato dlažba se využívá zejména pro komunikace a plochy pro pěší.

- a ostatní. (např.: dřevěná, kameninová nebo cihlová) (Vimmrová, 2008)

Zatravňovací dílce

Tyto povrchy je možné využít pro méně frekventované, zatěžované komunikace a plochy (např. příjezd k RD, chodníčky, parkoviště apod.).

Využívá se zatravňovací betonové dlažby nebo plastových roštů. Výhodou betonové zatravňovací dlažby je vysoká nosnost a nízká cena. Nevýhodami je nasákavost betonu, kdy do sebe beton vsákne potřebnou vláhu a vysoká tepelná vodivost, kdy se beton na slunci rozpálí. Z těchto důvodů se trávníku v betonové dlažbě příliš nedaří. Další nevýhodou může být ztížená chůze na vysokém podpatku. Naopak v plastových

rošttech vznikají vhodné podmínky pro růst trávy. Jejich nevýhodou jsou ale vyšší pořizovací ceny a nízká životnost.



Obrázek 12: Příklady zatravnovacích dílců – betonová dlažba (vlevo) a plastové rošty (vpravo) (foto autor)

3.2.3 Vedení technického vybavení

Funkce vedení technického vybavení (VTV) zajišťuje bezpečný a spolehlivý přenos a vedení médií v daných lokalitách.

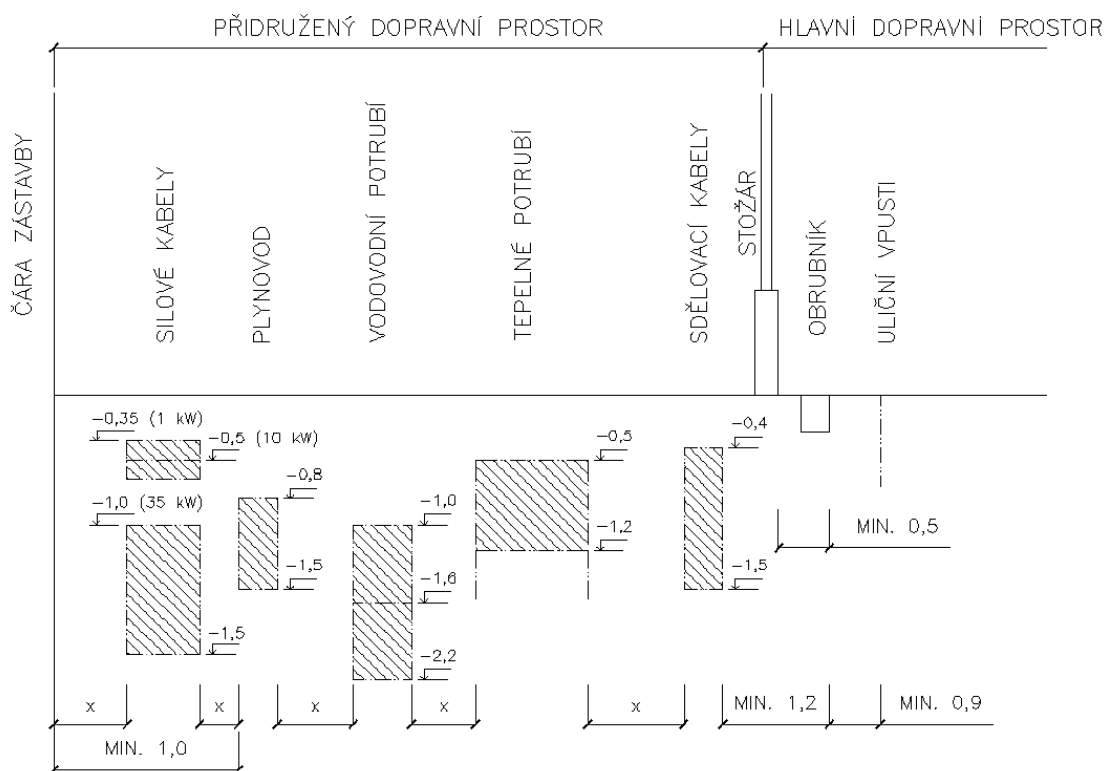
Během let došlo ke značnému vývoji VTV. K prvním vedením vodovodů a kanalizací se při rozběhu průmyslové revoluce přidaly další druhy sítí – energetické (plynovody, teplovody a rozvod elektřiny) a informační (sdělovací sítě). (Beránek, 2005) Nejenže máme více druhů distribuovaných médií, ale roste i poptávka o jejich rozšíření, s tím je spojené i zvyšování kapacit vedení a vyšší prostorové nároky.

V současnosti jsou využívána tyto VTV, které dělíme podle účelu na:

- elektrická silová vedení,
- sdělovací vedení (včetně potrubní pošty),
- vodovody a jejich přípojky,
- plynovodní potrubí,
- teplovody,
- stokové sítě a kanalizační přípojky,
- a ostatní (např. produktovody). (ČSN 73 6005, 2003)

V současnosti je většina VTV vedena v podzemí, v zastavěných oblastech můžeme vidět nadzemní trubní vedení jen výjimečně a nadzemní kabelová vedení můžeme vidět jen v oblastech řídké zástavby. (Beránek, 2005)

Uspořádání vedení technického vybavení v prostoru místní komunikace se řídí normou ČSN 73 6005, normami pro jednotlivé sítě a zvláštními předpisy. Ale návrhy i samotná realizace ukládání bývá často nekoncepční a řada uličních prostor je přeplněná nevhodně uloženým VTV. Při jejich ukládání nejsou dodržovány dané normové požadavky – ochranná pásma, minimální krytí a minimální odstupové vzdálenosti (viz tabulky níže). Důvodem může být nevhodný návrh, snaha o úsporu investičních nákladů a pohodlnost z důvodu horších podmínek těžitelnosti. Např. jeden z problémů, který v posledních pár letech vzniká v ČR je rozmach ukládání optických kabelů pro připojení k internetu. Z důvodu tlaku veřejnosti na lepší připojení a časově omezených dotací se na ukládání spěchá a mnohdy jsou optické sítě ukládány právě zcela nesystematicky a nevhodně. Při sanacích jsou nuceni projektanti a vlastníci takto nevhodně řešených uličních prostor, k dalším nevhodným řešením a problém narůstá dále. (Kříž, 2019)



Obrázek 13: Zájmová pásma vedení inženýrských sítí; x = minimální odstupová vzdálenost mezi jednotlivými sítěmi (ČSN 73 6005, 2003)

Tabulka 3: Přehled vymezení ochranných pásem (OP) a podmínky výsadby zeleně (Kříž, 2019)

Typ vybavení	Definice ochranného pásma	Podmínky výsadby trvalých porostů v ochranném pásmu
Vodovod a kanalizace 274/2001 Sb. § 23	OP jsou vymezena vodorovnou vzdáleností od vnějšího líce stěny potrubí nebo stoky na každou stranu a) do průměru 500 mm; 1,5 m; b) nad průměr 500 mm; 2,5 m; c) o průměru nad 200 mm, jejichž dno je uloženo v hloubce větší než 2,5 m pod upraveným povrchem, se vzdálenosti dle písmene a) či b) zvyšují o 1,0 m.	V OP vodovodního řadu nebo kanalizační stoky lze vysazovat trvalé porosty, jen s písemným souhlasem vlastníka vodovodu nebo kanalizace, popřípadě provozovatele
Zařízení elektrizační soustavy 458/2000 Sb. § 46	a) u napětí na 1 kV a do 35 kV včetně 1. pro vodiče bez izolace 7 m, 2. pro vodiče s izolací základní 2 m, 3. pro závěsné kabelové vedení 1 m, b) u napětí nad 35 kV do 110 kV včetně 12 m,	V OP podzemního vedení je zakázáno vysazovat trvalé porosty a přejíždět vedení mechanismy i celkové hmotnosti nad 6 t.
Plynovod 458/2000 Sb. § 68	a) u plynovodů a plynovodních přípojek o tlakové úrovni do 4 bar včetně, umístěných v zastavěném území obce 1 m na obě strany a umístěných mimo zastavěné území obce 2 m na obě strany, b) u plynovodů a plynovodních přípojek nad 4 bar do 40 bar včetně 2 m na obě strany, c) u plynovodů nad 40 bar 4 m na obě strany, d) u technologických objektů 4 m na každou stranu.	Vysazování trvalých porostů kořenicích do větší hloubky než 20 cm nad povrch plynovodu ve volném pruhu pozemků o šířce 2 m na obě strany od osy plynovodu, vlastní telekomunikační sítě nebo plynovodní přípojky lze pouze na základě souhlasu provozovatele distribuční soustavy.
Teplovodní zařízení 458/2000 Sb. § 87	OP je vymezeno svislými rovinami vedenými po obou stranách zařízení ve vodorovné vzdálenosti měřené kolmo k tomuto zařízení a vodorovnou rovinou, vedenou pod zařízením ve svislé vzdálenosti, měřené kolmo k tomuto zařízení a činí 2,5 m.	Vysazování trvalých porostů v OP je možno pouze po předchozím písemném souhlasu provozovatele tohoto zařízení.
Komunikační vedení 127/2005 Sb. § 102	OP podzemního komunikačního vedení činí 1,0 m po stranách krajního vedení.	V OP podzemního komunikačního vedení je zakázáno bez souhlasu jeho vlastníka vysazovat trvalé porosty.

Tabulka 4: Nejmenší dovolené vodorovné vzdálenosti při souběhu podzemních sítí v m¹⁾ (ČSN 73 6005, 2003)

druh sítí		silové kabely do				sdělovací kabely	plynovodní potrubí		vodovodní sítě a přípojky	tepelné sítě	kabelovody	stokové sítě a kanalizační přípojky
		1 kV	10 kV	35 kV	220 kV		do 0,005 MPa	do 0,3 MPa				
silové kabely do	1 kV	0,05	0,15	0,20	0,20	0,30 ³⁾ 0,10 ⁴⁾	0,40	0,60	0,40	0,30	0,10	0,50
	10 kV	0,15	0,15	0,20	0,20	0,80 ³⁾ 0,30 ⁴⁾	0,40	0,60	0,40	0,70	0,30	0,50
	35 kV	0,20	0,20	0,20	0,20	0,80 ³⁾ 0,30 ⁴⁾	0,40	0,60	0,40	1,00	0,30	0,50
	220 kV	0,20	0,20	0,20	0,50	0,80 ³⁾ 8)	0,40	0,60	0,40	2,00 ⁶⁾	0,50	1,00
sdělovací kabely		0,30 ³⁾ 0,10 ⁴⁾	0,80 ³⁾ 0,30 ⁴⁾	0,80 ³⁾ 0,30 ⁴⁾	0,80 8) 10)		0,40	0,40	0,40	0,80 ¹¹⁾	0,30	0,50
plynovodní potrubí do ²⁾	0,005 MPa	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50 ¹²⁾	0,50	0,40	1,00 ¹²⁾
	0,3 MPa	0,60	0,60	0,60	0,60 ⁹⁾	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	1,00	1,00
vodovodní sítě a přípojky		0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50 ¹²⁾	0,50	0,60	1,00 ¹³⁾	0,60	0,60
tepelné sítě		0,30	0,70	1,00	2,00 ⁶⁾	0,80 ¹¹⁾	0,50	0,50	1,00 ¹³⁾		0,30	0,30
kabelovody		0,10	0,30	0,30	0,50	0,30	0,40	1,00	0,60	0,30		0,30
stokové sítě a kanalizační přípojky		0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	1,00 ¹²⁾	1,00	0,60	0,30	0,30	

- 1) Vzdálenost se měří mezi vnějšími povrchy kabelů, potrubí, stok
- 2) Pro nejmenší vzdálenosti mezi povrchy vysokotlakého plynovodního potrubí a ostatních sítí technického vybavení platí ČSN 38 6410.
- 3) Nechráněné
- 4) V technickém kanálu nebo betonových chráničkách. Podle ustanovení ČSN 33 3300.
- 5) Až k vnějšímu líci stavební konstrukce.
- 6) vzdálenost musí být po dohodě s výrobcem kabelu kontrolována výpočtem.
- 8) Nebezpečné vlivy vedení vn, vvn a zvn musí být kontrolovány výpočtem podle ČSN 33 2160.
- 9) Protikorozní opatření nutno projednat se správcem plynovodu individuálně.
- 10) Spojové kabely se kladou navzájem volně vedle sebe. Spojové kabely a kabely DR se kladou navzájem ve vzdálenosti 70 mm.
- 11) Platí pro souběh tepelně nechráněných kabelů a vodních tepelných vedení. Při tepelně chráněných vedení možno snížit na 300 mm. Dlouhé souběhy nutno kontrolovat výpočtem. Pro souběh parních tepelných vedení s tepelně nechráněnými kabely platí vzdálenost 2000 mm, při kabelu tepelně chráněném, v souběhu do délky 200 m, možno snížit na 800 mm.
- 12) Při souběhu obou vedení lze vzdálenost snížit po dohodě se správcem vedení na 400 mm.
- 13) Po přešetření teplotních poměrů možno snížit až na 600 mm.

Tabulka 5: Nejmenší dovolené svislé vzdálenosti při křížení podzemních sítí v m¹⁾ (ČSN 73 6005, 2003)

druh sítí		silové kabely do				sdělovací kabely	plynovodní potrubí		vodovodní sítě a přípojky	tepebné sítě	kabelovody	stokové sítě a kanalizační přípojky
		1 kV	10 kV	35 kV	220 kV		do 0,005 MPa	do 0,005 MPa				
silové kabely do	1 kV	0,05	0,15	0,20	0,20	0,30 ⁴⁾ 0,10 ⁵⁾	0,10 ⁶⁾	0,10 ⁶⁾	0,40 ²⁾ 0,20 ⁵⁾	0,30 ⁷⁾	0,30	0,30
	10 kV	0,15	0,15	0,20	0,20	0,80 ⁴⁾ 0,10 ⁵⁾	0,10 ⁶⁾	0,20 ⁶⁾	0,40 ²⁾ 0,20 ⁵⁾	0,50 ⁷⁾	0,30	0,30
	35 kV	0,20	0,20	0,20	0,25 ⁹⁾	0,80 ³⁾ 0,10 ⁵⁾	0,10 ⁶⁾	0,20 ⁶⁾	0,40 ²⁾ 0,20 ⁵⁾	0,50 ⁷⁾	0,30	0,50
	220 kV	0,20	0,20	0,25 ⁹⁾	0,25	0,80 ¹⁰⁾ 11) 12)	0,30 ¹³⁾	0,70 ¹³⁾	0,40	1,00	0,30	0,50
sdělovací kabely		0,30 ⁴⁾ 0,10 ⁵⁾	0,80 ⁴⁾ 0,30 ⁵⁾	0,80 ⁴⁾ 0,30 ⁵⁾	0,50 ¹⁰⁾ 11) 12)	14)	0,10	0,10	0,20	0,50 ⁴⁾ 0,15 ⁵⁾	0,10	0,20
plynovodní potrubí do ²⁾	0,005 MPa	0,10 ⁶⁾	0,10 ⁶⁾	0,10 ⁶⁾	0,30 ¹³⁾	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10 ¹⁵⁾	0,10 ¹⁵⁾	0,10 ¹⁶⁾
	0,3 MPa	0,10 ⁶⁾	0,20 ⁶⁾	0,20 ⁶⁾	0,70 ¹³⁾	0,10	0,10	0,10	0,15	0,10 ¹⁵⁾	0,10 ¹⁵⁾	0,10 ¹⁶⁾
vodovodní sítě a přípojky		0,40 ⁴⁾ 0,20 ⁵⁾	0,40 ⁴⁾ 0,20 ⁵⁾	0,40 ⁴⁾ 0,20 ⁵⁾	0,40	0,20	0,15	0,15		0,20 ¹⁷⁾	0,20 ¹⁷⁾	0,10
tepebné sítě		0,30 ⁷⁾	0,50 ⁷⁾	0,50 ⁷⁾	1,00	0,50 ⁴⁾ 0,15 ³⁾	0,10 ¹⁵⁾	0,10	0,20 ¹⁷⁾		0,15	0,10
kabelovody		0,10	0,30	0,30	0,30	0,10	0,10 ¹⁵⁾	0,10	0,20 ¹⁷⁾	0,15		0,10
stokové sítě a kanalizační přípojky		0,30	0,30	0,50	0,50	0,20	0,50 ¹⁶⁾	0,50	0,10	0,10	0,10	

- Vzdálenost se měří mezi vnějšími povrchy kabelů, potrubí, stok
- Plynovody provedené u IPE: viz technická pravidla COPZ G 702 01 – Plynovody a přípojky z polyethylenu. Pro nejmenší vzdálenosti mezi povrchy vysokotlakého plynovodního potrubí a ostatních sítí technického vybavení platí ČSN 38 6410.
- Vzdálenost platí pro vodní tepelná vedení. Pro křížení parního tepelného vedení se sdělovacími kabely se vzdálenost zvětšuje u chráněných kabelů na 250 mm.
- Nechráněné.
- V technickém kanálu nebo betonových chráničkách. Podle ustanovení ČSN 33 3300.
- Kabel v chráničce přesahující plynovod na každou stranu o 1000 mm. Pro kabel bez ochranného krytu se zvětšují vzdálenosti takto: při křížení ntl plynovodu s kabely do 35 kV na 400mm, při křížení stl plynovodu s kabely do 10 kV na 1000 mm, s kabely do 35 kV na 1500 mm.
- Při uložení v chráničce možno přiměřeně snížit.
- Až k vnějšímu líci stavební konstrukce.
- Kabel nižšího napětí uložený v chráničce.
- Kabely vvn uloženy v chráničce přesahující místo křížení na každou stranu o 2000 mm.
- Sdělovací kabely uloženy v betonových žlebech apod., zalitých asfaltem v délce přesahující místo křížení na obě strany minimálně 2000 mm.
- Vlivy kabelu vvn na sdělovací vedení kontrolovat výpočtem podle ČSN 33 2160.
- Kabely vvn uloženy pod plynovodem v chráničkách zasypaných vrstvou písku tloušťky nejméně 300 mm a pokrytou 2 vrstvami ochranných krycích desek, v délce přesahující místo křížení nejméně 1000 mm u ntl plynovodu a 200 mm u stl plynovodu. Se správcem plynovodu projednat individuální protikorozní opatření.
- Je-li tepelné vedení v ochranném tělese se vzduchovou mezerou nebo jde-li o kabelovod či kolektor, nutno plynovod opatřit chráničkou přesahující druhé vedení na každou stranu o 1000 mm.
- Křížuje-li plynovod stokové potrubí v menší vzdálenosti než 500 mm, minimálně však 150mm, opatří se plynovod trojnásobnou izolací přesahující stokové potrubí na každou stranu o 1000 mm a vyhovující jiskrové zkoušce pro zkušební napětí 25 kV.
- Je-li vodovodní potrubí uloženo pod tepelným vedením, kabelovodem či kolektorem, musí být opatřeno ochranným krytem. Jinak nejmenší vzdálenost vodovodního potrubí musí být 350 mm.

3.3 ODVODNĚNÍ ULIČNÍCH PROSTOR

Přirozená a urbanizovaná krajina se zásadně liší, zejména podílem zpevněných nepropustných ploch. Urbanizace krajiny má především vliv na tvorbu a velikost povrchového odtoku, jeho znečištění apod. S těmito vlivy musíme umět počítat, porozumět jim a se srážkovou vodou podle toho v urbanizované krajině hospodařit.

