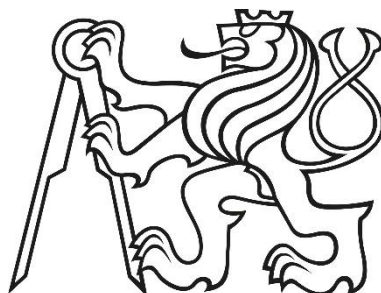


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ



HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU Z KOMUNIKACÍ NA ÚZEMÍ
MĚSTSKÉ ČÁSTI PRAHA 4

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. JAKUB KNAP

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

červen 2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Tháškurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Knap Jméno: Jakub Osobní číslo: 396444

Zadávající katedra: zdravotního a ekologického inženýrství

Studijní program: stavební inženýrství

Studijní obor: inženýrství životního prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Hospodaření s dešťovou vodou z komunikací na území městské části Praha 4

Název diplomové práce anglicky: Street stormwater management in Prague 4 district

Pokyny pro vypracování:

Práce bude obsahovat teoretickou a praktickou část. Teoretická část bude zaměřena na rešerši možných způsobů hospodaření s dešťovou vodou v povodí. Praktická část se bude sestávat z popisu metodického postupu a z výsledkové části.

Cílem této diplomové práce je posouzení typických příčných uličních profilů a jejich vztah k hospodaření s dešťovými vodami na území městské části Praha 4. Práce bude obsahovat volbu způsobu odvodnění, návrh technického řešení, jeho efektivitu a orientační rozpočet. V relevantních případech bude navrženo variantní řešení s uvedením výhod a nevýhod. Práce bude dále obsahovat popis jednotlivých administrativních kroků nutných k návrhu a realizaci navržených opatření.

Seznam doporučené literatury:

Krejčí, V. a kol. (2002). Odvodnění urbanizovaných území - Konceptní přístup

Butler, D. (2000). Urban Drainage

CIRIA (2000). SUDS Manual

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 23.2.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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“.

23.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V dne

.....

Bc. Jakub Knap

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za nedocenitelnou pomoc a podporu po celou dobu mého studia na vysoké škole. Dále bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce za vedení a obrovskou trpělivost při jejím vypracování.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je posouzení typických příčných uličních profilů a jejich vztah k hospodaření s dešťovými vodami v městské části Praha 4. Práce je zaměřena na posouzení možností snížení a zpomalení odtoku povrchových srážkových vod z pozemních komunikací. Mezi hlavní přínosy patří přiblížení k přirozenému vodnímu režimu, omezení vlivu extrémních výkyvů počasí a zvýšení životní úrovně v městském prostředí. Důležitým faktorem je snížení finančního zatížení rozpočtu města. Mezi použité metody patří analýza stávající místní situace, analýza možných opatření a posouzení efektivity navržených opatření.

KLÍČOVÁ SLOVA

hospodaření s dešťovými vodami, srážkové vody, vsakování, retence, uliční profil, pozemní komunikace, městská část Praha 4

ABSTRACT

The aim of the thesis is the assessment of typical street profile and their relation to the rainwater management in the urban the city district of Prague 4. The thesis deals with the assessment of possible alternatives of lowering and slowing down the surface rainwater runoff from infrastructure. The main benefits are more natural hydrological regime, limitation of extreme weather events impact and increase in living standards in the urban environment. An important factor is to reduce the financial burden to the city's budget. Used methods include the analysis of the current local situation, the analysis of possible measures and the assessment of the effectiveness of the proposed measures.

KEYWORDS

sustainable urban drainage systems, precipitation water, infiltration, retention, street profile, infrastructure, Prague 4 district

OBSAH

ÚVOD.....	- 8 -
1. TEORIE.....	- 9 -
1.1. Termíny a definice.....	- 9 -
1.2. Městské odvodnění.....	- 10 -
1.3. Hospodaření s dešťovými vodami.....	- 13 -
1.4. Znečištění srážkových vod.....	- 18 -
1.5. Typy opatření HDV.....	- 20 -
1.6. Právní rámec HDV v legislativě ČR.....	- 26 -
1.7. HDV a legislativa ČR.....	- 29 -
1.8. HDV a technické normy.....	- 34 -
1.9. Faktory ovlivňující návrh objektů HDV.....	- 34 -
1.10. Provoz a údržba objektů a zařízení HDV.....	- 39 -
1.11. Postup návrhu, výstavby a provozu zařízení HDV.....	- 39 -
2. CÍLE PRÁCE.....	- 41 -
3. INFORMACE O ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ.....	- 42 -
3.1. Údaje o MČ Praha 4.....	- 42 -
3.2. Ochrana přírody a krajiny.....	- 43 -
3.3. Památky a památkově chráněná území.....	- 44 -
3.4. Údaje o povodí.....	- 44 -
4. METODIKA.....	- 46 -
4.1. Kategorizace uličních profilů.....	- 46 -
4.2. Zhodnocení místní situace.....	- 47 -
4.3. Kritéria výběru způsobu odvodnění.....	- 50 -
4.4. Návrh opatření.....	- 53 -

5. VÝSLEDKOVÁ ČÁST	- 58 -
5.1. Profil typ A	- 58 -
5.2. Profil typ B	- 63 -
5.3. Profil typ C	- 66 -
5.4. Profil typ D	- 71 -
5.5. Profil typ E	- 75 -
5.6. Profil typ F.....	- 78 -
5.7. Posouzení efektivity	- 80 -
DISKUZE.....	- 83 -
ZÁVĚR.....	- 85 -
SEZNAM CITACÍ	- 87 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	- 91 -
SEZNAM OBRÁZKŮ	- 91 -
SEZNAM TABULEK	- 92 -
SEZNAM GRAFŮ	- 93 -
Příloha č. 1: Celková situace – Poloha uličních profilů	
Příloha č. 2: Tabulka – Souhrnné informace o uličních profilech	
Příloha č. 3: Vsakovací mapa č. 1	
Příloha č. 4: Vsakovací mapa č. 2	
Příloha č. 5: Celková situace ULA02	
Příloha č. 6: Výpočet objektu ULA02	
Příloha č. 7: Celková situace ULB01	
Příloha č. 8: Celková situace ULC01	
Příloha č. 9: Výpočet objektu ULC01-A	
Příloha č. 10: Celková situace ULD05	
Příloha č. 11: Celková situace ULE02	

ÚVOD

V současné době je ve většině urbanizovaných území nahlíženo na srážkové vody jako na problém, kterého je třeba se co nejrychleji zbavit. Pozemní komunikace, které tvoří podstatnou část nepropustných ploch v urbanizovaných oblastech, nejsou v tomto směru výjimkou. Princip hospodaření s dešťovou vodou naopak srážkové vody považuje za cenný zdroj, který je třeba chránit a hospodařit s ním dle principů trvale udržitelného rozvoje.

Impulzem pro vypracování této diplomové práce je rozhodnutí MČ Praha 4, vytvořit koncepční dokument vhodnosti použití konkrétních opatření hospodaření s dešťovou vodou v jednotlivých typech příčných uličních profilů. Principy hospodaření s dešťovou vodou jsou velmi přínosné z důvodu zvýšení životní úrovně v městském prostředí.

Hlavním cílem diplomové práce je posouzení typických příčných uličních profilů a jejich vztah k hospodaření s dešťovými vodami v městské části Praha 4. Práce je zaměřena na posouzení možností snížení a zpomalení odtoku povrchových srážkových vod z pozemních komunikací.

První část práce je věnována historii pražského odvodnění, popisu možných způsobů hospodaření s dešťovými vodami s uvedením jejich výhod, nevýhod a možností použití. Důležitou kapitolu tvoří zakotvení v legislativě ČR a českých normách.

Praktická část práce je věnována analýze zájmového území, metodickému postupu pro návrh opatření, návrhu konkrétních opatření v jednotlivých typech uličních profilů a zhodnocení jejich efektivity.

1. TEORIE

1.1. Termíny a definice

evapotranspirace [1, s. 120]

celkový výpar, který se vztahuje k určitému území/ploše, tento výpar se skládá z fyzikálního výparu a fyziologického výparu

hospodaření s dešťovými vodami (HDV) [2, s. 6-7]

způsob nakládání se srážkovými vodami (převážně dešťovými), který klade důraz na zachování přirozené bilance vody v území po jeho urbanizaci; základním přístupem HDV je decentrální způsob odvodnění

koeficient vsaku k_v [1, s. 121]

Koeficient charakterizující rychlost vsakování vody do horninového prostředí ve vsakovacím zařízení za atmosférického tlaku při hydraulickém sklonu $I=1$. Koeficient vsaku se stanoví způsobem popsáním v ČSN 75 9010 a nelze ho nahradit koeficientem hydraulické vodivosti ani součinitelem infiltrace.

srážkové povrchové vody; srážkové vody [3, s. 6]

vody z atmosférických srážek, které jsou odváděny z povrchu terénu nebo staveb

srážková povrchová voda přípustná [3, s. 6]

srážková voda, jejíž jakost nepředstavuje riziko z hlediska znečištění půd a ohrožení jakosti podzemních vod

srážková povrchová voda podmíněně přípustná [3, s. 6]

srážková voda, jejíž jakost může být zhoršena obsahem specifického znečištění, riziko znečištění podzemních nebo povrchových vod je však možné snížit až eliminovat příslušnými opatřeními, např. předčištěním srážkových vod, odváděných z povrchu terénu nebo staveb

srážková povrchová voda nepřípustná [2, s. 11]

vsakování vod potenciálně vysoce znečištěných představuje významné environmentální riziko ...

1.2. Městské odvodnění

Městské odvodnění je důležitou a neoddělitelnou součástí městské infrastruktury, stejně jako zásobování pitnou vodou a elektřinou. Významnou měrou se podílí na zabezpečení hygienicky nezávadného prostředí, tj. odvodu a likvidaci odpadní vody vzniklé lidskou činností. Dále slouží jako ochrana obyvatel a jeho životního prostředí před lokálními záplavami.

1.2.1 Vývoj městského odvodnění

Centrální systém odvodnění

Potřeba budování koncepčního městského odvodnění (stokových systémů) vznikla v důsledku tehdejšího nevyhovujícího decentrálního odvodnění. Tyto nedostatky způsobovaly hygienické problémy (šíření infekčních nemocí), místní záplavy a estetické problémy (splšky na ulici). V počátcích městského odvodnění byly odpadní vody sváděny do příkopů či drobných vodotečí. Později docházelo k jejich zatrubnění, napojení na stokové systémy a čistírny odpadních vod, tím byly vyřešeny hygienické i estetické problémy. [4] Jednalo o jednotnou kanalizaci odvádějící odpadní a srážkové vody společně. S měnícím se přístupem k srážkové vodě, začala v některých městech vznikat oddílná kanalizace, která odvádí odpadní a srážkové vody samostatně.

Koncept obou těchto kanalizačních systémů je neškodně a co nejrychleji odvést odpadní a srážkovou vodu z místa svého vzniku k místu likvidace, tzn. přenášení problému jinam. V případě odpadní či smíšené vody se jedná o čistírnu odpadních vod a následně recipient. Srážková voda je odváděna do recipientu přímo nebo přes retenční a usazovací nádrže. Jedná se o centrální systémy odvodnění (dále jen „CSO“)

Decentrální systém odvodnění

Novým koncepčním přístupem v nakládání se srážkovými vodami, převážně dešťovými, je **hospodaření s dešťovými vodami** (dále jen „HDV“). Oproti předchozí koncepci se věnuje výhradně srážkovým vodám, nikoliv odpadním. Základem HDV je likvidace srážkových vod v místě svého vzniku, tzv. decentrální systém odvodnění (dále jen „DSO“).

> Podrobný popis principu HDV viz kap. 1.3.

Hlavní rozdíly mezi CSO a DSO v nakládání se srážkovými vodami jsou pro přehlednost popsány v následující tabulce.

Centrální způsob odvodnění	Decentrální způsob odvodnění
přesouvá problém mimo místo svého vzniku (do nižších povodí) a na někoho jiného	řeší problém v místě svého vzniku za prostředky majitele nemovitosti
omezuje výpar a vsakování	podporuje výpar a vsakování
zvyšuje rychlost odtoku vody z povodí	zpomaluje odtok vody z povodí
značně finančně zatěžuje majitele kanalizace (většinou obec [5])	finanční zátěž se přesouvá na majitele odvodňovaných nemovitosti
nedostatečná ochrana nemovitostí před lokálními záplavami	zvyšuje ochranu nemovitostí před lokálními záplavami
popírá zásady udržitelného rozvoje	splňuje zásady udržitelného rozvoje

Tab. 1.1 - Hlavní rozdíly mezi CSO a DSO [1]

1.2.2 Historie pražské kanalizační sítě

Historie moderního odvodnění Prahy se začala psát v r. 1893, kdy anglický inženýr William Heerlein Lindley odevzdal svůj projekt na výstavbu generelního řešení kanalizační sítě a čistírny odpadních vod (dále jen „ČOV“) v Bubenci. Stavba byla zahájena v r. 1898 výstavbou staroměstského stokového sběrače. Lindley zvolil vejčitý tvar stoky s elipsovým klenutím, protože vykazoval nejlepší výsledky odolnosti v tlaku zeminy. Přes odpor betonářských firem Lindley vybral cihlu jako vhodný materiál na stavbu stok. Střed města byl s čistírnou v Bubenci propojen nejkratší cestou, a to proražením kanalizačního tunelu pod Letnou, který byl součástí kmenové stoky A. Stoka B byla vedena Karlínem a Holešovicemi. Stavba mechanické ČOV Praha-Bubeneč započala v září r. 1901 a byla ukončena dne 27. června 1906, kdy byl spuštěn její zkušební provoz a otevřena stoka A. Čistírna byla navržena na 160 000 m³ splaškové vody denně. Lindley v r. 1909 předal úřad svému nástupci E. Heinemannovi a ukončil činnost v Praze. Větší část liniových staveb funguje dodnes. [6]

V r. 1922 byla vytvořena Velká Praha (hlavní město Praha), což vedlo k připojení 37 obcí k Praze. [7] Kapacita stávající kanalizační sítě byla dostatečná, totéž se však nedalo říci o bubenečské čistírně. Ta byla r. 1927 zkapacitněna a zmodernizována. [6]