Aby mohl uliční prostor plnit své funkce je potřeba zajistit odvodnění uličního prostoru jak povrchů, tak i podloží komunikace. Odvodnění povrchů je zásadní především pro zajištění bezpečnosti dopravy a pohybu chodců, cyklistů a vozidel. Odvodnění podloží je důležité z hlediska stability tělesa pozemní komunikace. Konkrétní návrhy opatření v uličním prostoru je vždy nutné posoudit dle místních podmínek (hydrogeologické podmínky, intenzita provozu a s tím spojené znečištění povrchového odtoku apod). (Kříž, 2019)

3.3.1 Srážky

Vodní pára obsažená ve vzduchu kondenzuje (při dosažení stavu nasycení), obvykle při ochlazování během výstupných pohybů vzduchu, a vznikají srážky. Ty jsou uvolňovány z oblaků a dopadají na zem, a to ve skupenství pevném (např. sníh, kroupy) či kapalném (např. déšť, mrholení).

Dešťové srážky jsou nahodilým jevem, každá srážková událost je jedinečná a již nedochází k jejímu opakování ve stejné formě. Ale na základě jejich měření a dalšího zpracování, získáváme přehled o pravděpodobnosti jejich chování, výskytu a vlastnostech. Základní charakteristiky deště jsou srážkový úhrn a doba trvání. Srážkový úhrn je výška vrstvy [mm] srážkové vody zachycené během srážkové události.

Ze základních charakteristik deště můžeme odvodit další charakteristiky, které jsou pro nás zásadní při návrhu objektů HDV s odpovídající bezpečností. Je to intenzita deště [mm/min], která se vypočítá jako srážkový úhrn děleno doba trvání deště. Většinou čím je srážková událost kratší, tím má vyšší intenzitu. A dále periodicita deště, ta udává kolikrát je dosažena nebo překročena určitá intenzita deště za dané období v dlouhodobém průměru.

Dlouhodobým měřením získáváme řady historických dešťů, jejich statistickým vyhodnocením vznikají tzv. modelové deště. Nejjednodušším modelových deštěm je blokový déšť, jehož intenzita se v čase 0 skokově zvýší, zůstává konstantní po dobu t , a pak se vrátí skokově zpátky na 0. Jedná se o hlavní podklad pro výpočet odtoku



z urbanizovaného povodí. V ČR se v projekci nejčastěji využívá tzv. Truplových tabulek. Jedná se o tabulky intenzit krátkodobých dešťů odvozených ze zpracování naměřených dat z 96 ombrografů v českých povodí Labe, Odry a Moravy. Analýzu provedl Josef Trupl v roce 1958 na již starších a nepřilíš dlouhých časových řadách v (5–120 min), z těchto důvodů je jejich využití v současnosti diskutabilní. V normě *ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod* jsou také uvedeny návrhové úhrny srážek pro 22 míst v ČR s dobou trvání 5–120 min a pomocí extrapolace jsou odvozeny i dlouhodobé s dobou trvání od 4 do 72 h.

Dále jsou modelovány tzv. syntetické deště, které mají kompenzovat nedostatky blokového deště. Mají proměnou intenzitu v čase a lépe svým tvarem (vzestupná větev, maximum a sestupná větev) popisují realitu. Objem, doba trvání a četnost je stejná jako s blokovým deštěm. Např. se jedná o metodu Chicago či Shifaldův dešť. (Pokorná, 2011)

Srážkový režim je proměnlivý během roku i let, dochází ve větší či menší míře k odklonění od srážkového normálu. Srážkové situace, které se mohou vyskytnout se dají rozdělit do 3 domén:

- doména A – běžné deště,

Jedná se o deště do doby opakování cca 5 let. Na tyto intenzity se navrhuje odvodnění uličního prostoru vesnického a městského charakteru. Tyto deště by neměly způsobit žádné problémy, uliční prostor by měl být rychle odvodněn a během srážkové události by neměly vznikat žádné omezení.

- doména B – silné deště,

Jedná se o deště s dobou opakování 5 až 50 let (v závislosti na místních podmínkách), které mohou způsobit dočasná přetížení stokového systému nebo omezení využití uličního prostoru. V tomto případě se zaměřujeme na ochranu území před zaplavením a na ochranu povrchových vod před znečištěním a hydraulickým zatížením.

- doména C – extrémní deště.

Jedná se o deště s dobou opakování více než 50 let. Při těchto extrémních situacích nemůže být plněna funkce uličního prostoru nebo je výrazně omezena. Může také docházet ke škodám nebo zatápnění přilehlých nemovitostí. Pro zajištění funkčnosti města a minimalizace škod je potřeba navrhnout opatření na snížení rizika zaplavení. V těchto případech může vybraná síť ulic sloužit jako nouzová povrchová cesta, která odvede přebytečnou vodu pryč z města. (Asociace pro vodu ČR, 2019)



Dalším stavem je sucho, ke kterému dochází při dlouhodobém stavu bez srážkové události. V období sucha vzniká nejvyšší riziko poškození zeleně v uličním prostoru. S tím je spojená i funkce opatření HDV, např. průlehy nemohou správně fungovat bez zatravněné vrstvy, které plní funkci předčištění. Je tedy vhodné v období sucha tyto objekty zavlažovat, v ideálním případě akumulovanou srážkovou vodou.

3.3.2 Povrchový odtok

Celkové množství srážkové vody dopadající na povodí tvoří tzv. reálnou srážku. Část reálné srážky odteče a vytváří tzv. efektivní déšť (povrchový odtok), další část tvoří ztráty vody, které jsou zachyceny na povodí. Dochází k těmto ztrátám:

- smáčení povrchu (intercepce),

V průběhu srážkové události jako první začíná smáčení povrchu, které trvá do dosažení kapacity intercepce. Hodnota kapacity intercepce je různá podle typu povrchu. V případě vegetace, je množství zachycené vody závislé i na období v roce.

- vsakování (infiltrace),

Jedná se o pronikání vody do nižších vrstev. Infiltrační schopnost se v průběhu trvání srážkové události snižuje až k bodu překročení infiltrační kapacity půdy. Po skončení srážkové události dojde po nějaké době k regeneraci infiltrační schopnosti. V urbanizovaných území na zpevněných površích má vsakování minimální význam.

- povrchová retence (deprese),

Srážková voda se zachytává v drobných prohlubních a vznikají kaluže. Při tvorbě povrchové retence záleží na podmínkách jako je velikost a hloubka prohlubně či spád povodí. Po naplnění prohlubně se začíná tvořit povrchový odtok.

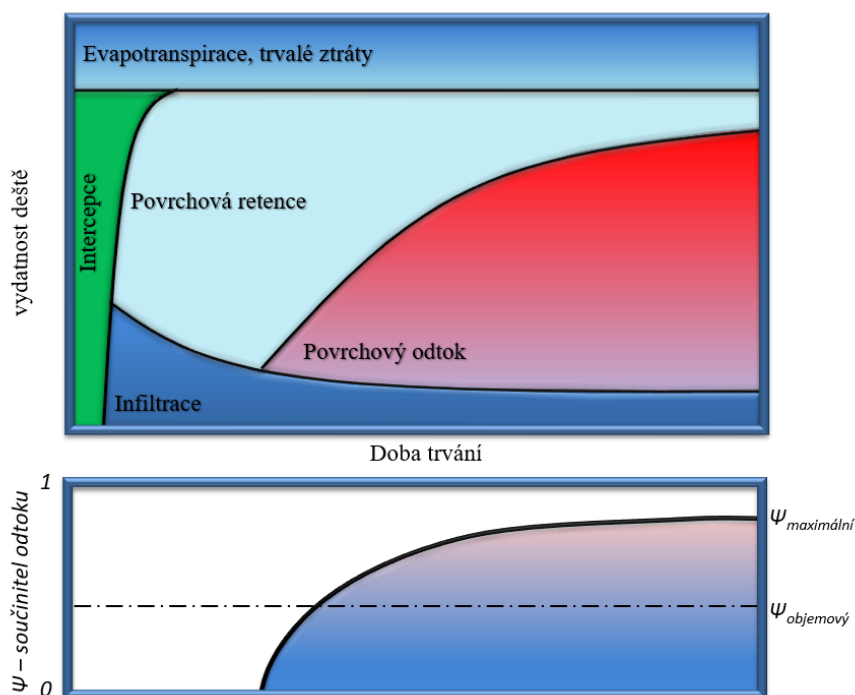
- výpar (evapotranspirace),

Během celého trvání srážkové události dochází k výparu. Dochází k výparu jak z povrchu, tak i vegetace. Její intenzitu ovlivňují především klimatické podmínky a půdní poměry (např.: teplota a vlhkost vzduchu, vítr, atmosférický tlak, reliéf a nadmořská výška. (Naše voda, 2018)

- ostatní „trvalé“ ztráty.

Největšího významu dosahují trvalé ztráty v urbanizovaném území. Jedná se např. o dešťový odtok, který není zachycen, ale vlivem větru či rozstříku při dopravě došlo k jeho vsaku na propustných plochách.

Jednotlivé ztráty se v průběhu deště mění, jak můžeme vidět na grafu viz Obrázek 14. (Krejčí, 2003) (Stránský, 2020)



Obrázek 14: Časový průběh procesů tvorby povrchového odtoku (nahore) a průběh součinitele odtoku Ψ v závislosti na době trvání deště (Kříž, 2020)

3.3.3 Součinitel odtoku

Součinitel odtoku je závislý na typu povrchu a sklonu povodí, je to bezrozměrná veličina, které nám udává podíl povrchového odtoku z celkového množství srážky. Během trvání deště se jeho hodnota mění viz Obrázek 14. Součinitel odtoku dělíme na maximální a objemový.

Objemový neboli průměrný součinitel odtoku $\Psi_{\text{objemový}}$ nám udává poměr objemu povrchového odtoku a objemu srážky spadlé za stejnou dobu a povodí. Využívá se např. při modelování srážkoodtokových procesů.

Maximální (špičkový) součinitel odtoku $\Psi_{\text{maximální}}$ je poměr maximálního povrchového odtoku k součinu plochy povodí s maximální intenzitou deště. Využívá se v racionální metodě k návrhu dimenze stokové sítě nebo kapacity odvodňovacích zařízení. (Runcziková, 2019) (Stránský, 2020)

Níže je uvedena tabulka součinitele odtoku, v českých normách se často neuvádí jeho typ.

Tabulka 6: Součinitele odtoku srážkových povrchových vod (TNV 75 9011, 2013)

Místo	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené šterkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravnovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

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

3.3.4 Znečištění srážkových vod

Znečištění srážkových vod můžeme dle původu znečišťujících látek rozdělit do 3 skupin. Jako první je srážková voda kontaminována rozpuštěnými a nerozpuštěnými látkami při průchodu atmosférou. Množství znečišťujících látek v atmosféře je závislá především na typu průmyslu a dopravě v dané oblasti a okolí. Dále dochází k znečištění při kontaktu s odvodňovanou plochou. Buď se jedná o smyv látek nahromaděných na povrchu, míra znečištění je poté závislá na typu a míře využití území. Nebo se do vody mohou dostávat látky obsažené v povrchových materiálech, zde záleží na typu a stavu povrchu. (Krejčí, 2003)

Další způsob dělení je na základě míry znečištění, která je zásadním kritériem při odvádění srážkové vody do vsakovacích zařízení. Míra znečištění se určí podle předpokládané (viz Tabulka 7) nebo zjištěné koncentrace znečišťujících látek.

Tabulka 7: Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky (TNV 75 9011, 2013)

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod	Klasifikace znečištění srážkových vod
<ul style="list-style-type: none">- Vegetační střechy- Střechy z inertních materiálů- střechy s kovovými částmi do 50 m²- Komunikace pro pěší a cyklisty- Málo frekventované parkoviště osobních aut- Málo frekventované dopravní komunikace (příjezdy k domům)		nízké
<ul style="list-style-type: none">- Střechy s kovovými částmi 50 m² až 500 m²- Středně frekventované dopravní komunikace- (Vysoce) frekventované parkoviště (osobní auta a autobusy)		střední
<ul style="list-style-type: none">- Střechy s kovovými částmi nad 500 m²- Vysoce frekventované dopravní komunikace- Plochy u skladišť, manipulační plochy- Komunikace zemědělských areálů- Parkoviště nákladních aut		vysoké

Znečištění srážkových vod z pozemních komunikací

U znečištění srážkových vod z pozemních komunikací hraje velkou roli míra zatížení, typ komunikace a podílu nákladní dopravy. Svoji roli hraje i údržba a frekvence čištění komunikace nebo délka bezdeštného období. Se zvyšující se frekvencí roste i míra znečištění, rozdělení míry znečištění na základě frekventovanosti (počtu vozidel za 24 h) viz Tabulka 8 je pouze orientační. Rozsah středně frekventované komunikace 300 - 15 000 automobilů za den je příliš velký, z tohoto důvodu je její přesnost diskutabilní.

Z komunikací pro pěší a cyklisty se do srážkové vody dostává především hrubé a jemné nerozpuštěné nečistoty (např. hlína, písek, šterk), dále mohou obsahovat organické znečištění, dusík, fosfor a patogenní organismy.

Znečištění srážkové vody ze silnic a dopravních komunikací:

- emise ze spalování pohonných hmot,
- obrus vozovky a pneumatik,
- stav vozidel (opotřebení brzd, koroze),
- únik pohonných hmot, oleje, brzdové kapaliny,
- a materiály na údržbu a opravu komunikací,
- sůl a inertní posypové materiály (zimní údržba),
- odpadky,

- moč a výkaly zvířat,
- eroze půdy a zbytky vegetace.

Největší podíl znečištění tvoří hrubé a jemné nerozpuštěné nečistoty, těžké kovy (zinek, měď), uhlovodíky a chloridy (minerální oleje, benzín, nafta). (Pírek, 2015)

Tabulka 8 bere v potaz běžný provoz a údržbu, ale u pozemních komunikací musíme uvažovat také s rizikem havarijního znečištění komunikace při nehodách. Při nehodě může dojít k úniku pohonných hmot a provozních kapalin, to může mít bez potřebné sanace vyšší následky pro okolí než běžný provoz. (TP 83: Odvodnění pozemních komunikací, 2014)

Tabulka 8: Typické znečišťující látky na pozemních komunikacích a očekávaná míra znečištění srážkových vod (TNV 75 9011, 2013)

Typ plochy		Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy	Uhlovodíky	Organické znečištění BSKs	Živiny N, P	Patogenní mikroorganismy	Chloridy
Zatrávněné plochy		●/●●●	●/●●●	○	○	●	●	○/●	○
Komunikace pro chodce a cyklisty		●●	●	○/●	○/●	●	●	●	/●
Pozemní komunikace	málo frekventované (příjezdy k domům) ^A	●●	●	●	●	●	●	●	●
	středně frekventované ^B	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	vysoce frekventované ^C	●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●●
Parkoviště	málo frekventované (osobní auta)	●●	●	●	●	●	●	●	●
	(vysoce) frekventované (osobní auta a busy)	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	nákladní auta	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●
○		neznečištěná srážková voda							
●		mírně znečištěná srážková voda							
●●		středně znečištěná srážková voda							
●●●		vysoce znečištěná srážková voda							
A		<300 automobilů za 24 h, např. příjezdy k domům a místní komunikace v obytné zástavbě a parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací							
B		300 automobilů až 15 000 automobilů za 24 h							
C		nad 15 000 automobilů za 24 h, obvykle dálnice a rychlostní silnice							



Zimní údržba

Dalším zatěžujícím faktorem pro jakost srážkové vody z komunikací je zimní údržba, kdy jsou cíleně využívány chemické rozmrazovací látky (CHRL) nebo zdrsňující (inertní) materiály. CHRL jsou látky, které pomocí fyzikálně chemického procesu snižují bod tání (tuhnutí) ledu a jeho následné roztání. Nejvíce využívané jsou chemické soli, často se jedná o chlorid sodný NaCl. Zdrsňující posypové materiály zvyšují drsnost (součinitel tření) mezi povrchem zledovatělé či zasněžené vozovky a pneumatikami aut, tím brání smyku. Jako inertní materiál je převážně využíván písek nebo štěrk. (Melchar, 2001)

Používání CHRL na komunikacích má dopad i na okolní prostředí. Vliv na půdu a vegetaci se objevuje obvykle do vzdálenosti 20–30 m od komunikace. Na vegetaci můžeme pozorovat nejčastěji chlorózu (žloutnutí listů) a nekrózu (hnědnutí začínající od špičky listu), to postihuje především jehličnany. Mezi další méně zřejmé negativní dopady patří např. snížení schopnosti příjmu vody a rozpuštěných živin z důvodu snížení osmotického potenciálu, to se může projevit menším růstem rostliny. Se zvyšujícím se zasolením půdy klesá schopnost klíčení semen. Stres vyvolaný solením komunikací oslabuje vitalitu okolní vegetace, které je díky tomu více náchylná k infekcím. V závislosti na druhu rostliny a jejím stáří, dané lokalitě, klimatickým podmínkám, půdnímu druhu apod. se mění míra vlivu CHRL. (Zývalová, 2015)

3.3.5 Předčištění srážkových vod

Předčištění srážkových vod se navrhuje, z důvodu ochrany objektů a příjemce srážkových vod. Na to je kladen důraz především u vsakovacích zařízení, kde by mohlo dojít ke kontaminaci podzemní vody či horninového prostředí. Norma ČSN 75 9010 rozděluje, na základě obsahu znečišťujících látek a ohrožení příjemce, povrchový odtok ze zpevněných ploch do 2 kategorií:

- **srážkové vody přípustné**, které nepředstavují riziko a dále se nemusí upravovat (např. komunikace pro pěší a cyklisty, příjezdy a vjezdy do garáží u rodinných domů a zatravněné plochy),
- **srážkové vody podmínečně přípustné**, jejich kvalita je zhoršena, ale po využití vhodných opatření je možné ji vsakovat (komunikace a parkoviště pro motorová vozidla, komunikace pro průmyslové a zemědělské areály),

- **srážkové vody potencionálně výrazněji znečištěné, které není vhodné využívat ke vsakování.**

Tabulka 9: Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění (TNV 75 9011, 2013)

způsob čištění	zařízení	hrubé nečistoty, splaveniny	jemné částice	těžké kovy a jejich nerozp. sloučeniny	uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	živiny
zachycení hrubých nečistot	vtokové mřížky	++	--	--	--	--	--
	lapače listí	++	--	--	--	--	--
	česle	++	--	--	--	--	--
	síta	+, o	--	--	--	--	--
vsakování přes zatravněnou vrstvu (filtrace, adsorpce, biologické čištění)	průlehy						
	průlehy – rýhy vsakovací nádrže	++	++	++	++	++	++
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	kalové jímky usazovací nádrže	++	++	++	++	--	--
	odlučovače lehkých kapalin a kalovou jímku	++	++	+	++	--	--
filtrace mechanická	pískové a šterkové filtry	++	++	+	--	--	+
	geotextilie	++	++	+	--	--	--
filtrace přes adsorpční vrstvu	aktivní uhlí, koks	o	o	++	++	++	--
	zeolity	o	o	++	++	+	--
	hydroxidy železa a hliníku	o	o	++	--	--	--
	adsorbenty olejů	--	--	--	++	--	--
++ vhodné + podmíněčně vhodné o ve spojení s dalšími opatřeními - spíše nevhodné -- nevhodné							

3.3.5.1 Odlučovače lehkých kapalin

Pracují na principu gravitačního odloučení látek různé hustoty. Mezi lehké kapaliny patří např. pohonné hmoty, maziva (oleje) a ředidla, kromě tuků a olejů

rostlinného či živočišného původu. Obecně se jedná se o uhlovodíky s hustotou nižší než 950 kg/m^3 . Odlučovače lehkých kapalin se doporučuje navrhovat pro předčištění odtoku z frekventovaných pozemních komunikací a parkovišť nebo průmyslových ploch.

Odlučovače se skládají z:

- kalového prostoru,

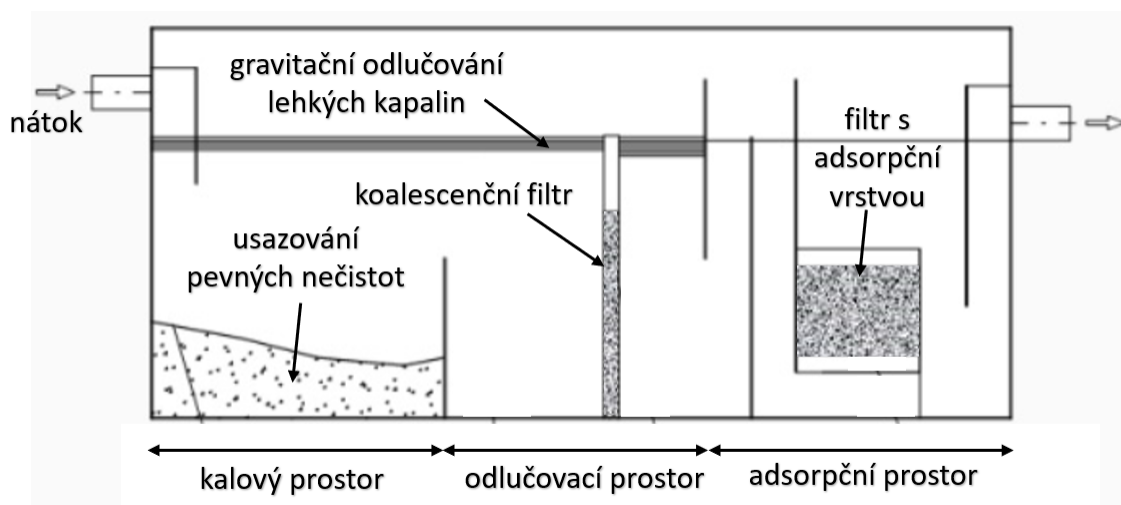
Ten se nachází na nátokové straně odlučovače a slouží k usazení tuhých materiálů, jako je např. kal, bahno nebo písek.

- odlučovacího prostoru,

Za kalovým prostorem se nachází odlučovací prostor, kde dochází k separaci lehkých kapalin od srážkové vody. A to díky gravitaci a splývání rozptýlených částic do větších celků (koalescence).

- adsorpčního prostoru (v některých případech).

Zde dochází pomocí filtrů s adsorpční vrstvou k dočištění srážkové vody od lehkých kapalin. (TNV 75 9011, 2013)



Obrázek 15: Schéma odlučovače lehkých kapalin dle (Hydroclar s.r.o.)

3.3.5.2 Filtrace přes adsorpční vrstvu

Adsorpční vrstva slouží vždy až jako další stupeň předčištění srážkových vod. Minimálně je potřeba před ni zařadit mechanickou filtraci, která ji chrání před poškozením nerozpuštěnými látkami. Jako adsorpční látky se využívají:

- aktivní uhlí,
- zeolity,
- granulované hydroxidy železa a hliníku,



- adsorbenty olejů (např.: textilie, vata)

Adsorbční látku volíme na základě typu znečišťující látky. (TNV 75 9011, 2013)

3.3.6 Způsoby odvodnění uličních prostor

V praxi se nejčastěji setkáváme s odvodněním komunikací do uličních vpustí. Jedná se o nejzavedenější přístup, která vyplývá ze zavedené dlouholeté praxe. Pro návrh se často využívá technických podmínek „TP83 Odvodnění pozemních komunikací“, které jsou v současnosti již zastaralé a nenásledují současné trendy.

V horším případě jsou uliční vpusti zaústěny do jednotné kanalizace, kde se mísí s odpadními vodami a jsou dohromady odváděny na čistírnu odpadních vod (ČOV). V lepším případě jsou zaústěny do oddílné dešťové kanalizace, která odvádí vodu do vodoteče. V těchto případech mluvíme o konvenčním způsobu nakládání se srážkovou vodou, které patří k tzv. centrálnímu stokovému systému.

V současnosti se čím dál více ukazuje, že konvenční způsob odvodnění je nežádoucí a z dlouhodobého hlediska není udržitelný. Přináší mnoho problémů, které se změnami klimatu ještě více narůstají. Při přímém odvodnění do kanalizace může docházet k přetížení stokového systému, a dále při vypouštění do vodoteče vzniká riziko povodní. Naopak v místech odvodnění, z kterých je srážková voda takto rychle odváděna vzniká riziko nedostatku vodu (sucha).

Nejen z těchto důvodů roste snaha o efektivnější využívání srážkové vody a navrhování decentrálního stokového systému. Kde není srážková voda chápána jako problém, který je potřeba rychle odvést kanalizací pryč ze zastavěného území, ale naopak se jí snažíme co nejlépe využít v místě spadu. A to je právě prostor pro využití modrozelené infrastruktury a prvků hospodaření s dešťovou vodou.



3.4 „MODROZELENÁ“ INFRASTRUKTURA

Modrozelená infrastruktura (dále jen MZI) je už celkem známý a používaný pojem nejen v České republice, ale i v zahraničí. Často se můžeme setkat i s obměnami jako je „zelenomodrá“ či dokonce „modrozelenošedá“ infrastruktura. Stejně jako není jasně dán přesný název, tak není ani dána přesná definice, protože tento pojem zatím není nijak zakotven v legislativě. MZI je stále mladou disciplínou, pro její správné využití je potřeba především dalšího praktického aplikování.

MZI je síť přírodních a technických prvků v urbanizované krajině, které nám pomáhají v adaptaci na klimatické změny. Při správném návrhu a rozmístění nám prvky MZI přináší širokou škálu benefitů. (Ballard, 2015)

Modrá v názvu zastupuje vodní plochy, objekty pro hospodaření s dešťovou vodou (dále jen HDV) a zelená zastupuje veškeré prvky zeleně ve městech. Tyto prvky se však jen stěží dají od sebe oddělit a je velmi důležitá správná spolupráce mezi nimi. Zásadní je mezioborová spolupráce při návrhu prvků MZI, v ideálním případě společně i s dalšími prvky uličního prostoru, a nahlížení na tuto problematiku komplexně.

3.4.1 Hydrogeologický průzkum

Při návrhu opatření HDV je nejprve proveden hydrogeologický průzkum, který zhodnotí možnosti vsakování srážkových vod. Tento průzkum dělá oprávněná osoba.

Podrobný hydrogeologický průzkum zahrnuje závěrečnou zprávu, která by měla především obsahovat:

- zhodnocení možnosti vsakování,
- stanovení koeficientu vsaku na základě vsakovací zkoušky,
- stanovení maximální hladiny podzemní vody (HPV),
- možný vliv na zdroje pro odběr vody,
- vodohospodářsky chráněná území a pásma,
- geologické poměry (vrtané sondy, archivní vrty),
- geotechnické poměry (se zaměřením na okolní zástavbu),
- klimatické a hydrologické podmínky.

Pro problematiku návrhu opatření HDV je z přírodních faktorů zcela zásadní hloubka maximální HPV, která by v souladu s normou ČSN 75 9010 měla být alespoň 1 m pod základovou spárou vsakovacího objektu. Další zásadním faktorem jsou



geologické podmínky, především propustnost a související geomechanické vlastnosti profilu nad HPV.

Propustnost horninového prostředí se zjišťuje v terénu pomocí vsakovacích zkoušek, které mají simulovat činnost vsakovacího zařízení. Pomocí výpočtu se určí koeficient vsaku k_v [m/s]. Koeficient vsaku nám popisuje vsakovací schopnosti horninového prostředí. Je nezbytný k výpočtům při návrhu vsakovacího zařízení. (ČSN 75 9010, 2012)

3.4.2 Hospodaření se srážkovými vodami

HDV se snaží o zachování či navrácení k přirozené vodní bilanci v zastavěné urbanizované krajině. Jednotlivá opatření srážkovou vodu zachytí a akumulují, aby mohla být dále zpětně využívána nebo podporují vsak, výpar a zpomalení odtoku.

Obecně při návrhu opatření HDV musíme zohlednit 3 základní principy:

- příjemce srážkových vod (např. půdní prostředí, vodoteč, kanalizace),
- technickou proveditelnost,
- přípustnost způsobu odvodnění.

Tyto principy se vzájemně ovlivňují, na základě zvoleného příjemce srážkových vod se musí ověřit přípustnost způsobu odvodnění. V dalších krocích se pak zkoumá technická proveditelnost, která závisí na množství srážkového odtoku a jeho znečištění, geologických a hydrogeologických podmínkách, na stavebních a technologických možnostech, majetko – právních vztazích a legislativě k dané problematice.

V ČR nám vhodný postup popisují především tyto legislativní a normové podklady:

- Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území stanovuje postup nakládání se srážkovou vodou při vymezení a využívání ploch a pozemků. Viz § 20 odstavec 5 na stavebním pozemku musí být vyřešeno:

c) „vsakování nebo odvádění srážkových vod ze zastavěných ploch nebo zpevněných ploch, pokud se neplánuje jejich jiné využití; přitom musí být řešeno

- 1. přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,*



2. 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
3. není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.“

- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby uvádí v §6 bod (4) požadavky, obdobně jako předešlá vyhláška, při připojení staveb na sítě technického vybavení.

Stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek (dále jen „srážkové vody“), musí mít zajištěno jejich odvádění, pokud nejsou srážkové vody zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se zajišťuje přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, zajišťuje se jejich odvádění do povrchových vod; pokud nelze srážkové vody odvádět samostatně, odvádí se jednotnou kanalizací.

Na základě vyhlášky 501/2006 Sb. a 268/2009 Sb. je nejvíce vhodné umístění akumulace a zpětné využití srážkových vod např. na zálivku. Pokud to není možné, je další volbou vsakování srážkové vody. V případě, že není možné ani vsakování, volí se retence s regulovaným odtokem do stokového systému. Přednostně do dešťové kanalizace, která ji odvede do nejbližší vodoteče. Jinak jsou srážkové vody odváděny jednotnou kanalizací.

- ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

Tato norma je zaměřena pouze na vsakování srážkových povrchových vod. Popisuje postup návrhu, výstavby a následné údržby při provozu povrchových a podzemních zařízení pro vsakování. Součástí normy je kapitola popisující vše ohledně geologického průzkumu, který je nezbytnou součástí při ověření vhodnosti umístění vsakovacího zařízení.

- TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami

Tato norma komplexně řeší problematiku nakládání se srážkovými vodami ze zpevněných ploch v urbanizovaném území. Slouží k doplnění nedostatků normy ČSN 75 9011. Popisuje jednotlivé přírodě blízké objekty HDV, proces jejich návrhu i s příklady (výběr vhodného objektu, dimenzování) a následné údržby při provozu. Dále



norma obsahuje typické druhy a míru znečištění pro jednotlivé typy ploch a doporučuje optimální proces předčištění, aby nedošlo k ohrožení příjemce srážkových vod.

- Nařízení č. 10/2016 Sb. hl. m. Prahy, Pražské stavební předpisy

Toto nařízení stanoví obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze, a to:

a) obecné územní a územně technické požadavky na využívání a uspořádání území včetně požadavků na umístování staveb, zařízení a činnost (dále jen „územní požadavky“),

b) technické požadavky na stavby a zařízení a na jejich provádění (dále jen „stavební požadavky“).

V druhé části je věnován § 38 hospodaření s dešťovou vodou, která nám říká, že každá stavba a pozemek musí mít vyřešeno HDV přednostně v tomto pořadí:

- vsakováním (nesmí být ohroženy okolní stavby a pozemky),
- retencí s regulovaným odváděním do oddílného systému a povrchových vod,
- retencí s regulovaným odváděním do jednotné kanalizace.

Pokud správce toku nestanoví jinak, je pro regulované odvádění (z první a druhé odrážky) povolen maximální odtok 10 l/s na hektar pozemku při 30 min dešti s dobou opakování 10 let.

3.4.3 Použití možných opatření HDV v uličním prostoru

V první řadě je odvodnění komunikace zajištěno podélným a příčným sklonem do přilehlé zeleně nebo odvodňovacích zařízení.

Volba vhodného opatření HDV v uličním prostoru je v první řadě limitována prostorem, kterého není mnohdy dostatek na povrchu ani podzemí. Dalšími z limitujících faktorů jsou především znečištění povrchového odtoku či ochrana okolních objektů.

Níže v této kapitole jsou popsány objekty HDV, které jsou nejvhodnější pro využití v uličním prostoru.

3.4.3.1 Vsakování

Při návrhu vsakování je v první řadě potřeba zjistit hydrogeologické podmínky dané lokality. Vsakování není možné, pokud:

- koeficient vsaku zeminy k_v je menší než 10^{-7} m/s; případně úroveň skalního podloží je mělká,
- maximální HPV je méně než cca 2 m pod povrchem terénu,
- existuje riziko vzniku svahových pohybů,
- se nachází v oblasti ochranných pásem vodních zdrojů.

Pokud je z hydrologického hlediska vsakování možné je v dalším kroku potřeba ověřit prostorové možnosti. Návrh vsakování nesmí ohrozit okolní objekty, z toho důvodu je nutné dodržovat bezpečnou odstupovou vzdálenost. Při jejím nedodržení může vsakovaná voda zatopit okolní budovy, sklepy a zemní tělesa komunikací. Také je potřeba zkontrolovat odstupové vzdálenosti od VTV, kdy obsypové materiály vedení mohou sloužit jako preferenční cesty pro vodu.

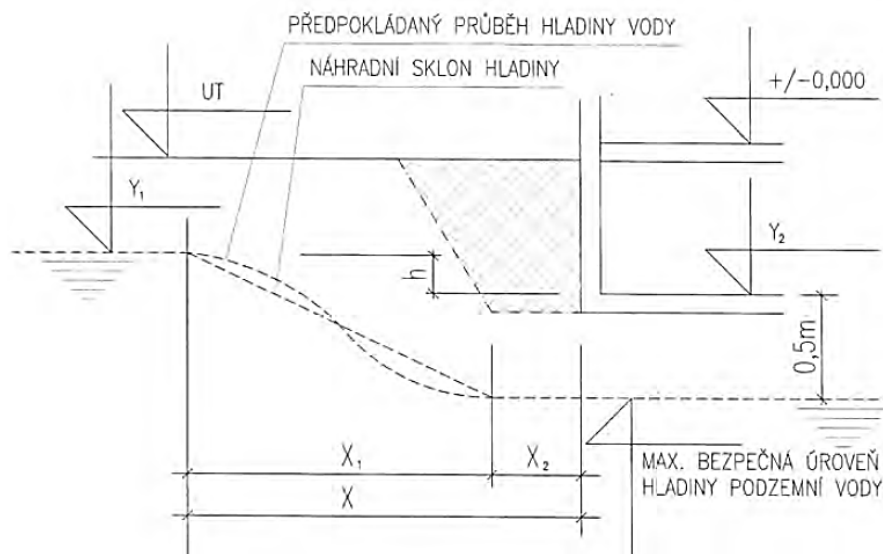
Odstupová vzdálenost X [m] vsakovacího zařízení od budovy, v případě úrovně podzemního podlaží pod maximální hladinou vody ve vsakovacím zařízení se stanoví výpočtem dle ČSN 75 9010

$$X = X_1 + X_2, \text{ [m]} \quad (\text{R.1})$$

$$X_1 = \frac{h+0,5}{15 \cdot k_v^{0,25}} + 2, \text{ [m]} \quad (\text{R.2})$$

Kde je

- k_v koeficient vsaku, [m/s]
 h rozdíl výšek maximální hladiny ve vsakovacím zařízení a úrovní podzemního podlaží, [m]
 X_2 rozšíření dna výkopu, [m]



Obrázek 16: Stanovení odstupové vzdálenosti vsakovacího zařízení od budovy (ČSN 75 9010, 2012)

V posledním kroku návrhu:

- ověříme znečištění srážkových vod (viz kapitola 3.3.4),
- případně navrheme předčištění (viz kapitola 3.3.5),
- a zvolíme vhodný způsob vsakování.

Tabulka 10: Doporučené způsoby vsakování srážkových vod z komunikací a parkovacích ploch s ohledem na jejich znečištění (TNV 75 9011, 2013)

Typ plochy	Způsob vsakování						
	Povrchové vsakování					Podzemní vsakování	
	Přes zatravněnou humusovou vrstvu			Přes nesouvisle zatravněnou humus. vrstvu	Bez zatravněné humusové vrstvy		
	Plošné Ared/Avsak ≤ 5	Decentrální Ared/Avsak ≤ 15	Centrální Ared/Avsak > 15	Plošné	Plošné	Liniové a plošné	Bodové
Široké plochy a zatrav. příkopy	Průlehy a průlehy-rýhy	Systém průlehu, vsakovací nádrže	Zatravněovací tvárnice	Propustné zpevněné povrchy	Štěrka, Příkopy, potrubí, rýhy, prostory vyplněné štěrkem/bloky	Vsakovací šachty	
komunikace pro chodce a cyklisty	++	++	+	+	+	+	-
málo frekventované parkoviště os. aut	++	++	+	+	+	-	-
málo frekventované pozemní komunikace (příjezdy k domům)	++	++	+	+	+	-	-
středně frekventované komunikace	++	++	+	--	--	--	--
vysoce frekventované pozemní komunikace	++	+	+	--	--	--	--
++ přípustné + zpravidla přípustné, popřípadě vhodné předčištění - problematické, nutné předčištění -- nepřípustné, nevhodné způsoby uvedené v této tabulce; vody z těchto ploch mohou být ve výjimečných případech vsakovány po splnění požadavků článku 5.1.2.4. z TNV 75 9011							



Vsakovací objekty dělíme na povrchové a podzemní. Z hlediska znečištění povrchového odtoku z vozovek se jako nejvhodnější jeví povrchové vsakování. Podzemní vsakování je pro pozemní komunikace bez předčištění srážkových vod problematické či zcela nepřípustné (viz Tabulka 10).

Povrchové vsakování

Obecně pro povrchové vsakování platí, že horní zatravněná humusová vrstva slouží k zachycení či odstranění znečištění ze srážkové vody.

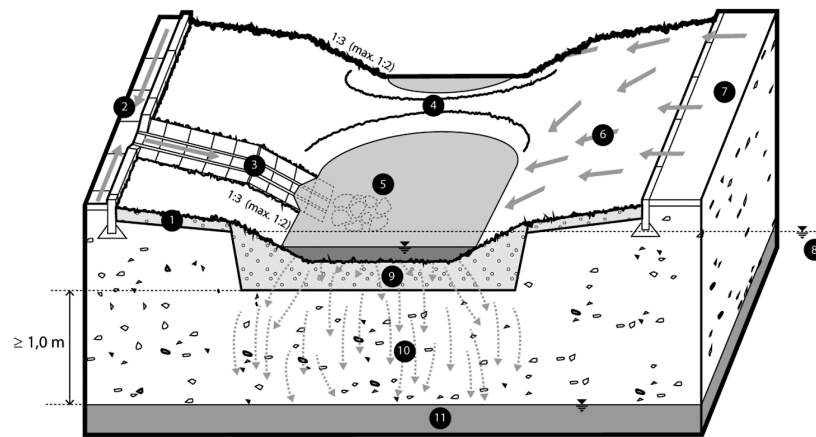
V ideálním případě se voda do objektu přivádí rovnoměrně po celé délce, tím se snižuje riziko kolmatace a eroze půdní vrstvy. V případě bodového zaústění se doporučuje zvážit předčištění srážkových vod a opevnit místo zaústění.