Počátkem 50. let 20. stol. došlo vlivem rozvíjející se bytové zástavby k výraznému nárůstu počtu obyvatel připojených na stokovou síť. Tato skutečnost v souvislosti se zvýšenou hustotou obyvatel (viz tab. č. 1) vedla k potřebě rozšíření kanalizační sítě i ČOV. Již v roce 1947 došlo k druhé modernizaci bubenečské čistírny, avšak ani tento krok nestačil k pokrytí potřeb Prahy a část odpadních vod odtékala přímo do Vltavy. [6]

V letech 1959-1966 byla postavena nová Ústřední čistírna odpadních vod (dále jen „ÚČOV“) na Císařském ostrově, ale kvůli problémům s mechanickým i biologickým čištěním byla do plného provozu uvedena až v roce 1967. [6] V témže roce byl ukončen provoz staré bubenečské čistírny, která byla v provozu více než 60 let. [8] Z důvodu nedostatečné kapacity proběhla v letech 1974-1985 intenzifikace čistírny, zároveň se začalo jednat o výstavbě nové čistírny, k čemuž nedošlo. V letech 1994-1997 byla provedena druhá intenzifikace ÚČOV. První etapa zahrnovala výstavbu nových dosazovacích nádrží, regenerační nádrže a další. Druhá etapa, jejíž cílem bylo zlepšit kalové hospodářství, neproběhla a čistírna se dostala do problémů. Ty byly vyřešeny dalšími investicemi a opatřeními. Bylo však zřejmé, že tento stav je dlouhodobě neudržitelný a požadavky na dostatečné vyčištění odpadní vody bude nutno řešit rozšířením stávající čistírny nebo výstavbou čistírny nové. [6]

V srpnu roku 2002 postihly ÚČOV katastrofální povodně stoleté vody a vyřadily ji z provozu. Během 2 měsíců se podařilo zprovoznit mechanickou část čistírny. Biologická část byla zprovozněna koncem roku 2002. V r. 2004 schválila městská rada koncept rekonstrukce stávající čistírny a výstavby nové vodní linky. Projekt dostal název „Celková přestavba a rozšíření ÚČOV Praha na Císařském ostrově“. [6] Stavba byla slavnostně zahájena 4.11.2015. [9]

1.2.3 Demografická data, Praha 1922-2001

Vývoj pražské kanalizační sítě přímo souvisí s rozvojem zástavby a počtem obyvatel zde žijících. Hustota zalidnění jednotlivých katastrálních územích (dále jen „k. ú.“) hl. m. Prahy se velmi liší. Mezi nejhustěji obydlená k. ú. patří např. Žižkov, Vinohrady a Nusle s více než 10 000 ob./km². Mezi k. ú. s nejmenší hustotou obyvatel patří např. Zadní Kopanina či Královice s hustotou menší než 200 ob./km². Tyto údaje byly platné v roce 1980 i 2007. [10] Z těchto údajů vyplývá, že v centru města jsou mnohem větší nároky na kanalizační soustavu než v jeho okrajových částech.

Trend vývoje průměrné hustoty obyvatel hl. m. Prahy v letech 1950-2001 má klesající tendenci, jak ukazuje následující tabulka. Avšak neříká nám nic o rozložení obyvatel v jednotlivých částech města a vývoji kanalizační sítě.

rok	počet obyvatel v tis.	rozloha v km ²	hustota (obyv. na 1km ²)
1922	687	170	4 041
1950	933	170	5 488
1961	1 004	189	5 312
1970	1 079	296	3 645
1980	1 182	496	2 383
2001	1169	496	2 357

Tab. 1.2 - Hustota zalidnění v Praze (1922-2001) [10]

1.3. Hospodaření s dešťovými vodami

1.3.1 Principy a zásady HDV

Termín **Hospodaření s dešťovými vodami** je v ČR užíván pro nový přístup ke srážkovým vodám. Z pohledu terminologie je lehce zavádějící, avšak pro návrh odvodnění jsou dešťové vody naprosto zásadní. HDV přistupuje ke srážkovým vodám nikoliv jako k problému, kterého je třeba se co nejrychleji zbavit, ale jako ke zdroji, který je třeba chránit a hospodárně využívat. Tato myšlenka je elementární podstatou HDV. Konceptně se jedná o opačný přístup než ten, který byl dosud aplikován v konvenčním odvodnění. [1]

HDV je soubor opatření, který podporuje čištění, vsakování, evapotranspiraci, zpomalování a transformaci odtoku, zadržování a užívání srážkových vod v blízkosti jejího dopadu na zemský povrch. [1] V širším slova smyslu se jedná nejen o opatření technická, ale i organizační a urbanistická (viz kap. 1.5).

Základem HDV jsou decentrální technická opatření ležící na parcele odvodňované nemovitosti. V konkrétních případech lze jednotlivá opatření řadit za sebe a vytvořit tak semicentrální systém odvodnění. Centrální systémy odvodnění nelze řadit mezi opatření HDV pro nesplnění základní podstaty věci. Decentrální opatření mají, oproti semicentrálním opatřením, výhodu v jednoznačně určeném majiteli a správci. Většina technických opatření

jsou přírodě blízka a snaží se o co nejvěrnější napodobení přírodních odtokových podmínek.
[1]

1.3.2 Důvody pro aplikaci HDV

Samotnému rozhodnutí o změně přístupu ke srážkovým vodám v městském odvodnění a použití principu HDV musí nutně předcházet otázka proč? Důvody proč aplikovat princip HDV lze rozdělit do třech kategorií (bez rozdělení pořadí):

Antropogenní

Příčina: intenzivní nárůst zpevněných ploch, současný nevyhovující konvenční způsob odvodnění nedodržující zásady udržitelného rozvoje

Důsledek: ovlivnění přirozeného odtoku, omezení vsaku a výparu

Přírodní

Příčina: mění se klima

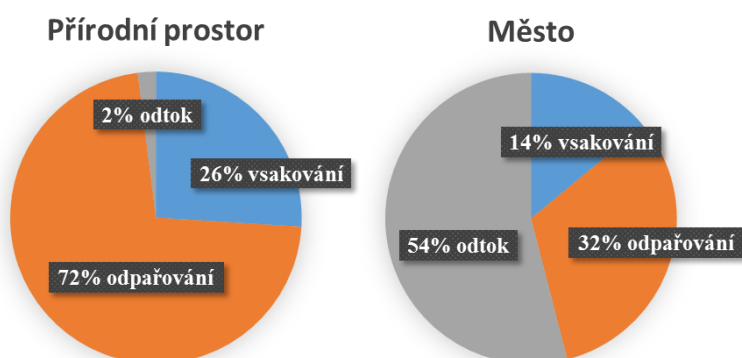
Důsledek: extrémní výkyvy počasí (záplavy, sucha)

Právní

Příčina: potřeba státu reagovat na výše uvedené příčiny a regulovat povrchový odtok

Důsledek: změna Stavebního zákona, Vodního zákona a Zákona o vodovodech a kanalizacích

Následující grafy dokazují značný vliv urbanizace na povrchový odtok, vsak a výpar.



Graf 1.1- Porovnání vodní bilance v přírodním prostoru a ve městě (upraveno z [11])

Vodní režim v ČR je závislý na množství srážek v daných letech a je značně ovlivňován extrémními výkyvy počasí. V období s vyšším úhrnem srážek stoupá množství vodních zdrojů, kdežto v období sucha výrazně klesá. Z morfologických důvodů do ČR přitéká mnohem méně vody, než z ní odtéká, jak dokazuje následující tabulka. Z tohoto a dalších důvodů je nezbytně nutné zpomalit povrchový odtok ze zemědělských a urbanizovaných ploch.

Položka	Roční hodnoty – mil. m ³							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Srážky	48 818	58 676	68 692	49 449	54 812	57 336	51 815	41 957
Evapotranspirace	37 394	44 090	46 824	35 511	42 239	38 296	41 542	32 165
Roční přítok ¹⁾	462	714	781	482	492	845	388	398
Roční odtok ²⁾	11 886	15 300	22 649	14 420	13 065	19 885	10 661	10 190
Zdroje povrchových vod ³⁾	4 503	5 112	8 788	5 770	5 195	6 626	5 273	3 591
Využitelné zdroje podzemních vod ⁴⁾	1 209	1 266	1 594	1 340	1 311	1 657	1 077	939

Pramen: ČHMÚ

Pozn.: ¹⁾ Roční přítok na území ČR z okolních států.

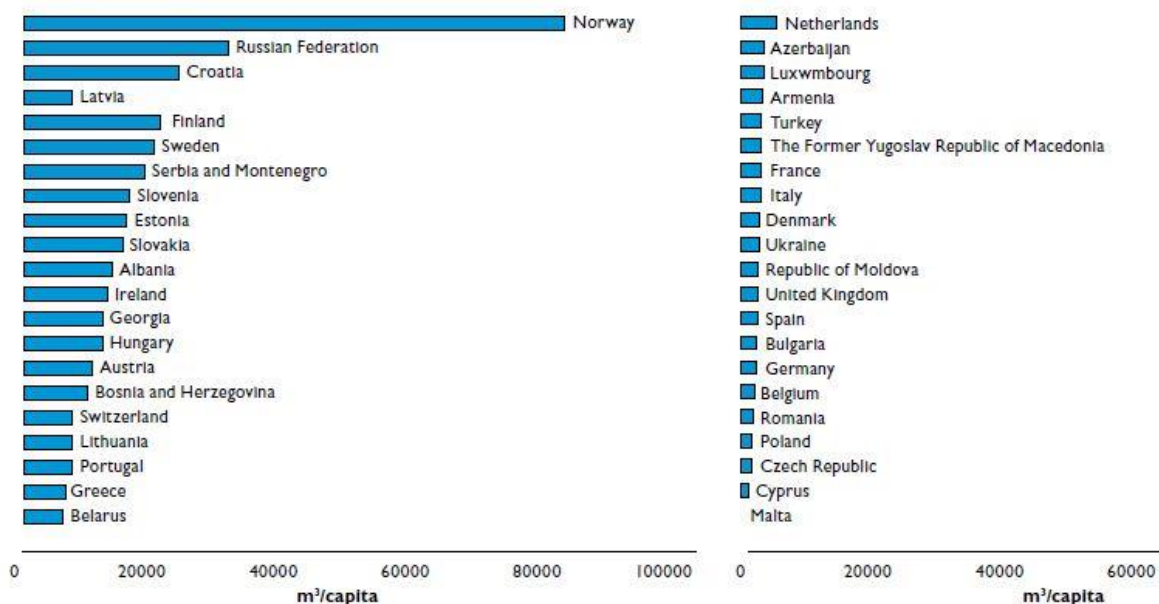
²⁾ Roční odtok z území ČR.

³⁾ Určuje se jako průtok v hlavních povodích s 95 % zabezpečeností.

⁴⁾ Jedná se o kvalifikovaný odhad, upřesnění je publikováno ČHMÚ až v II. pololetí 2016.

Tab. 1.3 - Obnovitelné vodní zdroje v letech 2008-2015 (dostupné z [12])

Dalším důvodem pro snížení povrchového odtoku a zadržení většího množství vody v povodí je fakt, že ČR má 3. nejnižší zásoby disponibilních vodních zdrojů z celé Evropy.



Graf 1.2 - Disponibilní vodní zdroje v různých zemích (zdroj: EEA - Istanbul, 2009)

1.3.3 Použití HDV ve stávající zástavbě

Použití principů HDV ve stávající zástavbě je poměrně komplikované hned z několika důvodů.

Srážkové vody odváděné z obytné zástavby, místních komunikací a některých dalších ploch jsou dle zákona o vodovodech a kanalizacích osvobozeny od poplatků za vodné a stočné. Soukromí majitelé nemovitostí tak nemají motivaci principy HDV zavádět. Jedinou výjimku tvoří zákonná povinnost při změně stavby nebo změně využití stavby. U nemovitostí ve vlastnictví města (např. domy a místní komunikace) je situace odlišná. Výstavbou objektů HDV může město snížit odtok a tím odlehčit stokové síti v místě jejího přetěžování a oddálit či eliminovat nutnost jejího zkapacitnění. [13]

Dalším zásadním problémem ve stávající zástavbě je nedostatek místa pro umístění zařízení HDV. Většinou nelze ovlivnit prostorové, výškové a sklonové poměry odvodňovaných ploch. Toto je způsobeno faktem, že při tvorbě současných územních plánů měst nebylo většinou s principy HDV počítáno. [1]

Tato diplomová práce se dále věnuje pouze použití HDV ve stávající zástavbě.

1.3.4 Použití HDV v nové zástavbě

Zatímco u aplikace HDV v zastavěných oblastech je nutné jednotlivá opatření a objekty vždy přizpůsobit stávajícím podmínkám, při aplikaci HDV v nové zástavbě je situace naprosto opačná. U nové zástavby je možno ovlivnit územní plán obce tak, aby bylo možno na stavebních parcelách co nejlépe a nejjednodušeji aplikovat zásady HDV. Možnost ovlivnění uspořádání ploch a jejich výškových poměrů ve vztahu k odvodňovaným stavbám situaci značně zjednodušuje. [1]

1.3.5 Použití HDV dle typu plochy

střechy budov	
zpevněné plochy v okolí budov	
manipulační a skladovací plochy	
parkoviště	
pozemní komunikace	DP se dále věnuje pouze těmto plochám
chodníky	

Tab. 1.4 - Typy ploch vhodných k odvodnění pomocí opatření HDV

1.3.6 Výhody a nevýhody HDV, trvale udržitelný rozvoj

Z důvodu zásadního významu DSO pro HDV jsou výhody i nevýhody sepsány společně. DSO je podmnožinou HDV a slouží k dosahování jeho cílů.

Výhody HDV-DSO

- + řešení problému v blízkosti dopadu srážek na zemský povrch
- + zpomalení a transformace odtoku srážkové vody
- + snížení zátěže na stokový systém
- + podpora vsaku a výparu srážkové vody
- + dodržování zásad trvale udržitelného rozvoje
- + zlepšování ŽP obyvatel měst
- + snížení poplatků za vypouštění srážkových vod v případě jejich zpoplatnění

Nevýhody HDV-DSO

- nedůvěra ze strany obyvatel i správních orgánů
- v ČR zatím pouze odhadovaná životnost objektů
- v ČR pouze malé zkušenosti (v zahraničí již od 70. let 20. stol [1])
- v ČR nízké zkušenosti firem s realizací objektů HDV
- nové náklady pro majitele nemovitostí
- povinnost udržovat zařízení provozuschopné (majitel stavby)
- část odpovědnosti za protipovodňovou ochranu přechází na soukromé osoby
- trvající povinnost napojení na stokový systém nebo recipient

Trvale udržitelný rozvoj

Dle § 6 odst. 1 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí je trvale udržitelný rozvoj definován takto:

Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.