- plošné vsakování,

Jedná se o plochy se zatravněnou humusovou plochou s maximálním sklonem 1:20. Srážková voda z komunikace je rovnou odváděna na plochu určenou k vsakování, voda musí být přiváděna rovnoměrně. Poměr mezi redukovanou a vsakovací plochou je přibližně $A_{red}/A_{vsak} \leq 5$. Plošné vsakování je náročné na plochu a dobré vsakovací podmínky, častěji využívané jsou z tohoto důvodu níže uvedené opatření povrchového vsakování.

- vsakovací průleh,

Jedná se o mělké zařízení (prohlubeň) se zatravněnou humusovou vrstvou, kde dochází ke krátkodobé retenci. Hloubka zadržené vody by neměla přesáhnout 0,3 m, jinak by mohlo dojít k úhynu vegetace a snížení funkce vsakování. Svahy se ideálně navrhují ve sklonu 1:3 z důvodu stability a bezpečnosti, maximálně mohou mít sklon 1:2. Liniové průlehy je vhodné rozdělit na více celků zemními hrázkami, aby nebyla narušena jeho stabilita. Poměr mezi redukovanou a vsakovací plochou je přibližně $5 < A_{red}/A_{vsak} \leq 15$. (TNV 75 9011, 2013)

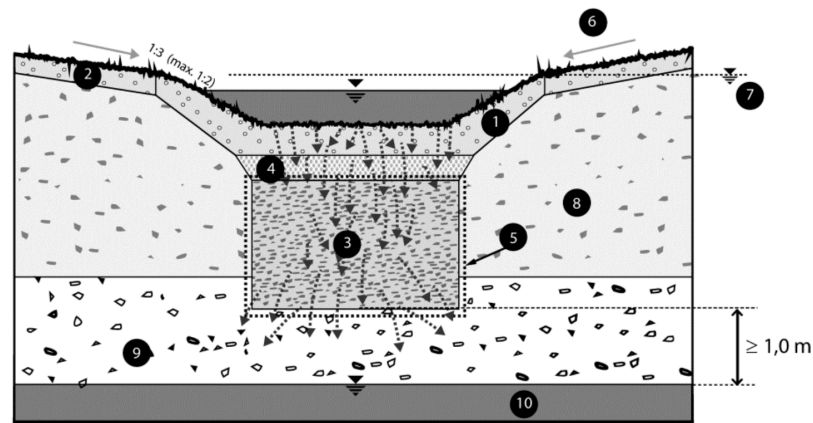


- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | ohumusování, osetí; tl. = 0,1 m | 7 | komunikace se zapuštěným obrubníkem |
| 2 | komunikace s obrubníkem | 8 | max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 3 | soustředěný přítok zpevněným žlábkem | 9 | zatravněná humusová vrstva průlehu;
tl. > 0,3 m, $K > 1 \cdot 10^{-5}$ m/s |
| 4 | zemní hrázka mezi průlehy | 10 | propustné půdní a horninové prostředí |
| 5 | kamenný zához, \varnothing 100-400 mm | 11 | max. hladina podzemní vody |
| 6 | plošný přítok po zatravněném terénu | | |

Obrázek 17: Vsakovací průleh s povrchoým přívodem vody (TNV 75 9011, 2013)

- vsakovací průleh – rýha,

Toto zařízení je složeno se šterkem či prefabrikovanými bloky vyplněné rýhy, která se nachází pod průlehem se zatravněnou humusovou vrstvou. Výhody opatření průleh – rýha je větší retenční objem a vsakování do nižších propustnějších vrstev, můžeme ho tedy navrhovat i v méně propustném prostředí ($K < 5 \cdot 10^{-6}$ m/s). Při použití šterkového materiálu je nutné ho před uložením propláchnout od jemných částic. Ideální zrnitost šterku je 16/32 mm. Pro přívod vody a liniové stavby platí stejná pravidla jako u samostatného průlehu. (TNV 75 9011, 2013)



- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | zatravněná humusová vrstva průlehu;
tl. > 0,3 m, $K > 1 \cdot 10^{-5}$ m/s | 5 | geotextilie |
| 2 | ohumusování, osetí; tl. = 0,1 m | 6 | plošný povrchový přítok |
| 3 | retenční vsakovací rýha
(šterk 16/32 mm / prefabrikované bloky) | 7 | max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 4 | písčito-hlinitá vrstva
tl. > 0,1 m, $K > 1 \cdot 10^{-4}$ m/s | 8 | nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| | | 9 | propustné půdní a horninové prostředí |
| | | 10 | max. hladina podzemní vody |
- Obrázek 18: Vsakovací průleh – rýha s povrchovým přívodem vody (TNV 75 9011, 2013)

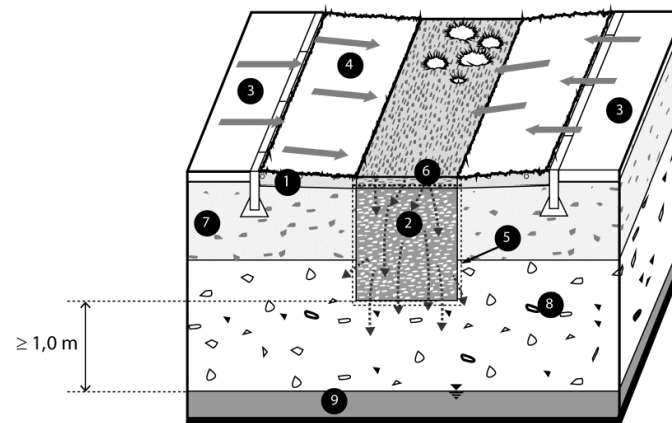
- vsakovací nádrž,

Oproti ostatním povrchovým objektům má výraznou retenční funkci. Hloubka nadržení se pohybuje mezi 0,3 m až 2,0 m.

Podzemní vsakování

- vsakovací rýha,

Jedná se hloubený liniový objekt, který je vyplněn šterkovým materiálem (doporučená frakce 16/32 mm). Objekt slouží k retenci a vsakování do propustnějších vrstev. Přívod vody může být zajištěn po povrchu (ideálně přes zatravněný pás) nebo pod povrchem, v tomto případě je nutné na vtoku umístit kalovou jímku a revizní šachtu. Případně na opačném konci drenáže je možné umístit proplachovací šachtu.



- | | | | |
|---|--|---|--|
| 1 | ohumusování, osetí; tl. = 0,1 m | 6 | předčištění (jemnozrný štěrk + geotextilie) |
| 2 | retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32 mm) | 7 | nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| 3 | komunikace/zpevněná plocha | 8 | propustné půdní a horninové prostředí |
| 4 | plošný přítok přes vegetační pás (šířka veg. pásu > 1,5 m) | 9 | max. hladina podzemní vody |
| 5 | geotextilie | | |

Obrázek 19: Vsakovací průleh – rýha s površovým přívodem vody (TNV 75 9011, 2013)

- podzemní prostory vyplněné štěrkem nebo retenčně vsakovacími boxy,

Jedná se o podzemní prostory vyplněné štěrkem či prefabrikovanými boxy, kam se voda přivádí přes vstupní šachtu či otvor. Tyto objekty je nutné opatřit zařízením pro odvětrání, aby vzduch vytlačovaný vodou mohl unikat.

- vsakovací šachta.

Jedná se o bodové podzemní vsakovací zařízení, je důležité dbát zvýšené pozornosti na znečištění srážkových vod a ochranu podzemní vody. (TNV 75 9011, 2013)

3.4.4 Dimenzování vsakovacího objektu

Nejprve je potřeba stanovit velikost povrchového odtoku, který bude zaústěn do vsakovacího objektu. Zde je uveden postup pomocí racionální metody (R.3). Pro výpočet povrchového odtoku je potřeba stanovit redukovanou velikost odvodňované plochy dle vztahu R.4.

$$Q_{max} = q \cdot A_i \cdot \Psi_i ; [l/s] \quad (R.3)$$

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \Psi_i ; [ha] \quad (R.4)$$

Kde je

q vydatnost deště uvažované periodicity; [l/s/ha]



- A_i určitý druh odvodňované plochy; [ha]
 Ψ_i součinitel odtoku pro určitý druh odvodňované plochy (viz Tabulka 6); [-]
 n počet druhů odvodňovaných ploch

Vydatnost q je určena na základě periodicity návrhového deště a umístění zájmové lokality – z normy ČSN 75 9010, Truplových tabulek nebo přesnějších místně platných hydrogeologických údajů. Pokud uvažujeme s hodnotami z normy ČSN 75 9010 provede se výpočet pro všechny návrhového deště (5 min až 72 h). Četnost byla stanovena dle normy ČSN EN 752 (75 6110) viz Tabulka 11, vždy se snažíme držet na straně bezpečnosti.

Tabulka 11: Doporučené návrhové četnosti při použití jednoduchých výpočetních metod (ČSN EN 752, 2008)

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

Základem při dimenzování vsakovacích zařízení je určení retenčního objemu V_{vz} a doby prázdnění T_{pr} . Při návrhu systému řetězených opatření HDV a u odvodňových ploch větších než 3 ha se retenční objem stanoví pomocí dlouhodobé simulace srážkoodtokových poměrů. Pro odvodňované plochy do 3 ha se retenční objem stanoví pomocí výpočtů.

Nejprve si určíme dle (R.5) vsakovaný odtok Q_{vsak} , který je závislý na vsakovací ploše A_{vsak} a vsakovacím koeficientu k_v . Vsakovací plochu podzemního prostoru s propustnými stěnami vypočítáme na základě rovnice (R.6).

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak}; [m^3/s] \quad (R.5)$$

$$A_{vsak} = L \cdot b' = L \cdot \left(\frac{h_{vz}}{2} + b\right) \quad (R.6)$$

Kde je

- f součinitel bezpečnosti vsaku ($f > 2$); [-]
 k_v koeficient vsaku, určen na základě hydrogeologického průzkumu; [m/s]



- L délka podzemního prostoru; [m]
b šířka podzemního prostoru; [m]
b' šířka vsakovací plochy podzemního prostoru; [m]
h_{vz} výška propustných stěn; [m]

Dále je potřeba určit (R.7) retenční objem V_{vz} vsakovacího zařízení, který je potřeba z důvodu zpravidla nižší rychlosti vsakování než přítoku srážkové vody do objektu.

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60; [m^3] \quad (R.7)$$

Kde je

- h_d návrhový úhrn srážek dle TNV 75 9010 přílohy A; [mm]
A_{vz} plocha hladiny povrchového vsakovacího zařízení; [m²]
t_c doba trvání srážky určité periodicity dle TNV 75 9010 přílohy A; [min]

Nakonec je potřeba vypočítat dobu prázdnění T_{pr} (R.8) vsakovacího zařízení, která by neměla překročit 72 h. Pokud doba prázdnění bude delší je nutné navrhnout větší retenční objem.

$$T_{pr} = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}} \quad (R.8)$$

Kde je

- V_{vz} maximální vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení; [m³]

3.4.5 Další možnosti využití HDV

3.4.5.1 Vegetační střechy

Jedná se o vícevrstvé systémy, které zahrnují konstrukci střechy, filtrační a vegetační vrstvu. Hlavními přínosy vegetačních neboli zelených střech je snížení povrchového odtoku, zlepšení mikroklima (vyšší výpar, snížení prašnosti), estetická funkce či ochlazování budovy v letních měsících a zlepšení izolační funkce v zimě.



3.4.5.2 Akumulace a zpětné využití srážkových vod

Pro akumulace je nejvhodnější využití povrchového odtoku ze střech. Akumulovaná voda se může využívat v domácnostech (např. pro splachování WC či praní prádla) a přilehlých pozemcích (závlaha). Hlavní výhodou je úspora pitné vody.

3.4.5.3 Retence s regulovaným odtokem

Pokud není možná akumulace či vsakování, volíme právě návrh retence s regulovaným odtokem. Přednostně se volí regulované odvádění do povrchových vod, v nejméně příznivé variantě je nutné vypouštění srážkových vod do jednotné kanalizace. V těchto případech musí být dodržena maximální hodnota specifického odtoku 3 l/s. ha. Minimální hodnota odtoku je 0,5 l/s, nižší hodnoty jsou špatně regulovatelné.

Každý takový retenční objekt musí mít regulátor odtoku a bezpečnostní přeliv.

- Regulátor odtoku nám řídí odtok, tak aby bylo vypouštěno přípustné množství vody.
- Bezpečnostní přeliv slouží k převedení většího množství vody, než na které je objekt dimenzován.

Mezi objekty retence patří poldry (suché retenční nádrže), podzemní dešťové nádrže a umělé mokřady. (TNV 75 9011, 2013)

3.4.6 Městská zeleň

Po dokončení (výsadbě, instalaci) prvků zelené infrastruktury hodnota a efektivnost služeb s postupujícím časem dále stoupá, patří mezi jedny z mála.

Zeleň ve městech má mnoho benefitů, to si uvědomuje snad každý, jedná se o tzv. ekosystémové služby, které můžeme dělit do 4 hlavních kategorií:

- **podpůrné služby** (prostor pro faunu a floru)
 - tvorba půdy,
 - koloběh živin,
 - tvoří biokoridory.
- **regulační služby** (regulace přírodních procesů),
 - mikroklimatická funkce (zastínění, ochlazování, vypařování – zvlhčování),
 - odtok a retence vody,
 - vázání CO₂ a produkce O₂,



- snižování prašnosti,
- snižování hladiny hluku,
- snižování rychlosti větru,
- redukce znečištění,
- stabilizace půdy (snižování eroze).
- **kulturní služby** (nemateriální užitek),
 - funkce estetická,
 - funkce rekreační,
 - habitat pro organismy,
 - pozitivní vliv na psychiku,
 - vzdělávací funkce,
 - ekonomická funkce (zvyšování hodnoty nemovitosti)
 - kulturně – historická funkce.
- **produkční služby** (získané produkty),
 - tvorba biomasy.
 - plodiny.

Ekosystémové služby ve městech plní především vzrostlé stromy, důležitá je taky jeho celková vitalita. Je tedy důležitá i péče a pravidelná údržba, abychom získali pozitiva je potřeba strom udržet 20 – 50 let. Plnění očekávaných funkcí je závislé na:

- objemu koruny,
- rychlosti růstu,
- a stálosti dřeviny na stanovišti (udržitelnost a odolnost).

Nikdy nebyla zeleni ve městech dávana tak vysoká priorita jako dnes. V minulosti jsme se zaměřovali na trochu jiné služby (především estetické a kulturně – sociální) a od toho se odvíjela i druhová skladba.

V současnosti nám jde především o regulační ekosystémové služby, které nám pomáhají plnit adaptační cíle (zmírnění dopadu změny klimatu).

Poslední dobou pocítujeme narůstající teploty ve městech (hlavně uličních prostorech), to souvisí se vznikajícími tzv. teplotními ostrovy. Např. vzrostlý strom (průměr koruny 10 m) je schopen vytvořit chlazení o celkovém výkonu 22,4 W. To se rovná výkonu 4 klimatizačních jednotek. To se rovná o snížení teploty ve volném



prostranství v okolí stromy v průměru o 3,5 až 5,5 °C. V zimě je vegetace schopna snížit ztráty budov o 20% až 50%.

Některé ekosystémové služby dokážeme i peněžně vyčíslit. Nejlépe jdou vyčíslit regulační služby, u kterých je dobře počitatelná jejich přínos. Ale třeba i přínos na zdraví lidí jde určit nepřímými metodami z úspor na zdravotním pojištění, počtech nemocných v místech, kde je více zeleně a kde ne.

Na druhé straně existují i rizika, které mohou vznikat při umístování městské zeleně, zejména pak stromů:

- nebezpečí vyvrácení či ulomení stromů a větví,
- poškození okolního VTV a staveb kořeny,
- alergenů – především na jaře produkce pylu,
- nepořádek – na jaře pyl, na podzim opad listí,
- možné poškození laku aut pod stromy.

Tyto rizika je možné vhodným návrhem taxonu, kvalitním provedením a způsobem výsadby a následné péče snížit či úplně eliminovat. (Hora, 2020)



4 PRAKTICKÁ ČÁST

Cílem praktické části je variantní návrh opatření pro zlepšení stavu vytipovaných uličních prostor se zaměřením na podporu HDV. Snahou je maximální využití srážkových vod v místě spadu, tak aby nedocházelo při běžné srážkové události k zatopení uličního prostoru a zároveň přetoku do dalších ulic.

Postup se skládá z těchto dílčích cílů:

- výběr zájmového území vesnického charakteru,
- vytipování problematických uličních prostor,
- soubor a zpracování podkladů,
- zhodnocení stávajícího stavu,
- analýza příčiny problému,
- variantní návrh vhodného řešení uličního prostoru se zapojením HDV.

4.1 METODIKA

Ve vybrané lokalitě bylo na základě terénního průzkumu a dostupných podkladů vytipovány uliční prostory, ve kterých byly opakovaně zaznamenány problémy se srážkovou vodou. Při volbě problémových uličních prostor se dbalo na tyto nedostatky:

- zatopení uličního prostoru a tvorbu výrazných kaluží,
- soustředění povrchového odtoku a přetoku do dalších ulic,
- způsob odvádění srážkové vody, kdy jako nevhodné je chápáno přímé odvodnění do stokového systému,
- překážky zamezující odtok do zelených ploch.

Pro takto zvolené uliční prostory byl proveden rozbor stávajícího stavu a analyzována možná příčina vzniku problémů. Rozbor stávajícího stavu byl zaměřen na:

- funkční skupinu komunikace,
- šířkové uspořádání uličního prostoru,
- typ povrchu (součinitel odtoku),
- vedení technického vybavení,
- vsakovací podmínky,
- znečištění povrchového odtoku,
- řešení odvodnění uličního prostoru,
- určení hranic povodí a uzávěrových profilů,



- určení velikosti povrchového odtoku.

Na základě rozboru a analýzy stávajícího stavu byly variantně navrženy opatření pro zlepšení stavu se zapojením prvků HDV.

4.1.1 Povrchový odtok srážkových vod

Nejprve byly vymezeny hranice povodí a určeny jejich uzávěrové profily (viz příloha P1).

Velikost odvodňovaných ploch v povodích byla stanovena na základě aktuálních leteckých snímků a terénního průzkumu. Tyto plochy byly dále rozděleny dle stávajícího typu povrchu a byl jim přiřazen součinitel odtoku, aby mohly být vypočteny redukované plochy (rovnice R.4). Součinitel povrchového odtoku byl stanoven dle ČSN 75 9010 dle typu a sklonu povrchu (viz Tabulka 6). Plochy jsou dle typu rozděleny na (viz příloha P2):

- vozovky (S.x),
- chodníky (CH.x),
- vjezdy (V.x),
- zelené plochy (Z.x),
- a ostatní (O.x)– mezi ostatní patří původně zelené pásy zhutněné četným parkováním automobilů, zastávky tvořené betonovými panely a střechy odvodněné do uličního prostoru.

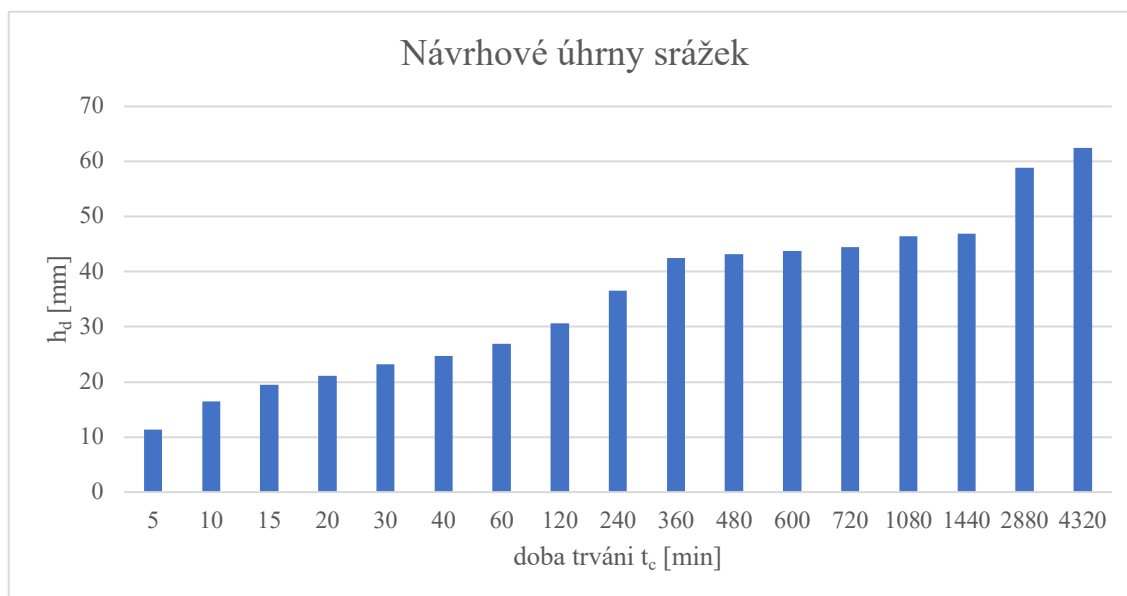
Na takto připravených plochách byl pomocí racionální metody (kapitola 3.4.4) stanoven povrchový odtok. Při výpočtu povrchového odtoku byly zanedbány ztráty výparem a počáteční ztráty. Dále bylo předpokládáno, že ze zatravněných ploch je povrchový odtok nulový z důvodu malého sklonu).

Výpočet povrchového odtoku byl proveden pro návrhové deště z normy ČSN 75 9010 uvedených v tabulkách A.1 a A.2 s dobou trvání 5 min až 72 h (viz tabulka níže). Pro výpočet byly uvažovány intenzity pro stanici č. 12 Praha Hostivař.

Četnost deště byla stanovena na základě normy ČSN EN 752 (viz Tabulka 11). Z té vyplývá, že pro danou zájmovou oblast je doporučena návrhová četnost pětiletý dešť, $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ (1x za 5 let).

Tabulka 12: Návrhové úhrny srážek pro stanice Praha – Hostivař s dobou trvání 5 min až 72 h a periodicitou $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ (ČSN 75 9010, 2012)

t_c [min]	5	10	15	20	30	40	60	120	240
h_d [mm]	11,3	16,5	19,5	21,1	23,2	24,7	26,9	30,6	36,6
t_c [min]	360	480	600	720	1080	1440	2880	4320	
h_d [mm]	42,5	43,2	43,8	44,5	46,4	46,9	58,9	62,5	

Obrázek 20: Návrhové úhrny srážek pro stanici Praha – Hostivař, $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$

Jednotlivé odvodňované plochy s určením velikostí, typu povrchu, přiřazením součinitele odtoku a výpočtem redukovaných ploch je uveden v příloze P4 (na konci diplomové práce)

Pro zjednodušení byla jednotlivá povodí rozdělena na úseky mezi křižovatkami a byla určena bilance povrchového odtoku. V bilanci bylo započítáno:

- povrchový odtok generovaný v daném úseku,
- nátoky a odtoky z/do vedlejších ulic,
- množství vsakované a retenované vody v povodí.

Nátoky a odtoky v jednotlivých křižovatkách byly určeny procentuálně na základě terénních průřezů, které byly realizovány během srážkových události (viz příloha P2).

Množství vsakované vody je vypočteno dle rovnice R.5. Kde bylo uvažováno s těmito vstupními hodnotami:

- součinitel bezpečnosti vsaku $f = 2$,
- koeficient vsaku k_v [m/s] je určen na základě hydrogeologické rešerše zájmové oblasti,



- plocha vsaku A_{vsak} [m²] byla pro
 - stávající stav určena procentuálně ze zelených ploch,
 - varianty 1 a 2 byla vypočtena z navrhovaných retenčně vsakovacích objektů.

V rámci stávajícího stavu je předpokládáno, že 10 % zelených ploch v zájmovém uličním prostoru je schopno vsakovat vodu. Dále se předpokládá, že tyto zelené zatravněné plochy jsou schopny retenovat cca 0,5 cm vody (v prohlubních a nerovnostech).

Výstupem vodní bilance je určení velikosti odtoku z jednotlivých povodí.

4.1.2 Určení vsakovací plochy a objemu retenčně vsakovacích objektů

Pro určení množství vsakované a retenované vody je potřeba určit vsakovací plochu a objem retenčně vsakovacích objektů.

4.1.2.1 Průleh

U průlehu bylo navrženo dno rovnoběžně s terénem. Z toho důvodu dochází k nerovnoměrnému plnění, které je způsobeno sklonem terénu. V níže položené části průlehu předpokládáme maximální naplnění (hloubka vody je rovna hloubce průlehu) na opačné straně byla hloubka vypočtena dle R.9:

$$h_2 = h_1 - (L_{dno} \cdot i_{terén}) \quad (R.9)$$

Kde je

h_2	hloubka vody ve výše položeném konci průlehu; [m]
h_1	hloubka průlehu; [m]
L_{dno}	délka průlehu ve dně; [m]
$i_{terén}$	sklon terénu; [-]

U některých delších průlehů hladina vody při maximálním naplnění nedosáhne ani opačné strany průlehu ($h_2 = 0$).

Pro výpočtu objemu bylo uvažováno s průměrem hloubek h_1 a h_2 .

4.1.2.2 Rýha

Vsakovací plocha rýhy je vypočten dle rovnice R.6.



Retenovaný objem se rovná 33 % celkového objemu rýhy, z důvodu zrnitosti výplňového materiálu (vodou jsou vyplněny pouze mezery mezi šterkem).

4.1.3 Orientační určení investičních nákladů

Investiční náklady byly orientačně stanoveny pro variantu 1 a 2 dle dokumentu „průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí“ od Ministerstva pro místní rozvoj z roku 2019.

Pro průleh byla zvolena cena 521 Kč/m³ bez DPH dle kapitoly 1.7 Odstranění povrchů ručně. Jedná se o sejmutí ornice o tl. do 150 mm s přemístěním do 50 m.

Investiční náklady pro rýhu se skládají z ceny za výkop liniové stavby (dle kapitoly 1.11) a zasypaní rýhy jinými materiály (dle kapitoly 1.19):

- cena pažená rýha do 100 m³ (třída těžitelnosti 3) je 517 Kč/m³ bez DPH,
- cena zasypaní pažené rýhy betonovým recyklátem je 390 Kč/m³ bez DPH.

4.2 VYBRANÁ OBLAST

Pro praktickou část bylo zvoleno povodí Praha – Klánovice, z důvodu dostupnosti potřebných podkladů, potřeby řešení stávajících problémů se srážkovými vodami a výjimečnosti dané lokality. Ta má oproti ostatním pražským městským částem vysoký podíl zeleně, především stromů. I z tohoto důvodu je kladen důraz na maximální využití srážkové vody pro podporu zeleně.

4.2.1 Základní popis zájmové lokality

MČ Praha Klánovice se nachází ve východním okraji hl. m. Prahy. Pro řešení území je charakteristický vzhled zahradního města s převládající zástavbou RD. Území disponuje vysokým podílem nezpevněných ploch, jedná se o rozlehlé zahrady a městskou zelen s vysokým zastoupením stromů. Zastavěnou část Klánovic obklopuje z větší části lesní plocha, pouze ze severní části se přímo napojuje zástavba k.ú. Šestajovic.

Kvůli ochraně uliční zeleně, zejména pak velkému množství stromů je na celém území obce zakázáno využívání CHRL pro posyp komunikací v zimních měsících. Zákaz platí pro všechny plochy (vozovka, chodníky).

Území je mírně sklonité, v severní části směrem k zatrubněnému Šestajovickému potoku a v jižní části k Blatovskému potoku. Nenachází se zde ochranná pásma vodních zdrojů, ani případné pásmo ochrany přírodních léčivých zdrojů nebo zdrojů minerálních vod. (Hydroekologický informační systém VÚV TGM, 2002-2020)



Obrázek 21: Poloha MČ Praha – Klánovice (Praha - Klánovice na mapě, 2016)

4.2.2 Hydrogeologické poměry

Lokalita spadá dle Quitta do teplé, mírně suché klimatické oblasti T2, pro kterou je průměrná roční teplota 8-9 °C a průměrný roční úhrn činí 500–600 mm. (eKatalog BPEJ, 2019)

Dle „Hydrogeologické studie pro posouzení infiltračních poměrů, Praha – Klánovice“ od RNDr. Davida Štorka se jedná o území podmínečně vhodné pro koncentrované zasakování srážkových vod.

Z hlediska propustnosti je geologické prostředí poměrně příznivé a koeficient vsaku k_v se pohybuje na spodní hranici řádu 10^{-5} m/s. Pro výpočty je uvažován koeficient vsaku $k_v = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Komplikujícím faktorem je pro danou oblast poměrně mělká hladina podzemní vody. Na většině území katastru se maximální hladina podzemní vody nachází v hloubkovém rozmezí 0–3 m pod terénem.



4.3 Vytípané uliční prostory

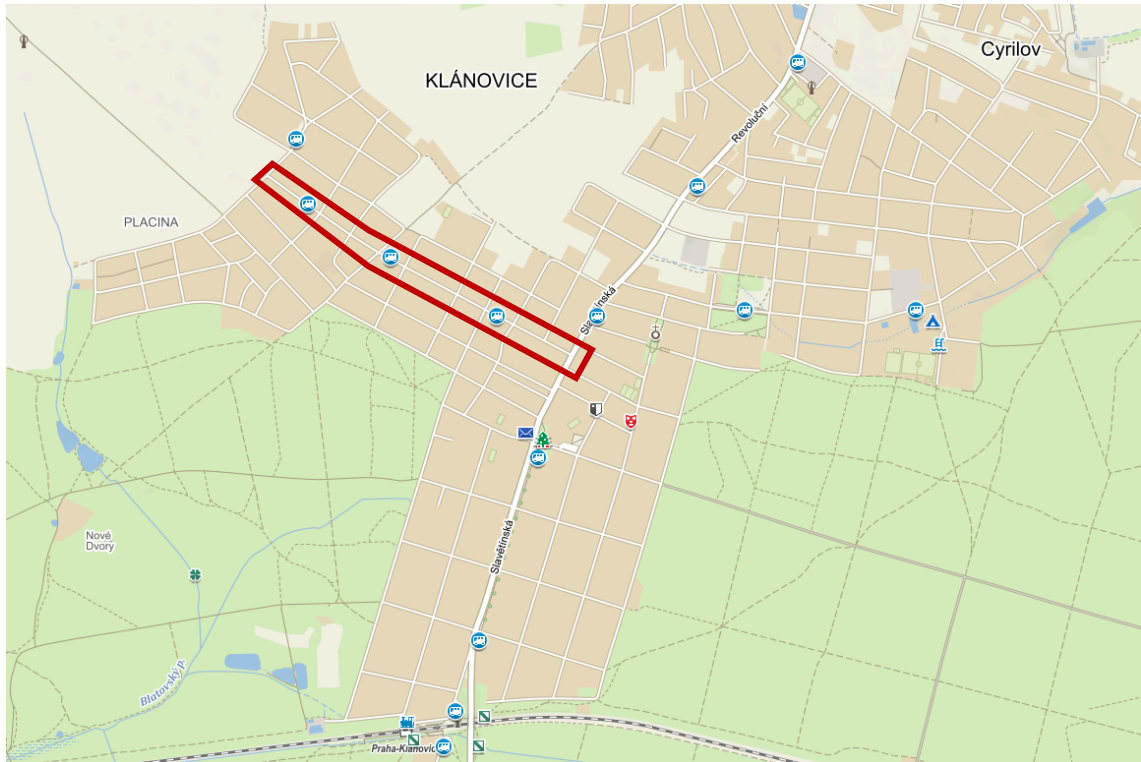
Vytípané uliční prostory se nachází v ul. K Rukavičkárně, která je jednou z významných místních komunikací. Vytípaný problematický úsek je vymezen křižovatkami s ul. Slavětínská a Výravská.

Na základě terénních průzkumů, vrstevnic a zaměření byly určeny hranice povodí problémového úseku v ul. K Rukavičkárně. Zájmový úsek byl rozdělen na 4 povodí (P1 až P4) a byly určeny jejich uzávěrové profily (podrobněji viz příloha):

- P1 – úsek mezi ulicemi Výravská a Malšovická, uzávěrový profil v ul. Malšovická před č.p. 1097,
- P2 – úsek mezi ul. Malšovická a Slavětínská (jižní část), uzávěrový profil v ul. Slavětínská (nátok do dešťové kanalizace),
- P3 – úsek mezi ul. Malšovická a Sendražická (severní část), uzávěrový profil v ul. K Rukavičkárně před č. p. 500,
- P4 – úsek mezi ul. Karla Křížka a Slavětínská (severní část), uzávěrový profil v ul. Slavětínská (nátok do dešťové kanalizace).

4.3.1 Analýza stávajícího stavu

Ulice K Rukavičkárně o celkové délce 1,1 km se nachází v severozápadní části Klánovic (tzv. Hornopočernicku), vede od západu k východu a spojuje ul. Slavětínská a Slatinská.



Obrázek 22: Vyznačení polohy ul. K Rukavičkárně v MČ Klánovice (Mapy.cz, 2020)

Lze ji kategorizovat jako místní komunikaci funkční skupiny C (obslužné komunikace) s obousměrnou vozovkou, šířka vozovky je cca 5,5 m. Celková šířka uličního prostoru zájmové lokality se pohybuje od 9,6 m po 14,0 m. Ulice spadá do dopravního režimu – zóna 30.

V ulici je situováno několik autobusových zastávek, které jsou obsluhovány autobusovými linkami Pražské hromadné dopravy. Z těchto důvodů je v ulici zvýšená nejen doprava vozidel, ale i pěší provoz.

Jedná se o středně frekventovanou dopravní komunikaci (300 až 15 000 automobilů za 24 h), pro které je znečištění srážkových vod klasifikováno jako střední. Typickými znečišťujícími látkami jsou hrubé nečistoty, jemné částice, těžké kovy, uhlovodíky a chloridy. Pro takto znečištěné srážkové vody je doporučeno povrchové vsakování přes zatravněnou humusovou plochu. Ideální je plošné vsakování a vsakování přes průleh či průleh – rýha (viz Tabulka 10).

Nejnižší nadmořská výška cca 262,80 m n.m. je v křižovatce s ul. Slavětínská, nejvyšší výška cca 271,76 m n.m. se nachází mezi křižovatkami ul. Krňovická a Výravská. Od tohoto bodu ulice dále klesá směrem ke křižovatce s ul. Slatinská (269,64 m n.m.).



V zájmových uličních prostorech se nachází podzemní vedení jednotné kanalizace, vodovodu, plynovodu a kabelových tras distribuční soustavy NN, sdělovacího vedení a veřejného osvětlení.

4.3.1.1 Šířkové uspořádání uličních prostorů

V úseku mezi křižovatkami ul. Slavětínská a Karla Křížka je po obou stranách veden chodník, který je většinou od komunikace oddělen zeleným pásem. Výjimku tvoří zúžený uliční prostor na začátku úseku od křižovatky s ul. Slavětínská, kde v severní části chodník není.

V úseku mezi křižovatkami s ul. Sendražická a Karla Křížka se chodník nachází pouze při jižním okraji, oddělen je zeleným pásem.

Od ul. Malšovická směrem na západ se chodník vyskytuje pouze lokálně. Šířkové uspořádání uličního prostoru je – zelený pás, vozovka a zelený pás.

Dominantou v uličních prostorů je vzrostlá lipová alej.

4.3.1.2 Analýza odvodnění a zapojení HDV a MZI

Částečně je povrchový odtok sveden do dešťové kanalizace v ul. Slavětínská a částečně je odvodnění uličního prostoru řešeno pomocí příčného a podélného sklonu do přilehlých zelených pásů. V celém zájmovém úseku se nachází asfaltové komunikace s nezpevněnou krajnicí navazující na zelené pásy, avšak travnaté drny působí jako bariéra. Z tohoto důvodu dochází při okraji vozovky ke koncentraci povrchového odtoku, který je podélným sklonem odváděn do níže položených částí ulice K Rukavičkárně nebo do vedlejších ulic. Kde v bezodtokových místech tvoří významné problémy v podobě výrazných kaluží.



Obrázek 23: koncentrace povrchového odtoku při okraji vozovky v ul. K Rukavičkárně v úseku mezi křižovatkami ul. Výravská a Všešarská (šipka znázorňuje směr odtoku) (foto autor)

V největší míře k tomuto problému dochází v ul. Malšovická, která je přes ul. K Rukavičkárně zatížena povrchovým odtokem z ul. Výravská a Všešarská (uzávěrový profil povodí P1). V ul. Malšovická před č.p. 1097 dochází k tvorbě kaluže, která při srážkových událostech dosahuje velikosti přes celý uliční prostor. Dále dochází k nátokům na soukromé pozemky parc. č. 639/4 a 691/2



Obrázek 24: obrázek vlevo – zatopený uliční prostor ul. Malšovická (pohled do ul. K Rukavičkárně), obrázek vpravo – zatopený soukromý pozemek parc. č. 639/4 (foto autor)

Dále dochází k tvorbě výrazných kaluží na severním chodníku v ulici K Rukavičkárně před č. p. 500 (uzávěrový profil povodí P3) a v křižovatce s ul. Karla

Křížka. Tento uzávěrový profil je zatížen povrchovým odtokem z ul. K Rukavičkárně a Karla Křížka. Kaluž znemožňuje průchod chodců po chodníku a dochází i k nátoku na soukromý pozemek parc. č. 720/5.



Obrázek 25: obrázek vlevo – zatopený chodník v ul. K Rukavičkárně (pohled směrem ke křižovatce s ul. Karla Křížka), obrázek vpravo – zatopený soukromý pozemek parc. č. 720/5 (foto autor)

Další bariéru tvoří zvýšené obruby podél zelených pásů, které se v ul. K Rukavičkárně nachází pouze lokálně v:

- úseku mezi křižovatkami s ul. Karla Křížka a Malšovická – severní okraj vozovky u pozemku parc. č. 700/2,
- v křižovatce s ul. Karla Křížka – jižní okraj vozovky.



Obrázek 26: zvýšený obrubník v křižovatce s ul. Karla Křížka (foto autor)

4.4 NÁVRHOVÁ OPATŘENÍ

V této kapitole jsou popsána navržená opatření ve vytipovaných uličních prostorech.

Pro všechny varianty bylo oproti stávajícímu stavu uvažováno s odpojením dešťových svodů, které jsou zaústěny do uličního prostoru v povodí P4. Jedná se o střechy budov:

- Slavětínská č.p. 7,
- K Rukavičkárně č.p. 1024.