Dodržování principů HDV podporuje trvale udržitelný rozvoj v těchto případech:

- a) životní prostředí v urbanizovaných oblastech

Opatření HDV zvyšují množství zeleně (tráva, stromy, keře) ve městech. To přispívá ke snížení prašnosti, zvýšení výparu (ochlazování), stínění, zlepšení mikroklimatu a životních podmínek obecně. Mezi nezanedbatelné vlivy také patří pozitivní vliv na psychiku člověka.

b) kvalita a kvantita vody v urbanizovaných oblastech

Díky zpomalování povrchového odtoku, čištění vody a podpoře vsaku pomáhají opatření HDV zvyšovat množství i kvalitu povrchových a podzemních vod.

c) nemovitosti (ochrana před povodněmi, snížení zátěže kanalizační sítě)

Opatření HDV přispívají k ochraně nemovitostí před lokálními záplavami. Dalším důležitým aspektem je snížení zátěže na kanalizační systém. Přímým důsledkem je méně časně přetěžování a vyšší životnost kanalizační sítě.

1.4. Znečištění srážkových vod

1.4.1 Typy znečištění a jejich zdroj

Srážkové vody odtékající ze zpevněných ploch (komunikací, parkovišť atd.) jsou znečištěny látkami vyskytujícími se v atmosféře a dále látkami, které se uvolňují při užívání odvodňovaných ploch a látky pocházející z odvodňovaných povrchů samotných. Látkami pocházející z atmosféry, jsou především jemné částice, těžké kovy, organické sloučeniny (např. benzo-a-pyren) a živiny (dusík a fosfor). [2]

Významným zdrojem znečištění pozemních komunikací je automobilová doprava. Ta způsobuje znečištění pevnými částicemi, sloučeninami olova, pohonnými hmotami a oleji. Z pneumatik se uvolňují částičky obsahující zinek a uhlovodíky. Běžným opotřebením povrchu vozovky se z ní uvolňují minerální částice, dehet, uhličitany, kovy a jemné usazeniny. Při zimní údržbě se na komunikaci aplikují posypové soli (chloridy), které obsahují i další nečistoty. [4] Velkou pozornost je nutno věnovat zvýšenému riziku úniku provozních kapalin a přepravovaných materiálů při špatném technickém stavu nebo dopravní nehodě vozidla. Toto může způsobit bodové, liniové i plošné znečištění značného rozsahu a musí být bráno v potaz při návrhu čištění srážkových vod.

V okolí chodníků, pozemních komunikací a parkovišť lze pozorovat zvýšené množství povalujících se odpadů různého složení. Toto znečištění je způsobeno leností, nekázní a nezájmem občanů.

Domácí a divoká zvířata způsobují organické znečištění (moč a výkaly), které může být zdrojem infekčních onemocnění. Další organické a mechanické znečištění je způsobenou odumřelou vegetací či zbytky z úpravy zeleně (tráva, listy, větve). [4]

Z povrchu budov, městského mobiliáře a dalších objektů se vlivem povětrnostních vlivů (slunce, mráz, déšť, vítr) uvolňují kousky betonu, cihel, skla, kovů, dřeva, barev atd. Velmi problémové je uvolňování toxických látek z nátěrových hmot a kovových povrchů. [4]

Typické znečišťující látky a míra znečištění jednotlivých typů ploch jsou uvedeny v následující tabulce.

Typ plochy		Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy	Uhlovodíky	Organické znečištění, BSK ₅	Živiny N, P	Patogenní mikroorganismy	Chloridy
Komunikace pro chodce a cyklisty		●●	●	○/●	○/●	●	●	●	○/●
Pozemní komunikace	málo frekventované ^a (příjezdy k domům)	●●	●	●	●	●	●	●	●
	středně frekventované ^b	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●●
	vysoce frekventované ^c	●●	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●●
○		neznečištěná srážková voda							
●		mírně znečištěná srážková voda							
●●		středně znečištěná srážková voda							
●●●		vysoce znečištěná srážková voda							
/		až							
^a		< 300 automobilů za 24 h, např. příjezdy k domům a místní komunikace v obytné zástavbě							
^b		300 automobilů až 15 000 automobilů za 24 h							
^c		nad 15 000 automobilů za 24 h, obvykle dálnice a rychlostní silnice							

Tab. 1.5 - Typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch a očekávané znečištění srážkových vod (část tabulky z [2])

1.4.2 Odstranění znečišťujících látek

Důležitým předpokladem pro správné fungování systému HDV je, aby podzemní a povrchové vody nebyly znečišťovány srážkovými vodami odtékajícími z objektů HDV. Naprostou většinu znečišťujících látek je možné ze srážkového odtoku odstranit pomocí vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvy či technických opatření vhodně zvolených dle TNV 75 9011. Výjimku tvoří chloridy, které dle výše uvedené normy ze srážkových vod nelze účinně odstraňovat. [2] Dle dokumentu Solení vozovek z pohledu HDV je nejbezpečnějším způsobem, pro nakládání s dešťovým odtokem znečištěným chloridy, velkoplošné vsakovací zařízení s dostatečně mocnou (min. 30 cm) zatravněnou humusovou vrstvou. [14]

Kromě technických opatření, která likvidují následek znečištění, lze efektivně omezit některé příčiny znečištění pomocí organizačních opatření. Jako příklady lze uvést omezení kamionové dopravy v centrech měst, zamezení vjezdu vozidel, nesplňujících daná kritéria, do určité oblasti, omezení použití toxických nátěrových hmot, omezení použití posypových solí, častější čištění pozemních komunikací a další.

1.5. Typy opatření HDV

1.5.1 Urbanisticko-architektonická

Jednotný a koncepční přístup ke srážkové vodě v urbanizovaných oblastech souvisí především se zapracováním principů HDV do územních plánů (dále jen „ÚP“) obce. V současné době nemá většina obcí principy HDV do ÚP zapracovány. [1]

Ve stávající zástavbě lze, pomocí urbanisticko-architektonických opatření, ovlivnit některé faktory podporující principy HDV. Jedná se např. o tato opatření. Snížení počtu parkovacích míst v ulicích. Omezení velikosti parkovišť u obchodů či obchodních domů. Omezení nové výstavby na prolukách a stávajících zelených plochách. Snížení počtu pozemků, u nichž je měněn účel využití na stavební pozemek. Revitalizace brownfieldů. Změna prostorového uspořádání stávajících pozemních komunikací a technické infrastruktury.

Cílem těchto opatření je snížení počtu nepropustných ploch a jejich změna na propustné či polopropustné. Změna prostorového uspořádání stávajících pozemních komunikací pro

získání dostatečného prostoru pro umístění zařízení HDV. Snaha o zamezení zániku stávajících přírodních ploch.

1.5.2 Organizační

Z důvodu zásadních změn ve vodním hospodářství během několika posledních let, je nutné na tento obor přestat nahlížet pouze z technického hlediska. Z důvodu jednoduché, funkční a bezproblémové aplikace principů HDV na úrovni města, je nutné přijmout některá organizační opatření převážně neinvestičního charakteru. Technická opatření investičního charakteru většinou řeší lokální problémy na stokové síti. Organizační opatření vytváří pravidla a metodické postupy, které podporují koncepční přístup k vodnímu hospodářství obce a k zavádění systému HDV. [1]

Správní opatření

Pro dodržování principů HDV a platné legislativy je důležitá spolupráce mezi místní samosprávou a státní správou. Zástupci místní samosprávy mohou pomocí stavebních standardů specifikovat požadavky dané zákonem nebo příslušnými normami tak, aby vyhovovali místním podmínkám. Odpovědnost za důsledné dodržování parametrů HDV stanovených v těchto standardech leží na státní správě. Pro zamezení rozdílných postojů obecních a krajských úřadů je vhodné sjednotit jejich výklad legislativy související s HDV. Toto se týká především otázky, zda jsou objekty HDV vodními díly či nikoliv, dále je-li nutné dokládat nevhodné vsakovací podmínky podrobným hydrogeologickým průzkumem a další nejednotně vykládané části zákona viz 1.7.2. [1]

Provozně-správní opatření

Kontrola dodržování nové koncepce odvodnění dle principů HDV ve větších městech je natolik složitý a komplexní proces, že jednotlivý úředníci ho nejsou schopni uspokojivě zvládnout. Pro tuto činnost by mělo město zřídit pozici správce vodohospodářské koncepce města, který bude prosazovat a dohlížet na dodržování principů HDV. Dále by měl správce evidovat stavby odvodňované pomocí systému HDV. [1]

Město by dále mělo mít stanoveného provozovatele objektů HDV ve svém vlastnictví. Tento subjekt by měl na starost nejen údržbu objektů HDV, ale měl by se také aktivně podílet na schvalovacím procesu, kolaudaci a přebírání stavby do provozu. Provozovatel by měl být

dobře obeznámen s problematikou HDV a měl by mít k dispozici zpracované provozní řády těchto objektů. [1]

1.5.3 Technická

Polopropustné a propustné zpevněné povrchy

Nejedná se o opatření HDV v pravém slova smyslu, ale podporují koncept HDV. Tyto plochy mohou významně přispět ke snížení objemu a zpomalení rychlosti povrchového odtoku.

TNV 75 9011 přímo podporuje rozvoj těchto ploch a omezování nepropustných ploch. Doporučuje použití kamenných a betonových dlažeb s pískovými spárami, zatravnovací dlažbu, porézní asfalty a další. [2]

Vsakovací zařízení bez regulovaného odtoku (Typ A)

- dostatečně propustné podloží
- prázdnění objektu se provádí vsakováním do podloží
- bezpečností přeliv je zaústěný do vodního toku nebo jednotné kanalizace

Vsakovací zařízení s regulovaným odtokem (Typ B)

- nedostatečně propustné podloží
- prázdnění objektu se provádí vsakováním do podloží a regulovaným odtokem do vodního toku nebo jednotné kanalizace
- regulovaný odtok max. 3 l/s.ha (dle TNV 75 9011)
- bezpečností přeliv je zaústěný do vodního toku nebo jednotné kanalizace

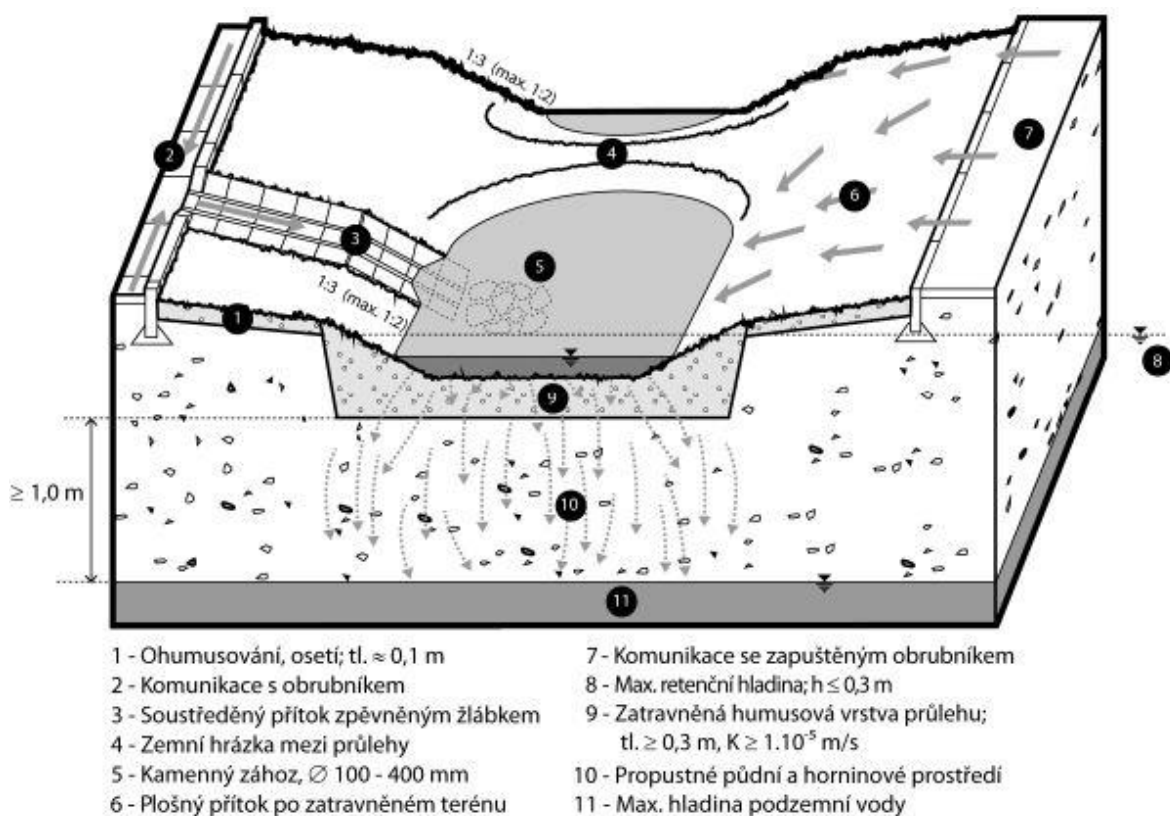
Retenční zařízení s regulovaným odtokem

- vsakování není možné nebo je nebezpečné z důvodu znečištění podloží
- prázdnění objektu se provádí pouze regulovaným odtokem do vodního toku nebo jednotné kanalizace
- regulovaný odtok max. 3 l/s.ha (dle TNV 75 9011)
- bezpečností přeliv je zaústěný do vodního toku nebo jednotné kanalizace

Dále jsou popsány vybrané objekty HDV vhodné pro umístění v blízkosti pozemní komunikace a chodníků.

Vsakovací průleh (Typ A)

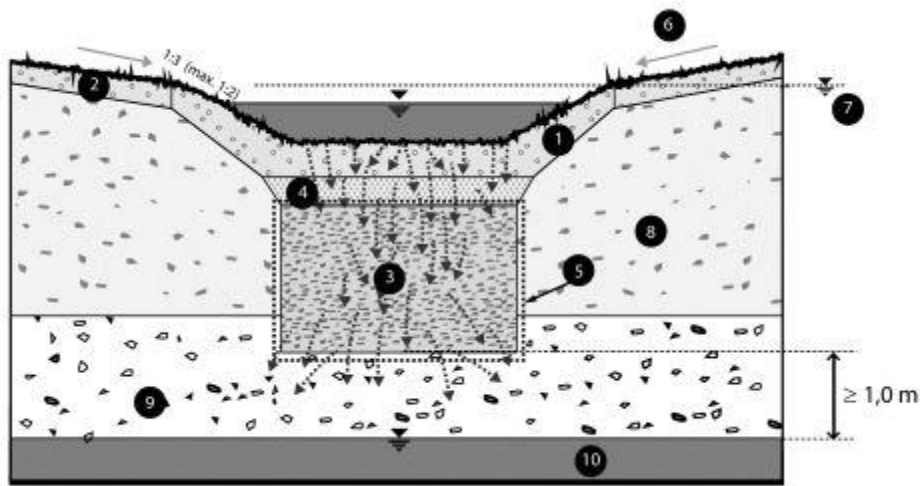
Povrchový vsakovací objekt s povrchovým přítokem a retenčním prostorem. Vsakování vody probíhá přes zatravněnou humusovou vrstvu, která slouží jako čistící médium. Vhodné i pro vysoce frekventované pozemní komunikace. [2]



Obr. 1.1 - Vsakovací průleh (zdroj [2])

Vsakovací průleh-rýha (Typ A)

Kombinovaný povrchový a podzemní vsakovací objekt s retenčním prostorem. Podzemní retenční prostor slouží pro navýšení retenčního objemu zařízení a pro vsakování do propustného podloží. Vsakování vody probíhá přes zatravněnou humusovou vrstvu, která slouží jako čistící médium. Poté je voda vsakována v prostoru rýhy. Vhodné i pro vysoce frekventované pozemní komunikace. Rýha je vyplněna štěrkem nebo prefabrikovanými bloky. [2]

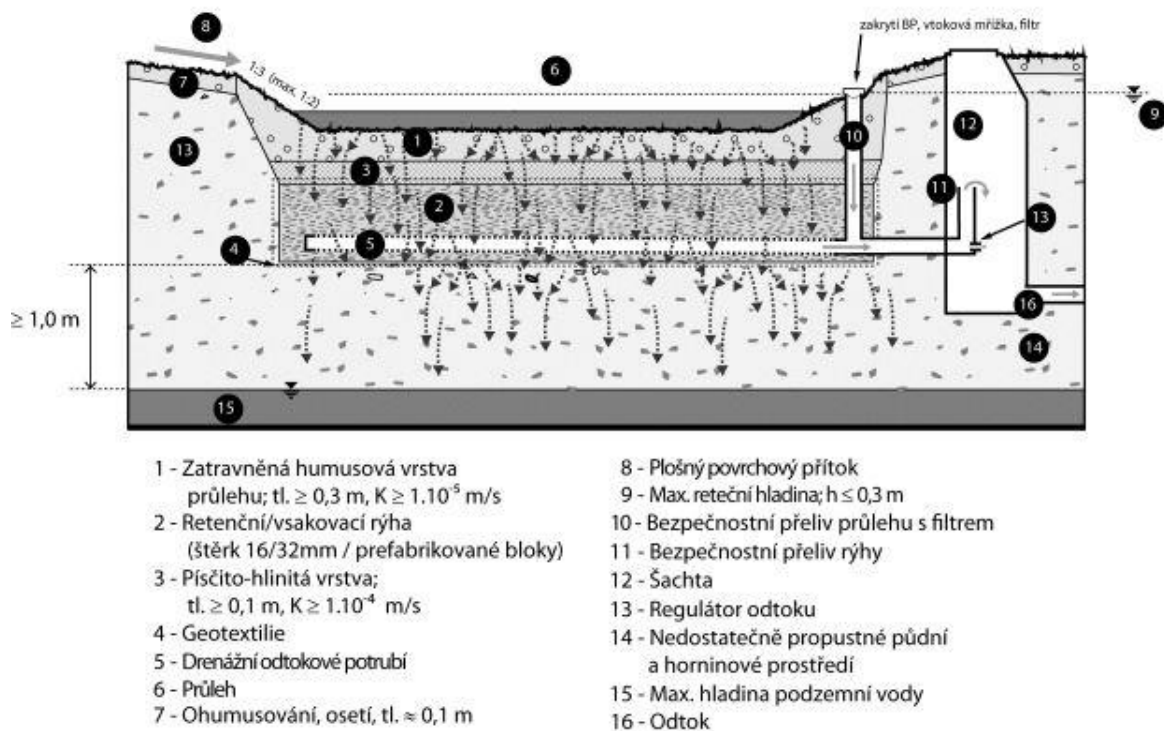


- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s | 5 - Geotextilie |
| 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m | 6 - Plošný povrchový přítok |
| 3 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 7 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 4 - Píščito-hlinitá vrstva, tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1 \cdot 10^{-4}$ m/s | 8 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| | 9 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| | 10 - Max. hladina podzemní vody |

Obr. 1.2 - Vsakovací průleh-rýha (zdroj [2])

Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem (Typ B)

Kombinovaný povrchový a podzemní vsakovací objekt s retenčním prostorem a regulovaným odtokem. Podzemní retenční prostor slouží pro navýšení retenčního objemu zařízení a pro vsakování do propustného podloží. Také je v něm uloženo drenážní odtokové potrubí pro odtok vody do recipientu, z důvodu nedostatečného vsakovacího výkonu. Vsakování vody probíhá přes zatravněnou humusovou vrstvu, která slouží jako čistící médium. Poté je voda vsakována v prostoru rýhy. Vhodné i pro vysoce frekventované pozemní komunikace. Rýha je vyplněna štěrkem nebo prefabrikovanými bloky. [2]



Obr. 1.3 - Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem (zdroj [2])

Další objekty

Další vsakovací objekty, jako např. vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem a vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem a regulovaným odtokem je možné použít pouze u málo frekventovaných pozemních komunikací. Dále je u nich nutné použít další předčištění, např. kalovou jímku a odlučovač lehkých kapalin.

Další vsakovací a retenční objekty a nutnost doplnění předčištění vod jsou uvedeny v TNV 75 9011.

Zásady navrhování vsakovacích zařízení pro vsakování srážkových vod z pozemních komunikací dle ČSN 75 9010 [3]:

- Dno průlehů a povrchových vsakovacích příkopů podél komunikace by mělo být min. 100 mm pod úrovní komunikací.
- Povrchová vsakovací zařízení by měla být chráněna před pojezdem vozidly.
- Maximální hloubka vody v těchto zařízeních by neměla přesáhnout 0,5 m. Pokud není toto splněno, je nutno navrhnout ochranná opatření proti utonutí. TNV 75 9011 udává max. hloubku vody u většiny povrchových objektů 3 m.

1.6. Právní rámec HDV v legislativě ČR

Základní právní rámec pro plánování v oblasti vod je v legislativě ČR zakotven v těchto dokumentech:

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

Politika územního rozvoje ČR

Národní plány povodí

Plány zvládnutí povodňových rizik

1.6.1 Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (dále jen „Strategie“) byla schválena vládou ČR v říjnu 2015 a je připravena na období 2015-2020. Tento dokument představuje nejen analýzu předpokládaných dopadů změny klimatu, ale i adaptační kroky a příklady vhodných opatření. Dále navrhuje nutné legislativní a ekonomické změny. Strategie se zabývá 10 prioritními oblastmi, které budou nejvíce ovlivněny změnami klimatu. Mezi oblasti, které se zabývají HDV a zohledňují jejich vliv, patří Vodní režim v krajině a vodní hospodářství a Urbanizovaná krajina. [15]

Vodní režim v krajině a vodní hospodářství – vybraná doporučení

Podpořit účinnými nástroji (legislativními, finančními, regulačními) vsakování dešťových srážek a systémy zachycování a opětovného využívání dešťových srážek ze zpevněných ploch v urbanizovaných územích s cílem zvýšit retenci vody v krajině a posílit vodní zdroje. Zvážit možnosti alternativních způsobů hospodaření s vodními zdroji např. formou řízené umělé infiltrace. [16, s. 37]

Nenapojovat nové srážkové vody na stávající odvodňovací systémy (zejména jednotnou kanalizaci) a snižovat množství v současnosti již napojených nepropustných ploch. [16, s. 39]

Plošné zpoplatnění odvádění srážkových vod a cílené využití takto získaných prostředků ke zlepšení hospodaření se srážkovými vodami. [16, s. 39]

Urbanizovaná krajina – vybraná doporučení

Zajistit udržitelné hospodaření s vodou (zasakování či využívání srážkových vod, úsporná opatření) ... [16, s. 45]

Opatření k minimalizaci povrchového odtoku zahrnuje celou řadu dílčích opatření jako je zachování vodních ploch a obnova přírodě blízkých vodních ploch (vodních toků, mokřadů, jezírek, tůní aj.), ochrana cenných vodních a mokřadních ekosystémů, realizace členitých přírodních ploch a ploch s prvky vegetace. [16, s. 46]

...zvysování podílu ploch s propustným povrchem v sídlech (přeměnou vhodných ploch s dosud nepropustným povrchem). Dále upřednostnění realizace propustných povrchů na nových zpevněných plochách, což vede k zachování propustnosti povrchu (lze využít zatravnovacích dlaždic, štěrkových trávníků, propustných nebo částečně propustných dlažeb apod.) [16, s. 46]

Tato adaptační opatření mohou významnou měrou přispět k rozvoji a dodržování principů HDV. Nutnou podmínkou pro splnění těchto předpokladů je dodržování Strategie a důsledné vymáhání zákonů spjatých s HDV ze strany orgánů státní správy a místní samosprávy.

1.6.2 Politika územního rozvoje ČR

Politika územního rozvoje ČR je koncepční dokument strategického charakteru, který je závazný pro územní plánování v celostátním měřítku. Dne 15. dubna 2015 schválila vláda ČR usnesení číslo č. 276, kterým vstoupila v platnost Aktualizace č. 1 Politiky územního rozvoje České republiky. [17]

Z pohledu HDV je důležitý bod 25 v kapitole 2, nazvané Republikové priority územního plánování pro zajištění udržitelného rozvoje území, který říká:

Vytvářet podmínky pro preventivní ochranu území a obyvatelstva před potenciálními riziky a přírodními katastrofami v území (záplavy, sesuvy půdy, eroze, sucho atd.) s cílem minimalizovat rozsah případných škod. Zejména zajistit územní ochranu ploch potřebných pro umístování staveb a opatření na ochranu před povodněmi a pro vymezení území určených k řízeným rozlivům povodní. Vytvářet podmínky pro zvýšení přirozené retence srážkových vod v území s ohledem na strukturu osídlení a kulturní krajinu jako alternativy k umělé akumulaci vod. [17, s. 15]

V zastavěných územích a zastavitelných plochách vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využívání dešťových vod jako zdroje vody a s cílem zmírňování účinků povodní. [17, s. 15]

Z výše uvedené citace vyplývá rámcová podpora systému HDV z pohledu územního rozvoje ČR.

1.6.3 Národní plány povodí

Národní plány povodí byly schváleny vládou ČR v prosinci 2015 usnesením č. 1083. Tyto zásadní dokumenty v oblasti strategie a plánování v oblasti vod jsou vydávány Ministerstvem zemědělství v souladu s ustanovením § 25 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Hlavní cíle jsou stanoveny v § 24 odst. 4 vodního zákona:

Národní plány povodí stanoví cíle:

- a) pro ochranu a zlepšování stavu povrchových a podzemních vod a vodních ekosystémů,*
- b) ke snížení nepříznivých účinků povodní a sucha,*
- c) pro hospodaření s povrchovými a podzemními vodami a udržitelné užívání těchto vod pro zajištění vodohospodářských služeb a*
- d) pro zlepšování vodních poměrů a pro ochranu ekologické stability krajiny... [18]*

Národní plány povodí Labe, Dunaje a Odry jsou doplněny celkem o 10 plánů dílčích povodí. V národním plánu Labe kapitole IV. Cíle jsou, mimo jiné, uvedeny tyto rámcové cíle:

- snižovat množství srážkových vod odváděných jednotnou i oddílnou dešťovou kanalizací [19, s. 17]*
- snižovat množství odváděných balastních vod, resp. podzemních vod infiltrujících do stokových systémů, odváděných jednotnou, oddílnou splaškovou i dešťovou kanalizací minimálně do úrovně ekonomicky odůvodnitelných finančních nákladů [19, s. 17]*
- uplatňovat důsledně v generelech odvodnění urbanizovaných území i v územním plánování a ve všech typech jednotlivých územních a stavebních řízení koncepci nakládání s dešťovými vodami, umožňující jejich zadržování, vsakování i přímé užívání [19, s. 24]*

V Národních plánech povodí Dunaje a Odry jsou tyto body uvedeny velmi podobně.

1.6.4 Plány pro zvládání povodňových rizik

Plány pro zvládání povodňových rizik byly schváleny vládou ČR v prosinci 2015 usnesením č. 1082. Tyto plány tvoří tři klíčové koncepční dokumenty pro zvládání povodňových rizik v povodí Labe, Dunaje a Odry.

Jedním z cílů, pro snížení míry povodňového nebezpečí, který je uveden ve všech třech dokumentech je tento bod:

- Uplatňováním vhodných principů hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaných územích, které pokud možno napodobují přirozené hydrologické poměry území před zástavbou. [20, s. 43]

Z výše uvedených rámcových cílů obsažených v Plánech národních povodí, Plánech pro zvládání povodňových rizik, doporučení ve Strategii přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR a prioritách v Politice územního rozvoje ČR vyplývá, že rámcový způsob nakládání se srážkovými vodami, podporující HDV v ČR, je v nejvyšších legislativních dokumentech ČR obsažen.

1.7. HDV a legislativa ČR

Tato kapitola uvádí nejdůležitější části zákonů týkající se HDV v souvislosti s pozemními komunikacemi.

1.7.1 Stavební zákon a související vyhlášky

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

Upravuje, mimo jiné, zda stavba podléhá stavebnímu povolení či ohlášení stavby. Z hlediska HDV je důležitá následující vyhláška,

Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území

V § 20 odst. 5 této vyhlášky jsou určeny priority pro volbu způsobu odvodnění stavebního pozemku:

Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo 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

Připojení staveb na sítě technického vybavení je upraveno § 6 odst. 4:

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.

Dle této vyhlášky musí být veškeré srážkové vody z odvodňované stavby, které nelze využít nebo vsáknout do podzemí, odvedeny do povrchových vod nebo kanalizace (primárně dešťové).

Z toho vyplývá, že stavby, které nemají zajištěné napojení regulovaného odtok z retenčních objektů a přepadu z bezpečnostních přelivů do povrchových vod, jsou nezákonné stavby.