Dále na základě terénního průzkumu a stavu zeleně byla určena místo se zvýšenou frekvencí parkování – ostatní plochy O.10 (v blízkosti křižovatky s ul. Slavětínská), O.8 a O.11 (úsek mezi křižovatkami ul. Karla Křížka a Sendražická) viz příloha P2. Na těchto plochách byla nově navržena zatravněovací betonová dlažba s možností parkování. Avšak některé místa mezi kmeny stromů nemají dostatečnou délku, aby mohla být oficiálním parkovacím místem. Od osy kmene stromu byl dodržován bezpečnostní odstup 1,50 m, kde je navržen trvalý travní porost.



Obrázek 27:úsek ul. K Rukavičkárně se zvýšenou frekvencí parkování na zelených pásích (jižní chodník, pohled směrem do ul. Slavětínská) (foto autor)



4.4.1 Varianta 1

Ve variantě 1 je navržena série povrchových retenčně vsakovacích objektů. Jedná se o průlehy s jednotnou hloubkou $h = 0,1$ m a sklonem svahů 1:4,5. Hloubka a sklon je navržen s ohledem na bezpečnost chodců.

Průlehy jsou navrženy ve stávajících zelených plochách v maximální možné velikosti (viz příloha). Od osy kmene byl dodržován bezpečnostní odstup 2,0 m, tak aby byl minimálně dotčen kořenový systém stromu.

Navrhované rozměry objektů, jejich vsakovací plocha a objem jsou podrobně rozepsány v příloze P5 na konci diplomové práce.

Předpokládaná cena navrhovaných úprav je cca 50–70 tis. Kč bez DPH. V ceně nejsou zahrnuty náklady na přesun hmot a skládkovné.

4.4.2 Varianta 2

V této variantě jsou pro zvýšení zadržovaného povrchového odtoku k průlehům navrženy retenčně vsakovací podzemní objekty – rýhy (vždy navrženo jako kombinace průlehu – rýha). Rýhy jsou navrženy s jednotnou hloubkou $h = 1$ m a jsou vyplněny štěrkem (frakce 16/32 mm).

Rýhy jsou navrženy v maximální možné velikosti s ohledem na vedení technického vybavení a kořenové systémy stromů (viz příloha). Od vedení technického vybavení je dodržován bezpečnostní odstup 1,0 m. Při ochraně stromů bylo předpokládáno, že velikost kořenového systému se rovná velikosti koruny, které jsou k dispozici z pasportu zeleně, který byl vypracován pro městskou část Klánovice.

Předpokládaná cena navrhovaných úprav je cca 80–100 tis Kč bez DPH. V ceně nejsou zahrnuty náklady na přesun hmot a skládkovné.

4.4.3 Varianta 3

Ve variantě 3 je navrženo umístění akumulčních nádrží.

Polohy a velikost akumulčních nádrží byly navrženy na základě výškového řešení, sklonitosti, polohy inženýrských sítí a možnosti jejich obsluhy.

Akumulční nádrže jsou umístěny v bočních ulicích k ul. K Rukavičkárně, a to především z důvodu nižší frekvence dopravy a zajištění maximální akumulace objemu srážkových vod. Byla zvolena akumulční nádrž o objemu $V = 15,4$ m³ a rozměrech:

- šířka 2,15 m,



- délka 4,15 m,
- celková výška 3,12 m.

Celková hmotnost akumulční nádrže je 12,7 t. Jedná se o tenkostěnný prostorový prvek z betonu s ocelovou výztuží.

Navrženy byly série za sebou řazených nádrží akumulčních nádrží, které jsou umístěny v ulicích (podrobněji viz příloha):

- Malšovická – série 4 nádrží (AN1.1 až AN1.4),
- Sendražická – série 5 nádrží (AN2.1 až AN2.5).

Umístění akumulčních nádrží bylo problematické především z hlediska velkého množství inženýrských sítí. Dalším omezujícím faktorem bylo zajištění bezpečnosti při přeplnění objektů při extrémních srážkových událostech. Při předpokladu, že objem nádrží není dostatečný pro zajištění odpovídající bezpečnosti, je nutno je opatřit bezpečnostním přelivem.

V ulici Sendražická se nabízí možnost zaústění bezpečnostního přelivu do dešťové kanalizace, která se zde pravděpodobně nachází. Pro výstavbu je však nutno ověřit stav a hloubku kanalizace.

V ul. Malšovická tato možnost není a prostor pro umístění dalšího objektu HDV, do kterého by bylo možné bezpečnostní přeliv zaústit v uličním prostoru chybí.



5 ZÁVĚRY

V rámci diplomové práce byla provedena rešerše možností odvodnění uličních prostor místních komunikací na základě, které byly variantně navrženy objekty HDV pro vytipovaný problémový úsek v ul. K Rukavičkárně. Tato ulice byla vybrána z důvodu významnosti (v rámci MČ Klánovice), rozmanitosti uličních prostor z hlediska šířkového uspořádání, problémům s odvodněním a v neposlední řadě plánované rekonstrukci, která by však neměla poškodit vzrostlou lipovou alej.

Na základě terénního průzkumu bylo stanoveno hned několik problémových uličních prostor. V povodí P1 dochází v úseku mezi křižovatkami ul. Výravská a Všestarská ke koncentraci povrchového odtoku při okraji vozovky, i když se zde nachází nezpevněná krajnice navazující na zelený pás. Povrchový odtok z tohoto povodí odtéká do ul. Malšovická, kde tvoří kaluže přes celý uliční prostor. K problému s koncentrací při okraji zeleného pásu dochází v celém zájmovém úseku.

Dalším problémovým uličním prostorem je úsek mezi křižovatkami s ul. Karla Křížka a Sendražická. V křižovatce s ul. Karla Křížka vznikají velké kaluže, které přetékají na i severní chodník, který se poté stává neprůchodným a chodci jsou nuceni pohybovat se ve vozovce.

Jako poslední by měl být zmíněn zúžený uliční prostor na začátku směrem od ul. Slavětínská. Z důvodu častého parkování automobilů je na jižní straně místo zeleného pásu jen zhutněný pás zeminy se vzrostlými stromy. Zhutnění jednak brání vsakování vody, ale neprospívá ani stromům (nemůže zde růst kořeny). Ani na severní straně se nenachází prostor pro vsakování srážkové vody, ba naopak jsou zde zaústěny dešťové svody ze střech sousedních budov. Srážkové vody z tohoto uličního prostoru jsou odváděny do dešťové kanalizace v ul. Slavětínská.

V první části diplomové práce je popsána adaptace na změnu klimatu, která nás stále více ovlivňuje a je potřeba se jí začít přizpůsobovat. Dále je rozvinuta problematika vztahující se k místním komunikacím, především jejich návrhem ve vztahu k odvodnění uličních prostor v souladu s principy MZI a HDV.

Další část obsahuje rozbor odvodnění uličního prostoru od popisu srážek, přes tvorbu povrchového odtoku, jeho znečištění a předčištění až k popisu konvenčního způsobu odvádění srážkových vod, který není do budoucna udržitelný. Poslední část literární rešerše se zabývá MZI s popisem možných návrhů prvků HDV v uličním



prostoru. Zejména se zaměřuje na objekty pro vsakování srážkové vody. Součástí této části je kapitola městská zeleň, která popisuje především přínosy, ale i nevýhody stromů v uličním prostoru.

Z rešeršní části vyplývá, že umístování prvků hospodaření se srážkovou vodou a zeleně není snadné. Především umístování stromů může být problematické, z hlediska nepředvídatelného rozrůstání kořenových systémů, které mohou způsobit škody na okolním vedení či povrchu komunikací.

K rešerši byly použity příslušné legislativní podklady, dopravní a vodohospodářské normy a technické podmínky (vše v platném znění).

V praktické části byla udělána analýza a rozbor stávajícího stavu vytipovaných uličních prostor a navrženy 3 varianty řešení srážkových vod z místní komunikace ul. K Rukavičkárně v MČ Praha – Klánovice. Tyto varianty byly posouzeny na základě vodní bilance v určených povodích.

Ve stávajícím stavu je část zájmové oblasti odvodňováno příčnými a podélnými sklony do přilehlých zelených pásů a část je odvodněna do dešťové kanalizace v ul. Slavětínská. Potenciál zelených zatravněných pásů není z důvodu zanedbání údržby využíván, travní drny působí spíše jako bariéra a povrchový odtok se soustřeďuje při krajnici, jak bylo dokázáno při terénním průzkumu dne 14. 10. 2020 (během srážkové události).

Ve variantě 1 bylo navrženo umístění série průlehů, ve variantě 2 byly k průlehům navrženy rýhy (kombinovaný objekt průleh – rýha). Tyto objekty HDV byly umístovány ve stávajících zelených plochách s ohledem na stromy a vedení technického vybavení. Od stromů byla dodržována bezpečnostní vzdálenost 2,0 m, tak aby byl chráněn kořenový systém před obnažením, které by mohlo způsobit poškození stromu. Od vedení technického vybavení byla dodržována vzdálenost 1,0 m. V Obou variantách je potřeba upravit krajnice zeleného pásu, tak aby byl umožněn nátok vody do objektů.

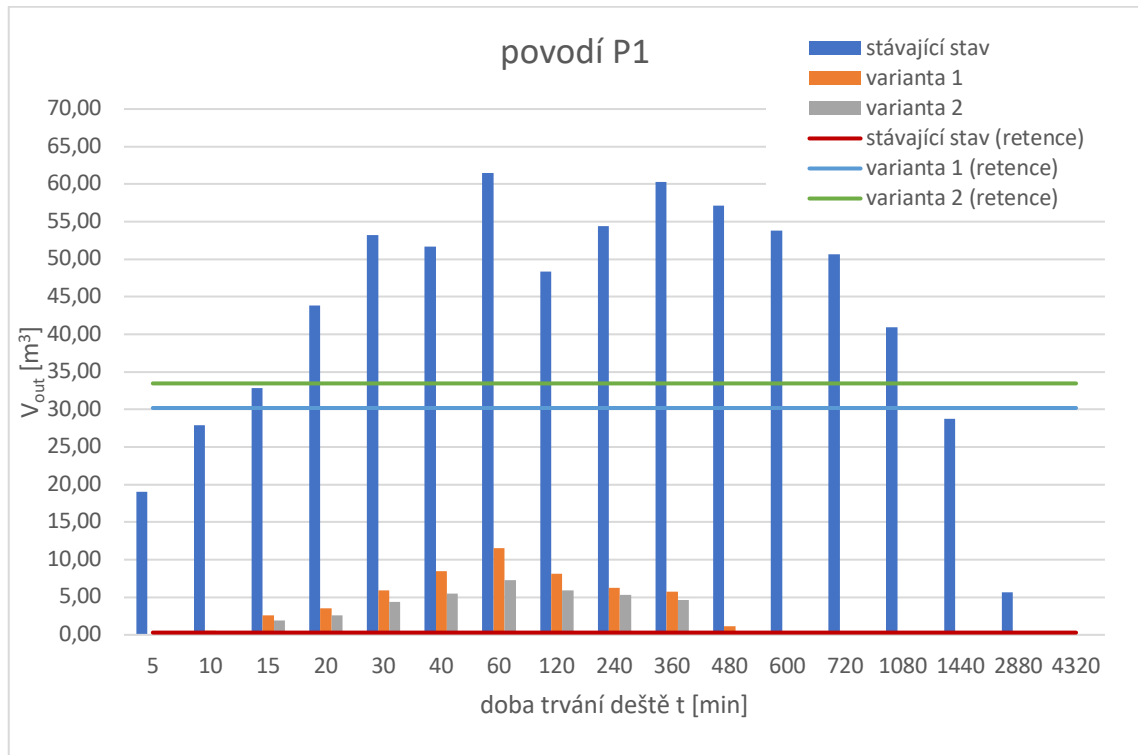
Bilance povrchového odtoku a návrh objektu HDV byly stanoveny na základě hydrogeologického průzkumu. Pro zájmovou lokalitu se koeficientem vsaku pohybuje okolo hodnoty $k_v = 1 \cdot 10^{-5}$ m/s. Určení maximální hladiny podzemní vody je pro danou lokalitu komplikované, z důvodu nepřesných podkladů. Při měření hladin podzemní vody v domovních studních byly zjištěny velké rozdíly v hloubkách u blízkých studní.

Níže jsou uvedeny 4 grafy, každý pro jedno povodí (P1 až P4). V nichž jsou uvedeny objemy [m³] srážkové vody, které během návrhových dešťů dotečou

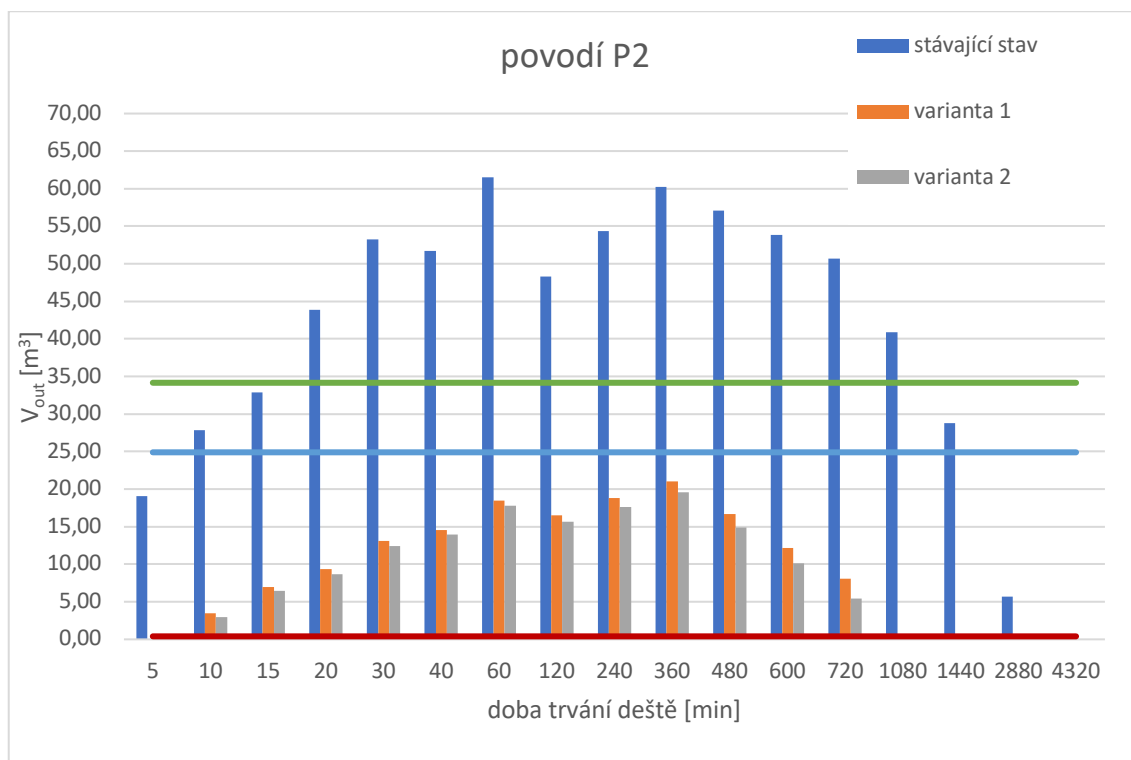
do uzávěrového profilu. Jedná se o návrhové deště pro stanici Praha – Hostivař s periodicitou $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ a dobou trvání od 5 min do 72 h (4 320 min).

Jedná se o objem povrchového odtoku v jednotlivých povodích ve stávajícím stavu a při využití navržených retenčně vsakovacích objektů ve variantě 1 a 2.

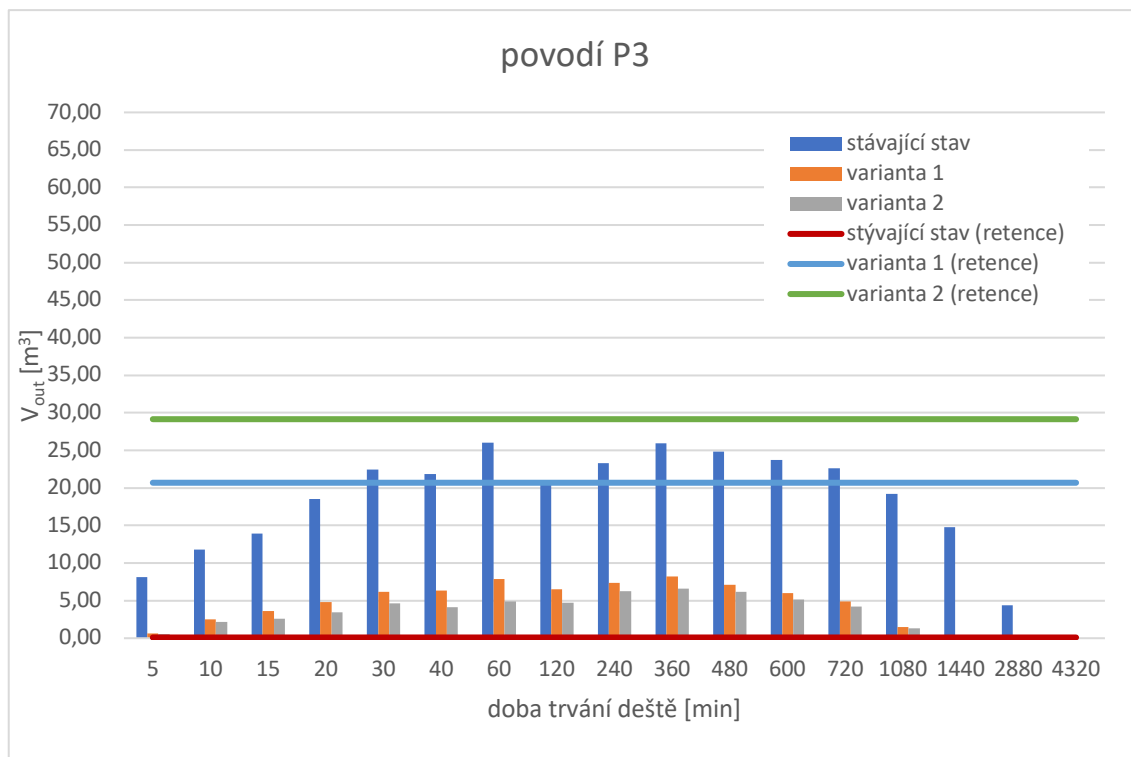
Dále jsou v grafu vyznačeny celkové retenční objemy, které jsou zachyceny v jednotlivých povodí pro stávající stav a varianty 1,2.



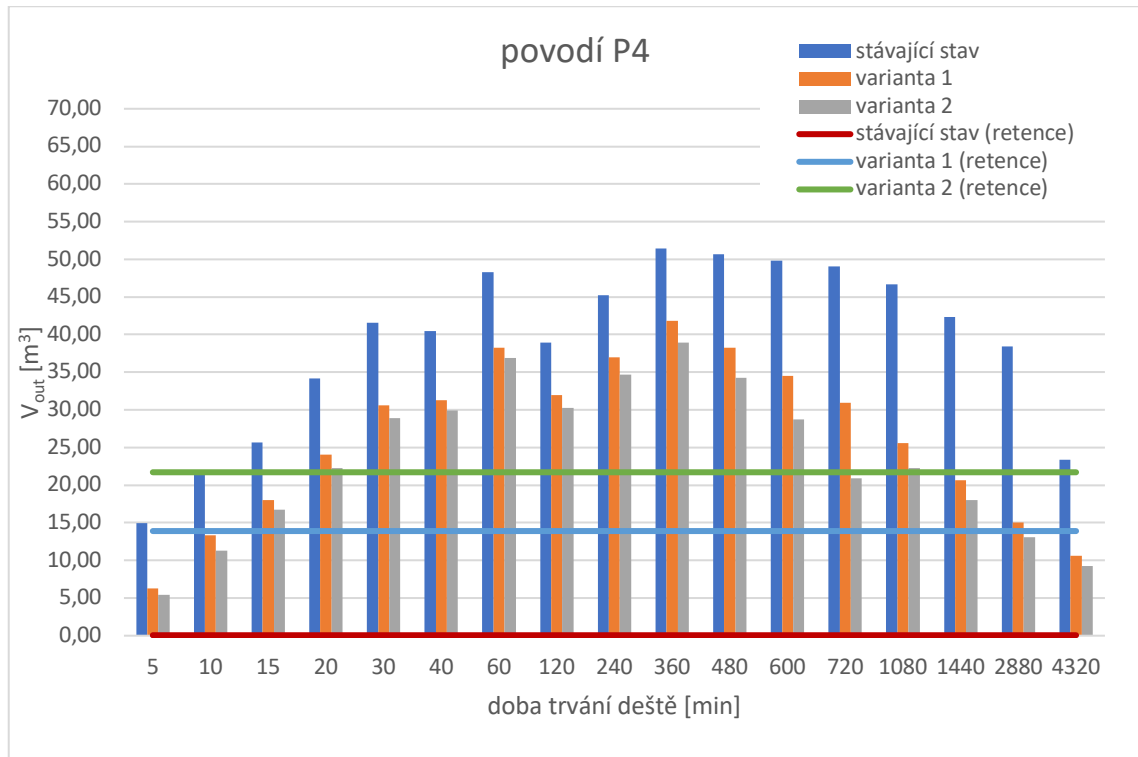
Obrázek 28: Objem povrchového odtoku, který během návrhového deště přiteče do uzávěrového profilu P1



Obrázek 29: Objem povrchového odtoku, který během návrhového deště přiteče do uzávěrového profilu P2



Obrázek 30: Objem povrchového odtoku, který během návrhového deště přiteče do uzávěrového profilu P3



Obrázek 31: Objem povrchového odtoku, který během návrhového deště přiteče do uzávěrového profilu P4

Návrhem retenčně vsakovacích objektů ve variantě 1 i 2 se objem povrchového odtok výrazně snížil v povodí P1, P2 a P3. U povodí P4 není tento rozdíl tak výrazný, to je způsobeno pravděpodobně tím, že v tomto povodí dochází hned v několika křižovatkách k nátokům z bočních ulic. Bylo by vhodné tyto nátoky minimalizovat či úplně odstranit návrhem opatření přímo v těchto bočních ulicích.

Orientační investiční náklady pro variantu 1 jsou 50–70 tis. Kč bez DPH a pro variantu 2 jsou 80–100 tis. Kč bez DPH. Dále musí MČ Klánovice uvažovat s náklady na pravidelnou údržbu, aby byla zajištěna funkčnost objektů. V ceně nejsou zahrnuty náklady na přesun hmot a skládkovné.

Ve variantě 3 byla snaha o umístění akumulacních nádrží v uličním prostoru. To bylo problematické zejména z důvodu hustého vedení technického vybavení a zajištění bezpečnosti při extrémních srážkách. Bezpečnostní přeliv akumulacních nádrží v ul. Sendražická je možné zaústit do dešťové kanalizace, která zde má dle podkladů předpokládanou trasu. Při výstavbě je nutno potřeba zjistit aktuální stav a hloubku dešťové kanalizace. V ul. Malšovická tato možnost není a prostor pro umístění dalšího objektu HDV, do kterého by bylo možné bezpečnostní přeliv zaústit v uličním prostoru chybí.



Pro realizaci navržených objektů je nutno ověřit vsakovací podmínky skutečnou zkouškou na několika místech v zájmové oblasti, aby nedocházelo k problémům se zatápěním místní komunikace.

Při návrhu uličního prostoru se zapojením MZI a prvků HDV je důležitá mezioborová spolupráce, která v ČR teprve začíná. Dopravní inženýr navrhne nejlépe dopravní funkci, vodohospodář se zaměří na návrh odvodnění, architekt pomůže s návrhem pobytové funkce a v neposlední řadě je potřeba i náhled arboristy, který zvolí vhodný druh zeleně.

Stávající normy na nové trendy nereagují, proto zde vyvstalo několik otázek:

- Musíme dodržovat příčný sklon i u komunikací nižších tříd? Kdyby byly více ploché, snížil by se povrchový odtok a docházelo by k vypařování přímo z povrchu a podpoře mikroklimatu.
- V rozhledové trojúhelníku je povoleno parkování automobilů, ale proč nejsou povoleny stromy s úzkým kmenem a výše nasazenou korunou?
- Jak se budou dále vyvíjet služby jako je „carsharing“ či půjčování kol a koloběžek?



6 Citovaná literatura

Adaptační strategie ČR: *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR [online]*, 2015. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2021-01-04]. Dostupné z:

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILF/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILF/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)

Asio: *čištění a úprava vody [online]*, 2019. Brno [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <https://www.asio.cz>

Asociace pro vodu ČR, Z.S. (CZWA), 2019. *Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích*. Praha.

BALLARD, Woods, 2007. *The SuDS Manual [online]*. 2015. Ciria [cit. 2019-03-17]. ISBN 978-0-86017-759-3. Dostupné z: https://www.ciria.org/Resources/Free_publications/SuDS_manual_C753.aspx

BERÁNEK, Josef, 2005. *Inženýrské sítě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Skripta. Vysoké učení technické v Brně.

Český hydrometeorologický ústav [online]. [cit. 2020-10-30]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/om/vystrahy/napoveda/dest.html>

ČSN 73 6005: *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*, 2003. Změna Z4. Praha: Český normalizační institut.

ČSN 6056: *Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel*, 2011. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN 73 6110: *Projektování místních komunikací*, 2012. Oprava 1. Praha: Český normalizační institut.

ČSN 75 9010: *Vsakovací zařízení srážkových vod*, 2012. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN EN 752: *Odvodňovací systémy vně budov*, 2008. Praha: Český normalizační ústav.



EDIP S.R.O., 2008. *Navrhování obytných a pěších zón, Technické podmínky: TP 103. 1. Koura publishing - Luděk Bartoš. ISBN 978-80-902527-8-3. Dostupné také z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_103.pdf*

EKatalog BPEJ [online], 2019. *VÚMOP [cit. 2020-12-05]. Dostupné z: <https://bpej.vumop.cz/>*

FIAL, Tomáš, 2020. *Odvodnění parkovacích ploch obchodního domu. Praha. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Karel Kříž, Ph.D.*

HORA, David, 2020. *Ekosystémové služby stromů a dosažení jejich očekávané úrovně. 11. arboristická konference Stromy a my. Prezentace. Česká zahradnická akademie Mělník.*

Hydroclar s.r.o.: *Odlučovače ropných látek [online]. In: . [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <http://www.hydroclar.cz/odlucovace-ropnych-latek/>*

Hydroekologický informační systém VÚV TGM [online], 2020. *Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka [cit. 2020-12-05]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/>*

KEMEL, Miroslav, 1996. *Klimatologie, meteorologie, hydrologie. Praha: České vysoké učení technické. ISBN 80-01-01456-8.*

KOPÁČIK, Gabriel, 2005. *Typologie ulice: Street typology : zkrácená verze habilitační práce. Brno: VUTIUM. ISBN 80-214-3078-8.*

KREJČÍ, Vladimír, 2003. *Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup. Brno: Noel 2000. ISBN 80-86020-39-8.*

KŘÍŽ, Karel, 2019. *"Soužití" modrozelené, technické a dopravní infrastruktury. Praha, 8.*

KŘÍŽ, Karel, 2020. *P.07 - Objekty na stokové síti II.: VO1 - Vodní hospodářství obcí. Praha. Prezentace. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.*

Mapy.cz [online], 2020. *Seznam.cz [cit. 2020-12-03]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.1708055&y=50.7945086&z=14&source=base&id=34104>*



MELCHAR, Karel. *Posypové materiály pro zimní údržbu komunikací v ČR a v zemích EU*. In: *Ekolist.cz [online]*. 2001 [cit. 2020-10-15]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/posypove-materialy-pro-zimni-udrzbu-komunikaci-v-cr-a-v-zemich-eu>

Naše voda, *informační portál o vodě: Co je to evapotranspirace a co ji ovlivňuje?* [online], 2018. [cit. 2020-11-19]. Dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/je-evapotranspirace-ji-ovlivnuje/>

Pocitamesvodou.cz [online]. [cit. 2020-10-27]. Dostupné z: <https://www.pocitamesvodou.cz>

POKORNÁ, Dana, 2011. *Hydrologie a hydropedologie: interní učební texty* [online]. Praha [cit. 2020-10-30]. Dostupné z: <https://web.vscht.cz/~pokornd/HP/Hydrologie%20a%20hydropedologie-intern%C3%AD%20texty.pdf>. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.

Praha - Klánovice na mapě, 2016. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016 [cit. 2020-12-05]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Kl%C3%A1novice#/media/Soubor:Prague_municipal_district_Kl%C3%A1novice.svg

PRETEL, Jan, 2013. *Změny klimatu v česku: Současný vývoj a pravděpodobný výhled. Vesmír: věda, příroda, člověk, společnost - časopis s tradicí od roku 1871* [online]. listopad 2013, 605-609 [cit. 2020-10-08]. Dostupné z: https://www.mb-eko.cz/sites/default/files/201311_605-609.pdf

RUNCZIKOVÁ, Daniela, 2019. *Varianty odvodnění místních komunikací*. Praha. *Bakalářská práce*. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Karel Kříž, Ph.D.

STRIEGLER, Radim, 2010. *Navrhování zón 30, Technické podmínky: TP 218*. Praha: Centrum dopravního výzkumu. ISBN 78-80-86502-01-4. Dostupné také z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP218.pdf

STRÁNSKÝ, David, 2020. *Dešťový odtok z urbanizovaných ploch: Odvodnění urbanizovaných povodí*. Praha. *Prezentace*. ČVUT v Praze, Fakulta stavební.



Technické podmínky TP 83: Odvodnění pozemních komunikací, 2014. In: . Praha: Ministerstvo dopravy - Odbor pozemních komunikací, ročník 2014.

TESAŘ, Jiří. *Veřejné osvětlení a jeho současný stav v České republice. Společnost pro rozvoj veřejného osvětlení [online]. 2010 [cit. 2020-10-20].*

TNV 75 9011: *Hospodaření se srážkovými vodami, 2013. Praha: Sweco Hydroprojekt.*

TRUPL, Josef, 1958. *Intesity krátkodobých dešťů v povodích Labe, Odry a Moravy. Praha - Podbaba.*

VIMMROVÁ, R., 2008. *Dlažby pro rekonstrukce pozemních komunikací, Technické podmínky: TP 192. Praha: Ministerstvo dopravy ČR.*

Zákony pro lidi [online], 2020. Zlín: AION CS [cit. 2020-10-20]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz>

ZÝVALOVÁ, Jana, 2015. *Vliv zimní chemické údržby silnic na stav okolních ekosystémů. Praha. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Prof. RNDr. Martin Mihaljevič, CSc.*

Seznam obrázků

Obrázek 1: Průměrné roční chody teploty vzduchu (°C) ve třech padesátiletých období na stanici Praha – Klementinum (Český hydrometeorologický ústav, 2020).....	5
Obrázek 2: Typ dvoupruhové místní komunikace funkční skupiny B a C směrově nerozdělené (ČSN 73 6110, 2006).....	13
Obrázek 3: Obousměrná komunikace v obytné zóně v místě s jednopruhovým dopravním prostorem – funkční podskupina D1 (ČSN 73 6110, 2006)	14
Obrázek 4: Rozhledové trojúhelníky samostatného sjezdu na místní komunikaci s chodníkem (ČSN 73 6110, 2012).....	15
Obrázek 5: Zarostlá lampa veřejného osvětlení v koruně stromu	16
Obrázek 6: Příklad návrhu parkovacích ploch podle vztahu k jízdniému pásu přilehlé komunikace (ČSN 73 6056, 2011).....	17
Obrázek 7: Parkovací stání s podélným řazením vozidel (ČSN 73 6056, 2011)	18
Obrázek 8: Prostorové uspořádání parkovacích stání s kolmým řazením pro vozidla přepravující osoby těžce pohybově postižení (ČSN 73 6056, 2011)	19
Obrázek 9: Nestmelený povrch komunikace.....	23
Obrázek 10: Příklad krytu z kamenné dlažby	24
Obrázek 11: Příklad krytu z betonové dlažby	25
Obrázek 12: Příklady zatravnovacích dílců – betonová dlažba (vlevo) a plastové rošty (vpravo).....	26
Obrázek 13: Zájmová pásma vedení inženýrských sítí; x = minimální odstupová vzdálenost mezi jednotlivými sítěmi) (ČSN 73 6005, 2003)	27
Obrázek 14: Časový průběh procesů tvorby povrchového odtoku (nahore) a průběh součinitele odtoku Ψ v závislosti na době trvání deště (Kříž, 2020)	34
Obrázek 15: Schéma odlučovače lehkých kapalin dle (Hydroclar s.r.o.)	40
Obrázek 16: Stanovení odstupové vzdálenosti vsakovacího zařízení od budovy (ČSN 75 9010, 2012)....	46
Obrázek 17: Vsakovací průleh s povrchovým přívodem vody (TNV 75 9011, 2013)	49
Obrázek 18: Vsakovací průleh – rýha s povrchovým přívodem vody (TNV 75 9011, 2013).....	50
Obrázek 19: Vsakovací průleh – rýha s povrchovým přívodem vody (TNV 75 9011, 2013).....	51
Obrázek 20: Poloha MČ Praha – Klánovice (Praha - Klánovice na mapě, 2016)	62
Obrázek 21: koncentrace povrchového odtoku při okraji vozovky v ul. K Rukavičkárně v úseku mezi křižovatkami ul. Výravská a Všešarská (šipka znázorňuje směr odtoku) (foto autor).....	66
Obrázek 22: obrázek vlevo – zatopený uliční prostor ul. Malšovická (pohled do ul. K Rukavičkárně), obrázek vpravo – zatopený soukromý pozemek parc. č. 639/4 (foto autor).....	66
Obrázek 23: obrázek vlevo – zatopený chodník v ul. K Rukavičkárně (pohled směrem ke křižovatce s ul. Karla Křížka), obrázek vpravo – zatopený soukromý pozemek parc. č. 720/5 (foto autor).....	67
Obrázek 24: zvýšený obrubník v křižovatce s ul. Karla Křížka (foto autor)	67
Obrázek 25:úsek ul. K Rukavičkárně se zvýšenou frekvencí parkování na zelených páslech (jižní chodník, pohled směrem do ul. Slavětínská) (foto autor).....	68



Obrázek 26: Objem povrchového odtoku, který během návrhového deště přiteče do uzávěrového profilu P1	73
Obrázek 27: Objem povrchového odtoku, který během návrhového deště přiteče do uzávěrového profilu P2	74
Obrázek 28: Objem povrchového odtoku, který během návrhového deště přiteče do uzávěrového profilu P3	74
Obrázek 29: Objem povrchového odtoku, který během návrhového deště přiteče do uzávěrového profilu P4	75



Seznam tabulek

Tabulka 1: Charakteristiky funkčních skupin a podskupin místních komunikací podle dopravního významu a ve vztahu ke struktuře osídlení (ČSN 73 6110, 2006)	12
Tabulka 2: Rozměry parkovacího stání pro osobní a lehká užitková vozidla (dodávky) při podélném řazení a šířka přilehlého jízdního pruhu/pásu (ČSN 73 6056, 2011)	18
Tabulka 3: Přehled vymezení ochranných pásem (OP) a podmínky výsadby zeleně (Kříž, 2019).....	28
Tabulka 4: Nejmenší dovolené vodorovné vzdálenosti při souběhu podzemních sítí v m ¹) (ČSN 73 6005, 2003).....	29
Tabulka 5: Nejmenší dovolené svislé vzdálenosti při křížení podzemních sítí v m ¹) (ČSN 73 6005, 2003)	30
Tabulka 6: Součinitele odtoku srážkových povrchových vod (TNV 75 9011, 2013).....	35
Tabulka 7: Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska znečištění nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky (TNV 75 9011, 2013).....	36
Tabulka 8: Typické znečišťující látky na pozemních komunikacích a očekávaná míra znečištění srážkových vod (TNV 75 9011, 2013)	37
Tabulka 9: Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění (TNV 75 9011, 2013)	39
Tabulka 10: Doporučené způsoby vsakování srážkových vod z komunikací a parkovacích ploch s ohledem na jejich znečištění (TNV 75 9011, 2013)	47
Tabulka 11: Doporučené návrhové četnosti při použití jednoduchých výpočetních metod (ČSN EN 752, 2008).....	52
Tabulka 12: Návrhové úhrny srážek pro stanice Praha – Hostivař s dobou trvání 5 min až 72 h a periodicitou $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ (ČSN 75 9010, 2012).....	59



Seznam příloh

- P1 Přehledná situace
- P2.1 Situace povodí P1 – výřez 1.1
- P2.2 Situace povodí P2 – výřez 2.1 a 2.2
- P2.3 Situace povodí P3 – výřez 3.1
- P2.4 Situace povodí P2 – výřez 4.1
- P3.1 Návrh objektů HDV – výřez 1.1 a 1.2
- P3.2 Návrh objektů HDV – výřez 2.1
- P3.3 Návrh objektů HDV – výřez 3.1
- P4 Redukované plochy zájmové lokality
- P5 Rozměry navržených objektů HDV



Příloha P4

Redukované plochy zájmové lokality



povodí P1				
ozn.	plocha [m²]	typ povrchu	součinitel odtoku	A_{red} [m²]

Nad Výravskou

	850,59		0,5	425,3
--	--------	--	-----	-------

Výravská

S.01	252,92	ASF	0,7	177,0
CH.01	17,10	DB_Z	0,3	5,1
CH.02	26,90	DB_Z	0,3	8,1
V.01	26,18	DK	0,5	13,1
V.02	5,74	DB	0,7	4,0
Z.01	72,84	TTP	0	0,0
O.01	28,14	NP	0	0,0

K Rukavičkárně (Výravská – Všešterská)

S.02	752,89	ASF	0,7	527,0
CH.03	2,64	ASF	0,7	1,8
V.03	13,22	TTP	0	0,0
V.04	11,53	TTP	0	0,0
V.05	5,56	DB_PS	0,5	2,8
V.06	11,41	ŠP	0,3	3,4
V.07	3,98	TTP	0	0,0
V.08	18,02	ZH	0,7	12,6
V.09	8,18	TTP	0	0,0
Z.02	221,91	TTP	0	0,0
Z.03	98,14	TTP	0	0,0
Z.04	51,21	TTP	0	0,0
Z.05	37,42	TTP	0	0,0
Z.06	79,17	TTP	0	0,0
Z.07	25,57	TTP	0	0,0
Z.08	92,23	TTP	0	0,0
Z.09	62,58	TTP	0	0,0
Z.10	38,10	TTP	0	0,0

Všešterská (sever)

S.03	250,74	ASF	0,7	175,5
Z.11	322,28	TTP	0	0,0
Z.12	304,27	TTP	0	0,0



Všestarská (jih)

S.04	269,78	ASF	0,7	188,8
V.10	15,54	ŠP	0,3	4,7
V.11	23,32	DB	0,7	16,3
V.12	20,09	DB	0,7	14,1
V.13	7,31	DB	0,7	5,1
Z.13	201,74	TTP	0	0,0
Z.14	189,18	TTP	0	0,0
Z.15	18,05	TTP	0	0,0
Z.16	57,64	TTP	0	0,0
Z.17	65,78	TTP	0	0,0