1.7.2 Vodní zákon

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

Z pohledu HDV je nejdůležitější vymezení pojmů povrchové vody a nakládání s povrchovými vodami, které je uvedeno v § 2:

(1) Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.

... (9) Nakládáním s povrchovými nebo podzemními vodami je jejich vzdouvání pomocí vodních děl, využívání jejich energetického potenciálu, jejich využívání k plavbě nebo k plavení dřeva, k chovu ryb nebo vodní drůbeže, jejich odběr, vypouštění odpadních vod do nich a další způsoby, jimiž lze využívat jejich vlastnosti nebo ovlivňovat jejich množství, průtok, výskyt nebo jakost.

Základní povinnosti při nakládání s vodami jsou dle § 5 odst. 3 tyto:

Při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání jsou stavebníci povinni podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním, čištěním, popřípadě jiným zneškodňováním odpadních vod z nich v souladu s tímto zákonem a zajistit vsakování nebo zadržování a odvádění povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby (dále jen „srážkové vody“) v souladu se stavebním zákonem. Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby.

Dle § 38 odst. 2:

... Odpadními vodami nejsou ani srážkové vody z pozemních komunikací, pokud je znečištění těchto vod závadnými látkami řešeno technickými opatřeními podle vyhlášky, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích.

Dle §55 odst. 1:

Vodní díla jsou stavby, které slouží ke vzdouvání a zadržování vod, umělému usměrňování odtokového režimu povrchových vod, k ochraně a užívání vod, k nakládání s vodami, ochraně před škodlivými účinky vod, k úpravě vodních poměrů nebo k jiným účelům sledovaným tímto zákonem ...

Dle této definice jsou objekty HDV vodními díly. V případě pochybností rozhoduje příslušný vodoprávní úřad.

1.7.3 Zákon o vodovodech a kanalizacích a související vyhlášky

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Dle § 1, odst. 4:

Tento zákon se nevztahuje na

... b) oddílné kanalizace sloužící k odvádění povrchových vod vzniklých odtokem srážkových vod,...

Osvobození od platby stočného pro pozemní komunikace je definováno v § 20, odst. 6:

Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací ...

Vyhláška č. 428/2001, kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Předepisuje návrh stokových sítí dle ČSN EN 752 Odvodňovací systémy vně budov, která nereflektuje aplikaci opatření HDV. Vzniká tak povinnost budovat předimenzované uliční stoky, čímž je popřen jeden z podstatných přínosů HDV. [1]

1.7.4 Zákon o pozemních komunikacích

Zákon č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích

Dle § 12:

(1) Součástmi dálnice, silnice a místní komunikace jsou

... c) tunely, galérie, opěrné, zárubní, obkladní a parapetní zdi, tarasy, násypy a svahy, dělicí pásy, příkopy a ostatní povrchová odvodňovací zařízení, silniční pomocné pozemky,

... (3) Kanalizace, včetně úprav k odvádění vody, lapolů a sedimentačních nádrží, je součástí dálnice, silnice nebo místní komunikace jen tehdy, slouží-li výlučně k odvádění povrchových vod z této komunikace. V ostatních případech je součástí pouze dešťová vpust' s šachtou a přípojkou do kanalizačního řádu.

1.7.5 Pražské stavební předpisy

Nařízení č. 10/2016 Sb. hl. m. Prahy

Dne 1.8.2016 vstoupilo v platnost nařízení č. 10/2016 Sb. hl. m. Prahy, které v §38 definuje hospodaření se srážkovými vodami na území hl. m. Prahy.

§ 38

Hospodaření se srážkovými vodami

(1) Každá stavba a stavební pozemek musí mít vyřešeno hospodaření se srážkovými vodami:

a) přednostně jejich vsakováním, pokud to hydrogeologické poměry, velikost pozemku a jeho výhledové využití prokazatelně umožní a pokud nejsou vsakováním ohroženy okolní stavby a pozemky,

b) pokud prokazatelně není možné vsakování, tak jejich zadržováním a regulovaným odváděním oddílným systémem k odvádění srážkových vod do vod povrchových, nebo

c) pokud prokazatelně není možné vsakování ani odvádění do vod povrchových, tak jejich zadržováním a regulovaným odváděním do jednotné kanalizace.

(2) Minimální retence (celkový objem retenování, opatření, jako jsou průlehy v zeleni, otevřené příkopy, vegetační střechy, nádrže, retenční potrubí nebo trubní retence aj.) pro regulované odvádění srážkových vod musí být taková, aby nedocházelo k většímu odtoku než 10 l/s z hektaru plochy pozemku při třicetiminutovém dešti desetiletém, nestanoví-li správce toku jinak.

(3) Vsakování nebo odvádění srážkových vod podle odstavců 1 a 2 musí být řešeno na stavebním pozemku, v rámci společně řešeného celku, případně v rámci širšího území, pro něž je vsakování nebo odvádění srážkových vod řešeno společně územním nebo regulačním plánem. Retenční opatření podle odstavce 2 musí být umístěna nad hladinu záplavy, nejedná-li se o retenční opatření pro stavební pozemky nebo části stavebních pozemků v záplavových územích.

1.8. HDV a technické normy

1.8.1 ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod

Dle této normy je možné navrhovat vsakovací zařízení. Oproti TNV 75 9011 má následující nedostatky:

- neřeší problematiku HDV komplexně, věnuje se pouze vsakovacím zařízením
- maximální dobu prázdnění vsakovacích zařízení udává 72 hod
- nepopisuje kategorii nepřipustných vod

1.8.2 TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami

Dle této normy je možné navrhovat, schvalovat, povolovat, stavět, kolaudovat a přebírat do provozu odvodnění staveb dle principů HDV. Základní charakteristiky této normy.

- řeší problematiku HDV komplexně, věnuje se vsakovacím i retenčním zařízením
- maximální dobu prázdnění vsakovacích zařízení udává 24 hod
- maximální specifický odtok 3 l/s.ha
- překročení retenční kapacity objektu max. jednou za 5 let
- obsahuje detailní nákresy jednotlivých zařízení

1.8.3 ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací + změna Z1

Určuje prostorové uspořádání místních komunikací. Upravuje odvodnění místních komunikací, případně odkazuje na ČSN 73 6101 a ČSN 75 6101.

1.9. Faktory ovlivňující návrh objektů HDV

Při návrhu a výstavbě jakékoliv stavby, včetně objektů HDV, je nutné zohlednit veškeré faktory, které by mohly ovlivnit stavbu nebo které by mohli být stavbou ovlivněny. Tyto faktory lze rozdělit na nehmotné (pravidla určená legislativou) a hmotné (fyzické vlastnosti místa stavby). Zde uvedené nehmotné faktory jsou vztaženy k výstavbě obecně. Hmotné faktory jsou specifikovány konkrétně pro objekty HDV.

Faktory nehmotné:

- ochranná pásma vodních zdrojů
- ochrana přírody a krajiny
- památky a památkově chráněná území
- majetkoprávní vztahy
- územní plán

Faktory hmotné:

- IS a jejich ochranná pásma
- velikost odvodňované plochy
- materiál odvodňované plochy
- sklon odvodňované plochy
- znečištění srážkových vod
- vlastnosti podloží
- prostor pro umístění objektu
- okolní zástavba
- srážková data

1.9.1 Faktory nehmotné

Ochranná pásma vodních zdrojů

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), vymezuje (mimo jiné) ochranná pásma vodních zdrojů. Z hlediska provádění stavební činnosti je důležitý § 17 odst. 1 písm. e), který nařizuje, že stavby v ochranných pásmech vodních zdrojů musí mít souhlas vodoprávního úřadu.

Ochrana přírody a krajiny

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, vymezuje (mimo jiné) ochranu níže uvedených prvků. Při jakékoliv stavební činnosti zasahující do ochranných pásem nebo přímo ovlivňující tyto prvky, je třeba respektovat omezení daná zákonem a požadavky orgánů ochrany přírody a krajiny.

- zvláště chráněná území
- Natura 2000
- významný krajinný prvek

- památné stromy
- územní systém ekologické stability

Památky a památkově chráněná území

Zákon č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, vymezuje (mimo jiné) ochranu kulturních památek, případně jejich souborů, uvedených níže. Při jakékoliv stavební činnosti zasahující do ochranných pásem nebo přímo ovlivňující tato území nebo památky, je třeba respektovat omezení daná zákonem a požadavky orgánů státní památkové péče.

- národní kulturní památky a jejich ochranné pásmo
- nemovitě národní kulturní památky a jejich ochranné pásmo
- památkové zóny a jejich ochranné pásmo
- památkové rezervace a jejich ochranné pásmo

1.9.2 Faktory hmotné

Inženýrské sítě a jejich ochranná pásma

Nedílnou součástí pozemních komunikací v urbanizovaných oblastech jsou inženýrské sítě (dále jen „IS“). Z důvodu liniového průběhu IS, stejně jako pozemních komunikací, je jejich souběžné vedení naprosto logické. IS jsou vedeny v tělese pozemní komunikace či vedle komunikace. Toto řešení přináší úsporu v podobě snížení záboru dalších pozemků, zároveň ale s sebou nese řadu problémů. V případě výstavby, výměny, opravy či přeložení IS ležících v tělese komunikace je nutné vyhloubení rýhy, čímž dojde ke zničení části komunikace. V případě starých IS je velká pravděpodobnost neexistující nebo ztracené dokumentace, což značně komplikuje jejich včasné nalezení a zásah do komunikace. Včasné zjištění existence sítí od jejich provozovatelů a následné přesné zaměření v terénu (v případě nedostatečných podkladů) je nedílnou součástí každého úspěšného projektu.

Velkou pozornost je nutno věnovat jejich ochranným pásmům, která mohou značně zkomplikovat umístění zařízení HDV. Ochranná pásma IS jsou stanovena v ČSN 73 6005, Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Stavební práce v ochranném pásmu lze provádět pouze se souhlasem vlastníka nebo provozovatele IS. Ten také stanovuje podmínky, za kterých lze udělit výjimky z ochranných pásem.

Pro návrh objektů HDV z pohledu stávajících IS, jsou důležité 2 základní otázky, které je nutné zodpovědět:

1) Jsou v místě potenciálního umístění objektu HDV vedeny nějaké IS?

Pokud ANO, existují 2 možnosti řešení této situace. Změnit navržené umístění objektu HDV nebo přeložit IS. První jmenované řešení bude pravděpodobně levnější a snáze realizovatelné, ale může narazit na nedostatek prostoru. Druhé řešení bude závislé na konkrétním druhu IS, prostoru pro možnou přeložku a požadavcích provozovatele.

Mezi IS, které lze poměrně snadno přeložit, patří elektrické vedení, vodovod, plynovod a různé typy optických a metalických kabelů. Velmi obtížné či téměř nemožné je přeložení kanalizačních trubek či stok, které jsou závislé na tvaru terénu (v případě gravitační kanalizace). Obecně lze říci, že mnohem snadněji lze přeložit kanalizaci a vodovod o nízkých průtocích, el. vedení nízkého napětí a nízkotlaký plynovod, než kanalizaci a vodovod o vysokých průtocích, el. vedení vysokého či velmi vysokého napětí a vysokotlaký plynovod. Jednotlivé případy nutno posuzovat vždy individuálně.

2) Je možné napojení objektu HDV na kanalizaci?

Tato otázka je důležitá z pohledu vyhlášky č. 268/2009 Sb., viz kap. 1.7.1. Její zodpovězení určí, zda je možné odvádění regulovaného odtoku z retenčních objektů a přepadů z bezpečnostních přelivů do povrchových vod pomocí dešťové, případně jednotné kanalizace. Pokud by byla odpověď záporná, mohla by vzniknout nezákonná stavba v „bezodtokovém území“ s potenciálem ohrožit okolní stavby.

Samotnému návrhu napojení objektu HDV na povrchové vody by mělo předcházet posouzení proveditelnosti a přípustnosti dle TNV 75 9011, kap. 5.2 této normy.

Velikost odvodňované plochy

Velikost odvodňované plochy v první řadě ovlivňuje metodu návrhu objektu HDV. V případě, že velikost odvodňované plochy, připojené na retenční objekt nebo vsakovací zařízení, které není řazeno sériově, je menší než 3 ha, lze použít jednoduchou metodu návrhu. V opačném případě je vyžadováno použití dlouhodobé simulace. [2]

Velikost odvodňované plochy přímo ovlivňuje velikost navrženého retenčního nebo vsakovacího zařízení.

Materiál odvodňované plochy

Tento faktor má zásadní vliv na velikost a rychlost srážkového odtoku. Plochy lze dle použitého materiálu dělit na propustné, polopropustné a nepropustné. Systém HDV podporuje zachování a další rozvoj propustných ploch. Materiál povrchu ovlivňuje **součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ** .

Sklon odvodňované plochy

Spolu s materiálem povrchu má vliv na rychlost povrchového odtoku. Sklon povrchu ovlivňuje **součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ** .

Při sklonu terénu nad 5 %, je povrchové vsakování většinou nevhodné či dokonce nemožné.
[2]

Znečištění srážkových vod

Viz kap. 1.4.

Vlastnosti podloží

Vlastnosti podloží jsou dány přirozenými geologickými poměry a vlivy vzniklými zásahem člověka. Přirozené geologické poměry určují horninové složení, propustnost, hladinu podzemní vody a další vlastnosti. V urbanizovaných oblastech člověk ovlivňuje hladinu podzemní vody a v některých místech složení a vlastnosti podloží vlivem navážek.

Pro návrh opatření HDV je důležitou vlastností podloží její schopnost vsakování, kterou je nutné vždy určit pro každou lokalitu zvlášť. Vsakovací schopnost horninového prostředí je dána koeficientem vsaku k_v .

Vlivem člověka dochází na některých místech ke znečištění podloží a vzniku ekologických zátěží. Pokud je v místě návrhu vsakování stará ekologická zátěž nebo podezření na starou ekologickou zátěž, nesmí se vsakovat. [21]

Prostor pro umístění objektu

Pro umístění objektu HDV je naprosto zásadní dostatek prostoru na pozemku odvodňované pozemní komunikace. Tento prostor souvisí s velikostí a prostorovým uspořádáním pozemku. Může být značně omezen existencí IS a okolní zástavbou.