K Rukavičkárně (Všestarská – Malšovická)

S.05	461,09	ASF	0,7	322,8
CH.04	12,88	DB	0,7	9,0
CH.05	34,13	DB_Z	0,3	10,2
V.14	4,58	TTP	0	0,0
V.15	17,81	TTP	0	0,0
V.16	20,18	ŠP	0,3	6,1
V.17	11,69	TTP	0	0,0
Z.18	120,72	TTP	0	0,0
Z.19	9,19	TTP	0	0,0
Z.20	81,02	TTP	0	0,0
Z.21	71,84	TTP	0	0,0
Z.22	19,59	TTP	0	0,0
Z.23	3,30	TTP	0	0,0
Z.24	124,97	TTP	0	0,0
O.02	14,53	DB	0,7	10,2
O.03	22,31	DB	0,7	15,6

Malšovická (jih)

S.06	267,72	ASF	0,7	187,4
V.18	27,39	ASF	0,7	19,2
Z.25	99,27	TTP	0	0,0
Z.26	107,85	TTP	0	0,0
Z.27	42,98	TTP	0	0,0

povodí P2

ozn.	plocha [m ²]	typ povrchu	součinitel odtoku	A _{red} [m ²]
Malšovická (sever)				
S.07	132,36	ASF	0,7	92,7
Z.28	64,91	TTP	0	0,0
Z.29	93,19	TTP	0	0,0



K Rukavičkárně (Malšovická – Karla Křížka)

S.08	598,92	ASF	0,7	419,2
CH.06	34,05	DB	0,7	23,8
CH.07	72,36	DB	0,7	50,7
CH.08	153,84	DB	0,7	107,7
V.19	12,67	TTP	0	0,0
V.20	4,98	ŠP	0,3	1,5
V.21	8,90	ZH	0,7	6,2
V.22	7,66	ZH	0,7	5,4
Z.30	46,80	TTP	0	0,0
Z.31	43,42	TTP	0	0,0
Z.32	36,37	TTP	0	0,0
Z.33	41,06	TTP	0	0,0
Z.34	29,78	TTP	0	0,0
Z.35	101,40	TTP	0	0,0
O.07	6,18	ZH	0,7	4,3
odtok do ul. Karla Křížka		50%		

K Rukavičkárně (Karla Křížka – Sendražická)

S.09	279,96	ASF	0,7	196,0
CH.09	71,17	ŠP	0,3	21,4
CH.10	35,19	ŠP	0,3	10,6
V.23	7,88	TTP	0	0,0
V.24	17,98	ASF	0,7	12,6
Z.36	68,19	TTP	0	0,0
Z.37	25,52	TTP	0	0,0
Z.38	28,75	TTP	0	0,0
O.08	47,15	ZH	0,7	33,0
odtok do ul. Sendražická		20%		

K Rukavičkárně (Sendražická – Voňkova)

S.10	315,85	ASF	0,7	221,1
CH.11	50,60	DB	0,7	35,4
CH.12	50,74	DB	0,7	35,5
V.25	10,83	ZH	0,7	7,6
V.26	14,95	DK	0,5	7,5
Z.39	36,78	TTP	0	0,0
Z.40	40,14	TTP	0	0,0
Z.41	62,78	TTP	0	0,0
odtok do ul. Voňkova		10%		



K Rukavičkárně (Voňkova – Slavětínské)

S.11	514,62	ASF	0,7	360,2
CH.13	188,03	ZH	0,7	131,6
V.27	13,61	ZH	0,7	9,5
Z.42	114,42	TTP	0	0,0
Z.43	43,95	TTP	0	0,0
Z.44	92,89	TTP	0	0,0
O.09	16,89	DB	0,7	11,8
O.10	155,10	ZH	0,7	108,6

povodí P3

ozn.	plocha [m ²]	typ povrchu	součinitel odtoku	A _{red} [m ²]
------	--------------------------	-------------	-------------------	------------------------------------

K Rukavičkárně (Malšovická – Karla Křížka)

S.12	439,93	ASF	0,7	308,0
V.28	7,28	DB	0,7	5,1
V.29	21,88	DB	0,7	15,3
V.30	5,07	DB	0,7	3,5
V.31	13,80	DB	0,7	9,7
V.32	12,31	ŠP	0,3	3,7
V.33	3,27	TTP	0	0,0
V.34	20,88	ŠP	0,3	6,3
Z.45	22,32	TTP	0	0,0
Z.46	21,40	TTP	0	0,0
Z.47	35,97	TTP	0	0,0
Z.48	49,56	TTP	0	0,0
Z.49	49,68	TTP	0	0,0
Z.50	37,41	TTP	0	0,0
Z.51	242,28	TTP	0	0,0

Karla Křížka

S.13	414,96	ASF	0,7	290,5
V.35	23,63	DB	0,7	16,5
V.36	26,48	DK	0,5	13,2
Z.52	93,14	TTP	0	0,0
Z.53	131,08	TTP	0	0,0
Z.54	12,93	TTP	0	0,0
Z.55	152,94	TTP	0	0,0

K Rukavičkárně (Karla Křížka – Sendražická)

S.14	100,57	ASF	0,7	70,4
CH.14	73,22	DB	0,7	51,3
V.37	14,93	TTP	0	0,0
Z.56	79,28	TTP	0	0,0
Z.57	5,87	TTP	0	0,0



povodí P4				
ozn.	plocha [m²]	typ povrchu	součinitel odtoku	A_{red} [m²]

K Rukavičkárně (Karla Křížka – Sendražická)

S.15	205,13	ASF	0,7	143,6
CH.15	80,95	DB	0,7	56,7
Z.58	36,86	TTP	0	0,0
Z.59	47,92	TTP	0	0,0
O.11	44,03	ZH	0,7	30,8

Sendražická

S.16	180,49	ASF	0,7	126,3
------	--------	-----	-----	-------

K Rukavičkárně (Sendražická – Voňkova)

S.17	250,81	ASF	0,7	175,6
CH.16	74,36	DB	0,7	52,1
CH.17	51,11	DB	0,7	35,8
V.38	18,60	ZH	0,7	13,0
Z.60	72,71	TTP	0	0,0
Z.61	24,45	TTP	0	0,0
Z.62	75,33	TTP	0	0,0
O.12	20,63	ASF	0,7	14,4

Voňkova

S.18	237,73	ASF	0,7	166,4
------	--------	-----	-----	-------

K Rukavičkárně (Voňkova-Podliská)

S.19	365,15	ASF	0,7	255,6
CH.18	92,01	DB	0,7	64,4
CH.19	48,34	DB	0,7	33,8
V.39	13,20	ŠP	0,3	4,0
Z.63	92,12	TTP	0	0,0
Z.64	50,48	TTP	0	0,0

Podliská

S.20	330,38	ASF	0,7	231,3
------	--------	-----	-----	-------

K Rukavičkárně (Podliská – Slavětínská)

S.21	188,67	ASF	0,7	132,1
V.40	16,75	DB	0,7	11,7
CH.18	37,43	DB	0,7	26,2
Z.65	49,97	TTP	0	0,0
Z.66	9,51	TTP	0	0,0
O.13	88,21	ZH	0,7	61,7
O.14	74,51	STŘ	1	74,5
O.15	32,32	STŘ	1	32,3



použité zkratky

STR	střechy
ASF	asfaltový povrch
DB	dlažba betonová
DB_PS	dlažba betonová, pískové spáry
DB_Z	zarostlá betonová dlažba
DK	dlažba kamenná
ZH	zhutněný povrch
ŠP	šterk
TTP	trvalý travní porost



Příloha P5

Rozměry navržených objektů HDV



Průlehy pro variantu 1 a 2

K Rukavičkárně (Výravská – Všešarská)

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P1	VS1.1	3,2	2,9	0,05	11,83	0,93
	VS1.2	3,5	3,1	0,03	13,62	0,95
	VS1.3	3,5	3,3	0,03	14,28	0,99
	VS1.4	3,5	3,3	0,04	14,24	1,01
	VS1.5	3,5	7,3	0,00	27,91	1,53
	VS1.6	3,2	8,0	0,01	28,57	1,76
	VS1.7	2,7	4,7	0,03	15,22	1,08
	VS1.8	2,0	5,7	0,00	13,26	0,78
	VS1.9	2,8	6,9	0,00	18,36	1,20
	VS1.10	2,9	3,6	0,02	12,85	0,85
	VS1.11	2,9	2,3	0,05	9,08	0,72
	VS1.12	3,0	5,7	0,00	17,57	1,06
	VS1.13	3,1	2,7	0,06	11,04	0,93
	VS1.14	3,3	1,9	0,07	8,94	0,78
	VS1.15	4,0	5,7	0,04	26,39	1,92
	VS1.16	4,4	2,6	0,06	14,69	1,19
	VS1.17	2,5	2,0	0,07	7,03	0,63
celkem					264,89	18,29

K Rukavičkárně (Všešarská – Malšovická)

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P1	VS2.1	2,5	2,5	0,07	8,50	0,76
	VS2.2	2,2	14,1	0,00	19,19	1,93
	VS2.3	2,1	2,2	0,09	6,56	0,65
	VS2.4	2,0	13,2	0,00	21,52	1,74
	VS2.5	2,0	3,3	0,03	8,35	0,62
	VS2.6	3,4	4,8	0,01	19,25	1,16
	VS2.7	3,3	1,2	0,09	6,58	0,60
	VS2.8	3,3	1,6	0,08	7,69	0,69
	VS2.9	1,5	7,3	0,01	12,79	0,82
	VS2.10	1,5	0,5	0,10	1,90	0,20
	VS2.11	3,0	2,0	0,08	8,55	0,78
	VS2.12	3,0	2,5	0,07	9,92	0,89
	VS2.13	3,0	1,6	0,07	7,11	0,60
	VS2.14	2,0	1,7	0,06	5,17	0,47
celkem					143,08	11,91



K Rukavičkárně (Malšovická – Karla Křížka)

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P2	VS3.1	0,5	0,5	0,09	0,78	0,13
	VS3.2	2,0	3,6	0,06	9,10	0,79
	VS3.3	2,1	1,3	0,09	4,46	0,43
	VS3.4	2,2	7,3	0,06	18,75	1,62
	VS3.5	1,2	9,0	0,01	12,61	0,89
	VS3.6	0,9	6,5	0,06	7,51	0,77
	VS3.7	0,9	11,3	0,00	4,89	0,81
	VS3.8	0,8	3,3	0,04	3,68	0,33
	VS3.9	0,8	0,9	0,08	1,47	0,17
	VS3.10	0,8	2,0	0,08	2,52	0,28
	VS3.11	0,5	2,6	0,07	2,14	0,29
	VS3.12	0,5	1,7	0,09	1,61	0,21
	VS3.13	0,5	4,0	0,09	3,18	0,43
	VS3.14	0,5	5,5	0,10	4,24	0,56
	VS3.15	0,7	4,8	0,10	4,88	0,62
	VS3.16	0,8	5,4	0,07	5,84	0,63
	VS3.17	0,8	6,7	0,05	7,02	0,70
	VS3.18	0,8	3,2	0,07	3,72	0,39
	VS3.19	0,5	1,2	0,09	1,25	0,19
celkem					99,66	10,28

K Rukavičkárně (Karla Křížka – Sendražická)

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P2	VS4.1	1,2	3,6	0,05	5,76	0,53
	VS4.2	1,1	2,5	0,08	3,98	0,43
	VS4.3	1,1	0,6	0,09	1,60	0,17
	VS4.4	1,1	1,6	0,08	2,88	0,31
	VS4.5	1,0	3,3	0,07	4,61	0,48
	VS4.6	1,4	9,1	0,07	15,34	1,52
celkem					34,17	3,45



K Rukavičkárně (Sendražická – Voňkova)

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P2	VS5.1	1,4	9,1	0,07	15,19	1,48
	VS5.2	1,1	4,8	0,05	6,75	0,63
	VS5.3	0,9	4,2	0,08	5,22	0,58
	VS5.4	0,7	9,4	0,05	8,56	0,89
	VS5.5	0,6	4,6	0,08	4,06	0,50
	VS5.6	0,6	3,6	0,09	3,30	0,44
	VS5.7	0,6	2,6	0,05	2,38	0,29
celkem					45,47	4,81

K Rukavičkárně (Voňkova – Slavětínská)

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P2	VS6.1	1,0	1,8	0,08	2,85	0,31
	VS6.2	1,3	4,9	0,04	7,93	0,67
	VS6.3	1,4	4,7	0,08	8,43	0,88
	VS6.4	1,5	4,4	0,08	8,43	0,87
	VS6.5	1,5	4,3	0,06	8,11	0,73
	VS6.6	1,6	1,8	0,08	4,36	0,43
	VS6.7	1,4	0,2	0,10	1,40	0,14
	VS6.8	1,4	1,1	0,09	2,69	0,28
	VS6.9	1,4	0,4	0,10	1,64	0,17
	VS6.10	1,5	0,9	0,09	2,66	0,27
	VS6.11	1,5	0,4	0,09	1,73	0,17
	VS6.12	1,5	1,2	0,08	3,02	0,30
	VS6.13	1,5	1,1	0,08	2,92	0,29
	VS6.14	1,5	0,7	0,10	2,21	0,23
	VS6.15	1,5	2,8	0,09	5,76	0,62
celkem					64,15	6,34



K Rukavičkárně (Malšovická – Karla Křížka) -severní strana

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P3	VS7.1	2,4	5,5	0,00	12,00	0,86
	VS7.2	2,5	6,9	0,00	15,41	1,09
	VS7.3	2,2	8,8	0,00	13,65	1,23
	VS7.4	2,1	14,3	0,00	20,30	1,90
	VS7.5	2,3	7,2	0,07	19,25	1,75
	VS7.6	2,6	14,2	0,05	40,79	3,38
	VS7.7	2,8	4,6	0,08	15,74	1,52
	VS7.8	2,8	5,1	0,10	17,11	1,79
	VS7.9	2,8	5,5	0,10	18,41	1,93
	VS7.10	1,7	4,0	0,08	8,75	0,87
	VS7.11	2,4	2,7	0,08	8,76	0,84
celkem					190,19	17,16

K Rukavičkárně (Karla Křížka – uzávěrový profil p3) -severní strana

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P3	VS8.1	1,1	4,2	0,05	5,97	0,55
	VS8.2	1,2	5,7	0,06	8,68	0,84
	VS8.3	1,3	5,0	0,03	8,04	0,61
	VS8.4	1,4	4,4	0,06	7,87	0,72
	VS8.5	1,5	3,7	0,10	6,61	0,82
celkem					37,18	3,55

K Rukavičkárně (uzávěrový profil P3 – Sendražická) -severní strana

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P4	VS9.1	1,6	4,4	0,06	8,89	0,82
	VS9.2	1,5	5,1	0,08	9,73	1,01
	VS9.3	1,2	3,0	0,10	4,56	0,60
celkem					23,17	2,42



K Rukavičkárně (Sendražická – Voňkova) - severní strana

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P4	VS10.1	1,2	1,4	0,09	2,79	0,34
	VS10.2	1,4	3,4	0,09	6,46	0,69
	VS10.3	1,4	4,7	0,07	8,38	0,81
	VS10.4	1,4	2,4	0,08	4,75	0,47
	VS10.5	1,3	6,1	0,07	9,87	0,99
	VS10.6	1,4	1,4	0,09	3,23	0,35
	VS10.7	1,4	5,1	0,05	8,86	0,77
	VS10.8	1,4	3,0	0,07	5,65	0,55
	VS10.9	1,4	3,7	0,10	6,16	0,78
celkem					56,16	5,75

K Rukavičkárně (Voňkova – Podlíbská) - severní strana

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P4	VS11.1	0,4	6,4	0,02	3,62	0,40
	VS11.2	0,5	5,0	0,08	3,81	0,49
	VS11.3	0,6	2,9	0,09	2,77	0,35
	VS11.4	0,6	6,8	0,03	5,36	0,50
	VS11.5	0,7	5,9	0,04	5,43	0,53
	VS11.6	0,7	4,3	0,06	4,19	0,44
	VS11.7	0,9	10,1	0,00	10,33	0,78
	VS11.8	0,4	0,5	0,10	0,56	0,13
celkem					36,06	3,61

K Rukavičkárně Podlíbská – Slavětínská) - severní strana

		šířka dna [m]	délka dna [m]	h_2 [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P4	VS12.1	0,9	0,9	0,10	1,70	0,23
	VS12.2	1,2	6,0	0,07	9,07	0,90
	VS12.3	1,5	1,4	0,10	3,20	0,38
celkem					13,97	1,50



Rýhy pro variantu 2

K Rukavičkárně (Výravská – Všestarská)

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P1	R1.14	0,95	1,90	2,76	0,59
	R1.15	1,40	4,30	8,17	1,98
				10,93	2,57

K Rukavičkárně (Všestarská – Malšovická)

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P1	R2.9	0,65	2,95	3,39	0,63
	R2.10	0,50	0,40	0,40	0,07
				3,79	0,70

K Rukavičkárně (Malšovická – Karla Křížka)

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P2	R3.5	0,80	5,05	6,57	1,34
	R3.6	0,60	6,60	7,26	1,31
	R3.7	0,45	10,55	10,02	1,57
	R3.8	0,55	2,95	3,10	0,53
	R3.9	0,50	0,80	0,80	0,13
	R3.13	0,40	1,45	1,31	0,19
	R3.14	0,40	3,45	3,11	0,46
	R3.15	0,50	2,60	2,60	0,43
	R3.16	0,60	2,15	2,37	0,43
	R3.17	0,60	4,25	4,68	0,84
R3.18	0,65	1,00	1,15	0,21	
				42,95	7,43

K Rukavičkárně (Karla Křížka – Sendražická)

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P2	R4.1	0,80	1,55	2,02	0,41
				2,02	0,41

K Rukavičkárně (Sendražická – Voňkova)

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P2	R5.1	0,65	6,65	7,65	1,43
				7,65	1,43

K Rukavičkárně (Malšovická – Karla Křížka) - severní strana

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P3	R7.6	0,50	9,85	9,85	1,63
	R7.7	0,75	2,85	3,56	0,70
	R7.8	0,80	3,40	4,42	0,90
	R7.9	0,90	3,30	4,62	0,97
	R7.10	1,00	2,00	3,00	0,67
				25,45	4,87



K Rukavičkárně (Karla Křížka – uzávěrový profil P3) -severní strana

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P3	R8.1	1,10	2,65	4,24	0,97
	R8.2	1,15	2,90	4,79	1,11
	R8.3	1,25	1,80	3,15	0,73
	R8.5	1,15	2,10	3,47	0,79
				15,64	3,60

K Rukavičkárně (uzávěrový profil P3 – Sendražická) -severní strana

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P4	R9.1	1,05	2,90	4,50	1,01
	R9.2	0,80	2,90	3,77	0,77
				8,27	1,78

K Rukavičkárně (Sendražická – Voňkova) -severní strana

		šířka b [m]	délka L [m]	A_{vsak} [m ²]	V_{ret} [m ³]
P4	R10.2	0,80	2,25	2,93	0,59
	R10.3	0,80	1,70	2,21	0,45
	R10.5	1,05	4,65	7,21	1,61
	R10.6	0,95	1,30	1,89	0,41
	R10.7	1,00	3,15	4,73	1,05
	R10.8	1,05	2,55	3,95	0,88
	R10.9	1,00	3,15	4,73	1,05
				27,63	6,03

pozn.: Podzemní objekt rýhy je vždy kombinovaný s průlehem (dle označení). Např.: rýha R1.14 se nachází v objektu průlehu VS1.14.