Okolní zástavba

Okolní zástavba může mít zásadní vliv na návrh objektů HDV. Problémem je především velmi hustá zástavba s úzkým uličním profilem v centrech měst. Z pohledu návrhu objektů HDV hustá zástavba omezuje možnost přeložení IS. Dále je nutné dodržení odstupové vzdálenosti vsakovacích zařízení od budov dle ČSN 75 9010, přílohy C.

Pro představu, jsou níže uvedeny orientační minimální odstupové vzdálenosti vsakovacích zařízení od budov při neznámé vzdálenosti rozšíření dna výkopu základové spáry budovy:

$$X = 4,3 \text{ m (pro } k_v = 10^{-4} \text{ m/s)}$$

$$X = 8,3 \text{ m (pro } k_v = 10^{-8} \text{ m/s)}$$

Z těchto hodnot vyplývá téměř jistá nemožnost vsakování v případě úzkých uličních profilů z důvodu nutnosti dodržení odstupové vzdálenosti vsakovacích zařízení od budov.

Srážková data

Dimenzování objektů HDV je (mimo jiné) závislé na srážkových datech. Pro jednoduché metody návrhu se používá návrhový úhrn srážek dle ČSN 75 9010, příloha A. Návrh pomocí dlouhodobé simulace je závislý na dlouhodobé srážkové řadě, jejíž délka musí být minimálně rovna **době opakování T** a nesmí být kratší než 10 let. [2]

1.10. Provoz a údržba objektů a zařízení HDV

Upravují normy ČSN 75 9010 a TNV 75 9011.

1.11. Postup návrhu, výstavby a provozu zařízení HDV

Vlastníka zařízení uvažujeme MČ Prahu 4 nebo hl. m. Prahu.

- 1) Vznik požadavku na projekt
 - uvědomění problému (ve stávající zástavbě) a potřeba jeho řešení
 - možnost vypracování studie – podklad pro rozhodování
 - rozhodnutí pro zařízení HDV
 - již během předprojektové přípravy vhodné určit provozovatele zařízení

- 2) Zadání projektu
 - vypsání projektu (zadání)
 - výběr projektanta (pravděpodobně pomocí výběrového řízení)
 - po konzultaci výběr konkrétního zařízení

- 3) Projekce
 - návrh konkrétního zařízení
 - vyřizování povolení od dotčených subjektů (IS, MÚ, Lesy, AOPK...)
 - podmínky dané Magistrátem/PVK/TSK/Lesy Praha/Policie ...
 - průběžná konzultace se zadavatelem
 - spolupráce vodohospodáře, silničáře, architekta, urbanisty
 - odevzdání projektu

- 4) Výběr zhotovitele
 - pravděpodobně výběrovým řízením

- 5) Výstavba zařízení
 - vhodná kontrola ze strany provozovatele už během výstavby

- 6) Předání zařízení do ruko provozovatele
 - dle ČSN 75 9010, bodu 10.4 je vlastník povinen mít vypracovaný provozní řád vsakovacího zařízení

- 7) Údržba zařízení
 - vsakovací objekty – dle ČSN 75 9010
 - ostatní objekty – dle TNV 75 9011

2. CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem DP je analyzovat uliční profily z hlediska potenciálu pro hospodaření se srážkovými vodami v MČ Praha 4 a navrhnout opatření pro jednotlivé kategorie. Důvodem pro tyto kroky je fakt, že pozemní komunikace tvoří velký podíl z celkového počtu zpevněných ploch v městské zástavbě.

Dílčí cíle:

- kategorizovat uliční profily
- zhodnotit místní situaci
- vybrat vhodný typ opatření dle zásad HDV
- navrhnout a orientačně nacenit konkrétní opatření pro vybrané typové profily
- vytvořit koncepční doporučení pro jednotlivé typy profilů

3. INFORMACE O ZÁJMOVÉM ÚZEMÍ

Zájmovým územím je MČ Praha 4.



Obr. 3.1 – Poloha zájmového území (zdroj [22])

3.1. Údaje o MČ Praha 4

Údaje o MČ Praha 4 byly získány z Katalogu městských částí hl. m. Prahy. Nejprve je vždy uveden údaj pro MČ Praha 4 a pro porovnání následuje údaj pro celou Prahu. [23]

Základní údaje

- rozloha: 2420 ha, tj. 4,9 % rozlohy Prahy (2016)
- počet obyvatel: 128 096 obyv., tj. 10,1 % celkového počtu obyvatel Prahy (2015)
- hustota zalidnění: 52,9 obyv./ha, hustota zalidnění Prahy je 25,4 obyv./ha (2015)
- rozpočtové příjmy: 992 435 tis. Kč/ rok, tj. 1,4 % rozpočtových příjmů Prahy (2014)

Životní prostředí

- podíl ZPF z celkové rozlohy MČ: 13,5 %, Praha 39,7 % (2016)
- podíl plochy ÚSES z celkové rozlohy MČ: 11,4 %, Praha 13,5 % (2016)
- podíl ZCHÚ a VKP z celkové rozlohy MČ: 2,1 %, Praha 5,1 % (2015)

Doprava

- délka MK 1. třídy: 74 km, Praha 665 km (2016)
- celková délka vybraných komunikací (dálnice, silnice 1.–3.třídy, místní komunikace 1.–4.třídy): 342 km, Praha 3628 km (2016)

Využití území

- ulice a cesty: 415 ha (17 % území MČ Praha 4, 2015)
- vodní plochy: 68 ha (3 % území MČ Praha 4, 2015)
- přírodní krajinné plochy: 467 ha (19 % území MČ Praha 4, 2015)

3.2. Ochrana přírody a krajiny

Na území MČ Praha 4 se nachází tyto prvky chráněné dle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (zdroj Geoportal Praha – Atlas životního prostředí [24]):

Maloplošná zvláště chráněná území

Podolský profil, Branické skály, U branického pivovaru, Údolí Kunratického potoka

Významný krajinný prvek

VKP určené zákonem, Skalní útvar u Podolského profilu, Lesní louky – Kamýk

Památné stromy

cca 27 ks

Územní systém ekologické stability

několik lokálních biocenter a biokoridorů

několik interakčních prvků

část regionálního biocentra Kunratický les a Císařská louka

nadregionální biokoridor Údolí Vltavy – Štěchovice

3.3. Památky a památkově chráněná území

Na území MČ Praha 4 se nachází tyto kulturní památky nebo jejich soubory chráněné dle zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči (zdroj Geoportal Praha – Mapa památkové péče [25]):

Nemovitě národní kulturní památky

nenalézá se

Ochranné pásmo národní kulturní památky Vyšehrad

V severní části MČ Praha 4 se nachází cca 22 ha plochy ochranného pásma národní kulturní památky Vyšehrad.

Památkové rezervace

V severní části MČ Praha 4 se nachází velmi malá část památkové rezervace o rozloze cca 4,5 ha.

Ochranné pásmo památkové rezervace v hl. m. Praze

Toto ochranné pásmo se nalézá na více než 50 % MČ Praha 4.

Památková zóna Nusle

V severní části MČ Praha 4 se nachází část památkové zóny Nusle o rozloze cca 55 ha.

3.4. Údaje o povodí

Území MČ Praha 4 spadá do povodí Labe, které lze dále dělit na dílčí povodí dle řádu. Z hlediska dostatečné podrobnosti zde jsou uvedeny pouze hydrologická povodí 4.řádu. (zdroj dat: HEIS VÚV, [26])

Číslo hydrologického pořadí: 1-12-01-0130-0-00

Název toku: Vltava

Plocha hydrologického povodí: 9,55 km²

Číslo hydrologického pořadí: 1-12-01-0200-2-00

Název toku: Botič

Plocha hydrologického povodí: 40,4 km²

Číslo hydrologického pořadí: 1-12-01-0070-0-00

Název toku: Vltava

Plocha hydrologického povodí: 0,47 km²

Číslo hydrologického pořadí: 1-12-01-0060-0-00

Název toku: Kunratický potok

Plocha hydrologického povodí: 31,91 km²

Číslo hydrologického pořadí: 1-12-01-0050-0-00

Název toku: Vltava

Plocha hydrologického povodí: 8,04 km²

Z výše uvedených informací vyplývá, že v MČ Praha 4 je možnost využít, jako recipienty srážkových vod (mimo kanalizaci), tyto vodní toky: **Vltava, Botič, Kunratický potok.**

4. METODIKA

Metodika popisuje podmínky a postup návrhu objektů HDV na pozemních komunikacích v MČ Praha 4. Z důvodu typového návrhu objektů HDV pro účely DP je tento návrh proveden se zohledněním pouze některých hmotných a nehmotných faktorů uvedených v kap. 1.9.

4.1. Kategorizace uličních profilů

Nejdříve bylo nutné určit, podle jakého klíče (parametrů) budou příčné uliční profily rozděleny. Jako nejvhodnější se ukázalo dělení dle příčného uspořádání. Pro potřeby DP byly vybrány tyto hlavní parametry:

- jízdní pruhy (počet, šířka)
- zelený pás (ANO/NE, střed/okraje, šířka)
- střední dělící pás (ANO/NE, šířka)
- chodníky (počet, šířka)
- parkování (ANO/NE, příčné/podélné, šířka)

Tyto parametry určují celkovou šířku pozemní komunikace.

Vedlejšími (nikoliv však méně důležitými) parametry komunikace jsou:

- stávající povrch komunikace/parkovacích míst/chodníků
- výška obrubníků
- podélný sklon komunikace

Jednotlivé parametry byly získány z těchto zdrojů:

- Google Maps (dostupné z [27])
- Seznam Mapy.cz (dostupné z [28])
- osobní terénní průzkum (foto, měření)

Dle hlavních parametrů byly příčné uliční profily rozděleny na jednotlivé typy. Dále bylo od každého typu vybráno několik zástupců, pokud možno pravidelně rozmístěných po území Prahy 4. Každý profil byl označen zkratkou pro přesnou identifikaci a jeho poloha zanesena

do mapy. Informace o jednotlivých profilech byly zapsány do tabulky. Od každého typu byl vybrán jeden zástupce, na kterém byl proveden typový návrh opatření HDV.

Výstupy:

Vybrané uliční profily pro návrh typových opatření HDV.

Příloha č. 1: Celková situace – Poloha uličních profilů

Příloha č. 2: Tabulka – Souhrnné informace o uličních profilech

4.2. Zhodnocení místní situace

4.2.1 Analýza IS a majetkových vztahů

Pro návrh objektů HDV je zásadní znalost polohy **inženýrských sítí** a znalost **majetkových vztahů** na odvodňovaném pozemku. Tato data byla získána na následujících webových stránkách:

Inženýrské sítě:

zdroj Geoportal Praha – otevřená data, <http://www.geoportalpraha.cz/cs/opendata>

Majetkové vztahy:

zdroj ČÚZK – Nahlížení do katastru nemovitostí, <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz>

Katastrální mapa:

zdroj ČÚZK – Služby mapového serveru, <http://services.cuzk.cz/dgn/ku>

Inženýrské sítě

Návrh objektu HDV je závislý (mimo jiné) na zodpovězení těchto dvou otázek, které jsou podrobně rozvedeny v kap. 1.9.2.

- 1) Jsou v místě potenciálního umístění objektu HDV vedeny nějaké IS?
- 2) Je možné napojení objektu HDV na kanalizaci?

Majetkové vztahy

Z pohledu majetkových vztahů je nutné při návrhu objektů HDV zohlednit tyto požadavky:

- 1) Dle § 20 zákona č. 501/2006 Sb., jsou objekty HDV umístovány výhradně na pozemku odvodňované stavby. viz kap. 1.7.1.
- 2) Pozemky, z nichž jsou srážkové vody odváděny, jsou ve výhradním vlastnictví hlavního města Prahy.
- 3) Je nutné ověřit, zda odvodňované pozemky nepodléhají věcným břemenům, která by mohla jakýmkoliv způsobem ovlivnit návrh či umístění objektu HDV.

Výstupy:

Znalost polohy IS a majetkoprávních vztahů v místě vybraných uličních profilů.

4.2.2 Určení plochy odvodňované dle zásad HDV

Z důvodu převládajícího délkového rozměru pozemních komunikací je nutné jejich rozdělení na jednotlivé úseky, které budou v rámci návrhu objektů HDV řešeny samostatně. Volba jednotlivých úseků je závislá především na sklonových poměrech komunikace, velikosti odvodňované plochy a prostorových možnostech pro umístění objektů HDV. Z důvodů rozmanitosti pozemních komunikací nelze jednotlivá kritéria blíže specifikovat. Velikost a poloha úseku je vždy závislá na místních podmínkách.

Přesné určení konkrétní odvodňované plochy je důležitým předpokladem pro analýzu dalších vstupních dat. Jediným stálým faktorem omezujícím odvodňovanou plochu je hranice pozemku. Tzn., že maximální velikost odvodňované plochy je omezena velikostí odvodňované pozemní komunikace či chodníků.

Pozice a velikost jednotlivých odvodňovaných ploch, řešených dle zásad HDV, byla určena kombinací informací získaných z terénního průzkumu, analýzy majetkoprávních vztahů a mapových podkladů.

Výstupy:

Přesné určení odvodňované plochy a její velikosti.

4.2.3 Získání vstupních dat

Tato kapitola popisuje postup získání vstupních dat z hmotných faktorů, která jsou nezbytná pro návrh a dimenzování konkrétních objektů HDV. Detailní popis významu jednotlivých hmotných faktorů lze nalézt v kap. 1.9.2.

Velikost odvodňované plochy

Viz kap. 4.2.2.

Rovná se půdorysnému průmětu odvodňované plochy.

Materiál odvodňované plochy

Informace získány terénním průzkumem.

Příloha č. 2: Tabulka – Souhrnné informace o uličních profilech

Sklon odvodňované plochy

Hodnota sklonu byla přibližně odečtena z webové aplikace Mapy.cz (dostupné z <https://mapy.cz>), nebo z výšky podrobných bodů na terénu zjištěných z Digitální technické mapy Prahy (dostupné z <http://app.iprpraha.cz/js-api/app/dtmp>).

Znečištění srážkových vod

Znečišťující látky převzaty z Tab. 1.5.

Frekvence dopravy odhadnuta inženýrem z oboru dopravních staveb na základě osobních zkušeností a informací dostupných z webové stránky Technické správy komunikací hl. m. Prahy, a.s. (dostupné z [29]).

Vlastnosti podloží

Vsakovací poměry byly určeny ze vsakovacích map MČ Prahy 4. Mapy byly poskytnuty Pražskou vodohospodářskou společností na základě emailové komunikace.

Příloha č. 3: Vsakovací mapa č. 1

Příloha č. 4: Vsakovací mapa č. 2

Jelikož tyto mapy popisují pouze vsakovací poměry, a nikoliv hodnotu koeficientu vsaku k_v , byla tato hodnota získána na základě odborného odhadu zaměstnance Pražské vodohospodářské společnosti.

Území vhodné pro vsakování srážkových vod: $k_v = 10^{-3} - 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$

Území podmíněně vhodné pro vsakování srážkových vod: $k_v = 10^{-5} - 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$

Území nevhodné pro vsakování srážkových vod: $k_v = 10^{-7}$ a nižší m.s^{-1}

Pro přesný návrh objektu HDV je vždy nutné provést podrobný geologický průzkum pro vsakování. Výše uvedené hodnoty jsou pouze orientační pro účely DP.

VSAKOVACÍ POMĚRY



ÚZEMÍ VHODNÉ PRO ZASAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD

ustálená úroveň podzemní vody se nalézá v hloubce větší než 4 m pod terémem, dobře propustná zóna povrchově uloženého pokryvu, dosahuje mocnosti min. 2 m



ÚZEMÍ PODMÍNEČNĚ VHODNÉ PRO ZASAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD

ustálená úroveň podzemní vody se nalézá v hloubce větší než 2 m pod terémem, málo až velmi málo propustná zóna povrchově uloženého pokryvu, dosahuje mocnosti méně než 2 m



ÚZEMÍ NEVHODNÉ PRO ZASAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD

hladina podzemní vody je v hloubce méně než 2 m pod terémem, často je ovlivňována hladinou v toku, v době po vydatných srážkách může vystoupit až na terén. Nevhodná jsou i území, kde nelze dodržet odstupovou vzdálenost ve smyslu ČSN 759010

Obr. 4.1 - Vsakovací poměry (zdroj: PVS a.s.)

Existence starých ekologických zátěží nebyla řešena.

Prostor pro umístění objektu

Informace získány z terénního průzkumu a analýzy IS a majetkoprávních poměrů.

Okolní zástavba

Informace získány z terénního průzkumu a analýzy katastrální mapy.

Srážková data

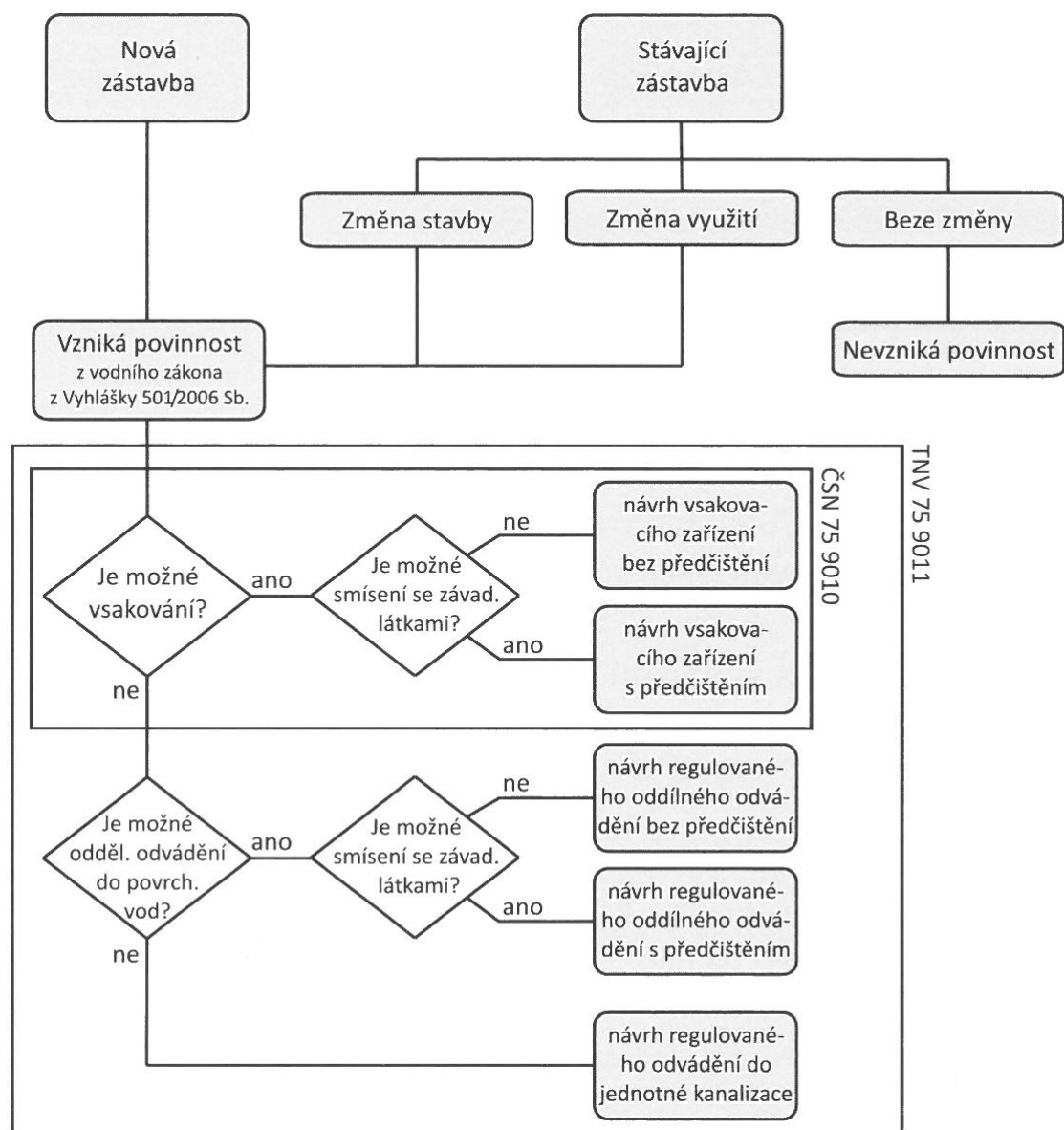
Informace získány z ČSN 75 9010, příloha A. Nejbližší srážkoměrná stanice Praha-Hostivař.

Výstupy:

Vstupní data pro návrh konkrétních objektů

4.3. Kritéria výběru způsobu odvodnění

Rámcová kritéria výběru zobrazuje diagram na obrázku níže.



Obr. 4.2 - Rámcové kroky výběru způsobu odvodnění (zdroj [1])

Výběr způsobu odvodnění je závislý na faktorech popsaných v kap. 1.9 a možnosti úprav místních podmínek popsaných v kap. 4.3.1. Volba způsobu odvodnění vychází z požadavků na přípustnost a proveditelnost dle TNV 75 9011. Jednotlivé typy zařízení byly (v souladu se zákonem) posuzovány v tomto pořadí:

Snížení počtu nepropustných ploch

Samotnému výběru způsobu odvodnění předcházelo posouzení, zda je možné snížení počtu nepropustných ploch ve prospěch polopropustných nebo propustných ploch. Výstupem je volba změny či ponechání současných povrchů.

Vsakovací zařízení bez regulovaného odtoku

V případě dobrých zasakovacích podmínek, dostatku prostoru a dalších kritérií daných normou bylo navrženo vsakovací zařízení bez regulovaného odtoku.

Vsakovací zařízení s regulovaným odtokem

Toto zařízení bylo navrženo, jestliže se jednalo o území s podmíněčně vhodnými podmínkami pro vsakování.

Retenční zařízení s regulovaným odtokem

Samotný retenční objekt byl navržen až v případě nemožnosti vsakování.

4.3.1 Možnost úpravy místních podmínek

Volba konkrétního typu objektu HDV, je mimo jiné, závislá na možnosti úpravy místních podmínek. Níže jsou uvedeny možnosti, které lze, v určité míře, ovlivnit a kombinovat, a vytvořit tak různé podmínky pro návrh odvodnění. Jednotlivé možnosti mají různou efektivitu a ekonomickou náročnost.

a) Příčné uspořádání prostoru místní komunikace

- zachovat stávající stav
- změnit uspořádání či velikost jednotlivých částí

b) Příčný sklon komunikace

- zachovat
- změnit střechovitý na jednostranný a naopak

c) Umístění objektů HDV ve vztahu ke komunikaci

- objekty HDV po obou stranách komunikace (vyžaduje střechovitý sklon komunikace)
- objekty HDV po jedné straně komunikace (vyžaduje jednostranný sklon komunikace)

d) Povrch jednotlivých ploch

- zachovat stávající povrch jednotlivých ploch
- změnit stávající povrch některých ploch

e) Možnost přeložení IS

- lze přeložit (možnost přizpůsobit vedení IS navrhovaným objektům)
- nelze přeložit (navrhované objekty nutno přizpůsobit stávajícím IS)

f) Možnost odstranění dřevin

- lze odstranit (neomezuje návrh objektu HDV, možnost náhradní výsadby)
- nelze odstranit (navrhované objekty nutno přizpůsobit stávajícím dřevinám)

Výstupy:

Předběžný výběr konkrétního typu objektu HDV. Možno změnit z důvodu nedostatku prostoru a dalších faktorů.

4.4. Návrh opatření

4.4.1 Návrhové parametry

Redukovaná odvodňovaná plocha – A_{red} [m²]

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \psi_i \quad (\text{dle kap. 6.2.2 ČSN 75 9010})$$

A_i půdorysný průmět odvodňované plochy určitého druhu [m²]
(viz tabulka 1 v ČSN 75 9010)

ψ_i součinitel odtoku srážkových povrchových vod pro odvodňovanou plochu určitého druhu (viz tabulka 1 v ČSN 75 9010)

n počet odvodňovaných ploch určitého druhu

Návrhová periodičita srážek – p [rok⁻¹]

Pro vsakovací zařízení se stanoví dle tabulky 2 v ČSN 75 9010.

Pro retenční objekt s regulovaným odtokem platí hodnota $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$ (dle bodu 7.2.3 TNV 75 9011).

Přípustný odtok – Q_c [m³.s⁻¹]

Při odvádění do povrchových vod se stanoví dle kap. 5.2 TNV 75 9011.

Při odvádění do jednotné kanalizace se stanoví dle kap. 5.3 TNV 75 9011

Doba prázdnění – T_{pr} [hod]

U vsakovacích zařízení je maximální hodnota T_{pr} stanovena na 72 hod (dle kap.6.2.6 ČSN 75 9010).

Pro objekty s regulovaným odtokem platí maximální hodnota T_{pr} 24 hod (dle kap. 7.2.5. TNV 75 9011).

Vsakovaný odtok – Q_{vsak} [$m^3 \cdot s^{-1}$]

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \text{ (dle kap. 6.2.3 ČSN 75 9010)}$$

f součinitel bezpečnosti vsaku (doporučeno $f \geq 2$, z důvodu zvýšení životnosti objektu možno zvýšit až na hodnotu $f = 5$ [30])

k_v koeficient vsaku [$m \cdot s^{-1}$]

A_{vsak} vsakovací plocha vsakovacího zařízení [m^2] (dle kap. 6.2.4 ČSN 75 9010)

Výstupy:

Konkrétní návrhové parametry pro výpočet objektů.

4.4.2 Návrhové výpočty

Pro dimenzování objektů HDV, v celé této kapitole, byly použity vzorce z norem ČSN 75 9010 (únor 2012) a TNV 75 9011 (březen 2013).

Hydrologická bilance

Následující tabulka zobrazuje vzorce pro výpočet hydrologické bilance mezi přítokem a odtokem do vsakovacích či retenčních objektů různých typů.

č.	Typ objektu	Přítok ¹⁾		Odtok ³⁾				
		Objem přivedené srážkové vody ²⁾	=	Vsakování	+	Retenční objem	+	Regulovaný odtok
1	Plošné vsakování bez retence	$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	0	+	0
2	Povrchová vsakovací zařízení s retencí	$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	$V^{4)}$	+	0
3	Povrchová vsakovací zařízení s retencí a odtokem	$i \cdot (A_{red} + A_{vsak}) \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	$V^{4)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
4	Podzemní vsakovací zařízení s retencí	$i \cdot A_{red} \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	$V^{4,5)}$	+	0
5	Podzemní vsakovací zařízení s retencí a odtokem	$i \cdot A_{red} \cdot t / 1000$	=	$3\,600 \cdot Q_{vsak} \cdot t$	+	$V^{4,5)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
6	Retenční objekty	$i \cdot (A_{red} + A_{ret}) \cdot t / 1000$	=	$0^{6)}$	+	$V^{4)}$	+	$3\,600 \cdot Q_o \cdot t$
i	Intenzita srážky, v mm/h							
t	Doba trvání srážky, v h							
A_{red}	Průmět redukované odvodňované plochy povodí, v m ²							
A_{vsak}	Vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m ² ; pokud se jedná o vsakovací objekt se sklonitými svahy, lze hodnotu A_{vsak} uvažovat jako střední hodnotu zatopené plochy objektu							
A_{ret}	Plocha nadzemního retenčního objektu, v m ² ; pokud se jedná o retenční objekt se sklonitými svahy, lze hodnotu A_{ret} uvažovat jako střední zatopenou plochu objektu. V případě podzemního retenčního objektu se plocha neuvažuje.							
Q_{vsak}	Vsakování odtok podle ČSN 75 9010, v m ³ /s							
Q_o	Regulovaný odtok z retenčního prostoru do povrchových vod nebo do jednotné kanalizace, v m ³ /s. Platí $Q_o \leq Q_c$, kde Q_c je přípustný odtok podle 5.2, popřípadě podle 5.3							
V	Retenční objem $V = A_{vsak} \cdot H$ resp. $V = A_{ret} \cdot H$, v m ³ , kde H je střední hloubka vody v m							
¹⁾	Pokud se mezi odvodňovanou plochou a objektem HDV nachází další decentrální objekt s retenčním objemem, je nutné jeho objem odečíst na levé straně bilanční rovnice od objemu srážkové vody.							
²⁾	Výpočet objemu povrchového odtoku podle ČSN EN 752. Alternativně lze objem povrchového odtoku vypočítat podle ČSN 75 9010 na základě celkového úhrnu srážky s periodicitou p a dobou trvání t .							
³⁾	V hydrologické bilanci pro návrh vsakovacích a retenčních objektů a zařízení se neuvažuje evapotranspirace. Evapotranspiraci je nutno zohlednit při dlouhodobé hydrologické bilanci (např. roční).							
⁴⁾	Pro povodí, kde hraje roli doba dotoku t_d do retenčního zařízení, je vhodné ji při výpočtu retenčního objemu zohlednit (ČSN 75 6261).							
⁵⁾	Retenční objem podzemních vsakovacích zařízení vyplněných šterkem nebo prefabrikovanými bloky je dán objemem pórů nebo retenčního prostoru v blocích (viz ČSN 75 9010).							
⁶⁾	V hydrologické bilanci pro návrh retenčních objektů, které nejsou navrženy jako kombinované objekty se vsakovacím zařízením, se nezohledňuje případný průsak vody nádrží do horninového prostředí.							

Tab. 4.1 - Hydrologická bilance mezi přítokem a odtokem do vsakovacích či retenčních objektů různých typů (zdroj [2])

Celkový objem zařízení (obestavěný objem)

V případě vsakovacích zařízení vyplněných šterkem nebo prefabrikovanými bloky je skutečný obestavěný objem W [m³] závislý na pórovitosti výplňového materiálu.

$$W = \frac{V_{vz}}{m} \text{ (upraveno dle ČSN 75 9010)}$$

V_{vz} největší vypočtený retenční objem (návrhový objem) vsakovacího zařízení [m^3]
(v TNV 75 9011 značeno V)

m pórovitost nebo retenční schopnost vsakovacího zařízení, pro štěrk a hrubý štěrk platí hodnota $m = 0,3$ (při zrnitosti 2 až 20 mm), pro prefabrikované bloky platí údaje uvedené výrobcem

Doba prázdnění zařízení – T_{pr} [hod]

$$T_{pr} = \frac{V}{Q} \text{ (upraveno dle ČSN 75 9010)}$$

V největší vypočtený retenční objem (návrhový objem) zařízení [m^3]

Q vsakováný odtok nebo regulovaný odtok nebo kombinace obojího [m^3/hod]

Postup výpočtu

Tento postup nebo jeho části lze s drobnými úpravami použít pro všechny typy zařízení.

- 1) Pro vybraný typ objektu zvolíme vhodnou rovnici z tab. 4.1.
- 2) Odhadneme velikost vsakovací plochy $A_{vsak} = (0,1 \text{ až } 0,3)A_{red}$ (dle kap. 6.2.4 ČSN 75 9010).
- 3) Z rovnice vyjádříme retenční objem zařízení V. Ten vypočteme tabelárně pro různé doby trvání srážek t a jim odpovídající intenzity i (dle ČSN 75 9010, tabulky A.1 a A.2). Návrhová hodnota retenčního objemu odpovídá maximální vypočtené hodnotě.
- 4) Vypočteme dobu prázdnění a porovnáme s její maximální hodnotou. Pokud vyhoví, přistoupíme k dalšímu kroku. Pokud nevyhoví, máme tyto možnosti. V případě vsakovacího zařízení zvětšit vsakovací plochu nebo přidat retenční prostor s regulovaným odtokem. V případě retenčního zařízení zvětšit zvýšit hodnotu regulovaného odtoku.
- 5) Nyní známe velikost vsakovací plochy a retenčního objemu. Navrhujeme konkrétní rozměry zařízení. V případě povrchového zařízení zohledníme maximální hloubku nadržení vody viz 1.5.3. V případě podzemního vsakovacího zařízení zohledníme pórovitost výplňového materiálu.
- 6) Posledním krokem je posouzení, zda navržené rozměry vyhoví vypočtenému retenčnímu objemu. Stejně tak je nutné posoudit, zda je navržená vsakovací plocha splňuje

požadavky na maximální dobu prázdnění a maximální hloubku nadržení vody.
V případě, že posouzení nevyhoví, opakujeme bod 5.

4.4.3 Orientační rozpočet

Orientační rozpočet jednotlivých zařízení HDV byl odhadnut na základě konzultace s inženýrem v oboru vodního hospodářství a na základě tabulkových hodnot z publikace Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury: Aktualizace 2015 [31].

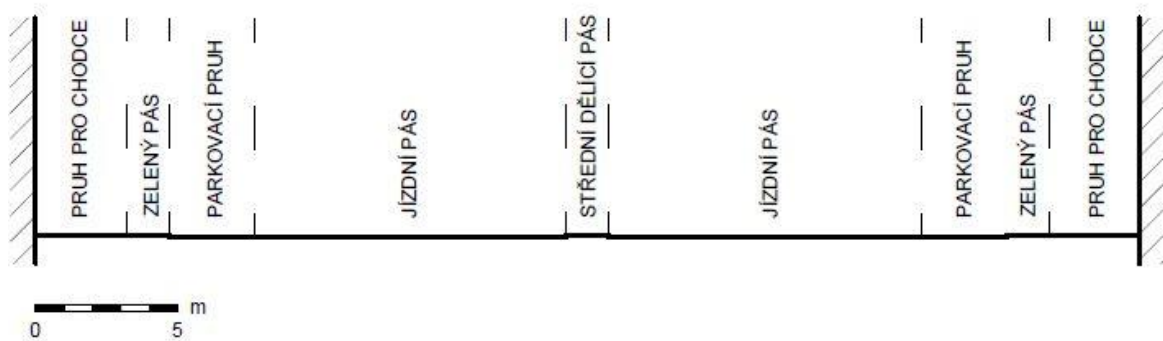
Do rozpočtu nebyly zahrnuty náklady na případné změny výškového, sklonového nebo polohového řešení komunikace, výstavbu nových nebo přeložení stávajících IS a případné další úpravy spojené s výstavbou daných opatření.

5. VÝSLEDKOVÁ ČÁST

Z důvodu kombinace nevhodného výběru konkrétních uličních profilů, neexistující vsakovací mapy na velké části v MČ Praha 4 a neznámých hodnot koeficientu vsaku v jednotlivých lokalitách byly jeho hodnoty zvoleny dle uvážení autora DP. Z tohoto důvodu návrhy jednotlivých objektů nemají vypovídací hodnotu z pohledu konkrétních profilů a mají pouze ilustrativní charakter možného řešení.

Z důvodu nedostatku parkovacích míst pro automobily na většině území hl. m. Prahy byla navrhována pouze opatření, která neomezuji jejich počet.

5.1. Profil typ A



Obr. 5.1 - Uliční profil typ A, schéma příčného profilu

Hlavním rysem tohoto uličního profilu je velká celková šířka, která je daná velkou šířkou jízdního pásu, existencí středního dělicího pásu a parkovacího pruhu po obou stranách komunikace. Parkovací pruh je od pruhu pro chodce oddělen zeleným pásem. Po stranách profilu se nalézá vysoká zástavba nebo pás zeleně v závislosti na konkrétním umístění. Jedinou ulicí, splňující kritéria tohoto profilu na území MČ Praha 4, je ulice 5. května. Kvůli její značné délce odpovídají výše uvedená specifika pouze části příčných profilů.

Profil ULA02 – ulice 5. května



Obr. 5.2 – Fotografie ulice 5. května (autor Jakub Knap)

Tato pozemní komunikace se nalézá v husté zástavbě bytových domů a administrativních budov. Jedná se o směrově rozdělenou pozemní komunikaci se šesti jízdními pruhy a střechovitým sklonem v příčném směru. Jízdni pásy, parkovací pruhy pro podélné stání i pruh pro chodce má asfaltový povrch. Ve středu komunikace se nalézá vyvýšený střední dělicí pás, též s asfaltovým povrchem, na kterém je umístěn pletivový plot a svodidla z ocelových lan. Zelený pás je tvořen trávou, stromy a keři.

Majetkoprávní vztahy

Odvodňovaný pozemek (dále jen „OP“) s uličním profilem ULA02 a pozemky potenciálně vhodné pro umístění objektu HDV (dále jen „PPVUO“) leží v k. ú. Nusle [728161].

typ pozemku	p. č.	číslo LV	výměra [m ²]	druh pozemku	vlastníci	omezení vlastnického práva
OP	3089/1	1104	22854	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Věcné břemeno (podle listiny)
PPVUO	1127/1	1104	1337	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Věcné břemeno užívání

typ pozemku	p. č.	číslo LV	výměra [m ²]	druh pozemku	vlastníci	omezení vlastnického práva
PPVUO	1127/2	1104	801	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Věcné břemeno užívání
PPVUO	1127/3	1104	301	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Věcné břemeno užívání
PPVUO	1127/4	1104	71	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	-

Tab. 5.1 - Uliční profil ULA02, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 12.5.2017)

Inženýrské sítě

Na výše uvedených pozemcích se nachází běžné inženýrské sítě. Jedná se o jednotnou kanalizaci, plynovod, vodovod, kabely elektrického vedení a telefonu a další. Na PPVUO jsou umístěny pouze vodovod a kabely elektrického vedení, které se dají relativně snadno přeložit.

Určení plochy odvodňované dle zásad HDV

Vzhledem k podélnému sklonu pozemní komunikace v severozápadním směru a existenci PPVUO na výše uvedených pozemcích, byla jako OP zvolena část ulice 5. května mezi ulicemi Tábořská a Lounských.

Příloha č. 5: Celková situace ULA02

Vstupní data

typ OP	materiál OP	sklon OP [%]	velikost OP [m ²]
komunikace	asfalt	cca 2,5 %	7550
chodník	asfalt	do 1 %	1760
zelený pás	zatravněná plocha	do 1 %	800
celkem			10110

Tab. 5.2 - Uliční profil ULA02, parametry odvodňované plochy

- frekvence dopravy: nad 15 000 automobilů za 24 hod
- koeficient vsaku: neznámý

Zhodnocení situace a volba opatření

Vzhledem k husté okolní zástavbě, velké odvodňované ploše, nutnosti dodržení odstupové vzdálenosti vsakovacích zařízení od budov a nevhodným vsakovacím podmínkám není možné umístění vsakovacího zařízení podél komunikace. Z důvodu velkého množství IS v tělese chodníku a z bezpečnostních důvodů není možné umístění retenčního zařízení do tělesa chodníku.

V blízkosti daného uličního profilu se nalézají pozemky potenciálně vhodné pro umístění zařízení HDV. Jedná se o pozemky p. č. 1127/1, 1127/2, 1127/3 a 1127/4 ve vlastnictví hlavního města Prahy. Tyto pozemky by měli poskytovat dostatek prostoru po umístění zařízení HDV i splňovat podmínku dostatečné odstupové vzdálenosti vsakovacích zařízení od budov. Z důvodu nedostatečného podélného sklonu komunikace (cca 0,5 %) není možné přivedení srážkových vod z větší vzdálenosti do povrchového vsakovacího zařízení (průlehu, průlehu-rýhy), které je nutné použít z důvodu čištění vod.

Z výše uvedených důvodů je na PPVUO navrženo retenční zařízení s regulovaným odtokem. Problémem je absence dešťové kanalizace pro svedené srážkových vod do tohoto zařízení. Bezpodmínečně nutnou podmínkou pro fungování retenčního zařízení je vybudování dešťové kanalizace pro svedení srážkových vod z komunikace do retenčního zařízení, což je ekonomicky velmi náročné. Dalším problémem je poloha současné jednotné kanalizace, která se nachází pod nejnižším místem pozemní komunikace. Z důvodu polohy uličních vpustí je to také jediné logické místo pro umístění dešťové kanalizace.

Volba opatření – podzemní retenční zařízení s regulovaným odtokem.

Dalším navrženým opatřením je nahrazení asfaltového povrchu chodníků betonovou dlažbou s drenážními spárami vyplněnými pískem.

Návrh opatření

- podzemní retenční zařízení s regulovaným odtokem
- odvodňovaná plocha $A = 10\,110\text{ m}^2$
- redukovaná odvodňovaná plocha $A_{\text{red}} = 7352\text{ m}^2$
- přípustný specifický odtok $q_c = 3\text{ l/(s.ha)}$
- přípustný odtok $Q_c = 3,03\text{ l/s}$
- navržený regulovaný odtok $Q_o = 3\text{ l/s}$
- návrhová periodičita srážky pro dimenzování $p = 0,2\text{ rok}^{-1}$
- retenční objem $V = 258\text{ m}^3$
- návrhové rozměry zařízení ($d \cdot š \cdot v$) $17,2 \cdot 10 \cdot 1,5\text{ m}$
- doba prázdnění 23,9 hod (max. 24 hod, **vyhovuje** dle TNV 75 9011)

Příloha č. 6: Výpočet objektu ULA02

Zařízení bude, v souladu s vyhláškou č. 268/2001, vybaveno bezpečnostním přelivem zaústěným do jednotné kanalizace na pozemku komunikace, stejně jako regulovaný odtok. Dále bude zařízení vybaveno kalovou jímkou a odlučovačem lehkých kapalin.

Dle výpočtu poskytuje pozemek p. č. 1127/1 dostatek prostoru pro umístění retenčního zařízení.

Orientační rozpočet

Orientační rozpočet navrženého retenčního zařízení je 4,5 - 7,0 mil. Kč bez DPH [31]. Nezahrnuje cenu dalších opatření (přeložení IS, vybudování dešťové kanalizace atd.).

Cena výměny asfaltového povrchu chodníků za betonovou dlažbu s pískovými spárami (včetně instalace) je cca 88 000 €, při ceně 50 €/m² a ploše chodníků 1760 m² [21].

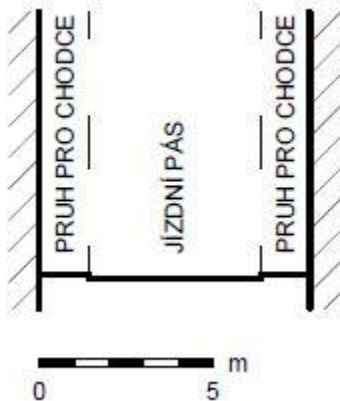
Koncepční řešení profilu typu A

DOPORUČUJI, v co největší míře, nahradit asfaltový povrch chodníků za betonovou dlažbu s drenážními spárami, čímž dojde cca k 20 % snížení povrchového odtoku z těchto ploch [3]. V případě dostatku prostoru vytvořit nové zelené pásy mezi chodníkem a komunikací nebo rozšířit stávající. Tato opatření přispívají ke snížení povrchového odtoku, zvýšení vsaku a výparu. Díky minimálním stavebním zásahům do stávajícího uličního profilu jsou ekonomicky nenáročná a přesto účinná.

V případě existující proluky, zelené plochy či jiného volného prostoru na pozemku v majetku hl. m. Prahy, v těsné blízkosti odvodňované komunikace, doporučuji posoudit možnost vsakování či retence na těchto plochách. Podmínkou pro umístění vsakovacího zařízení je provádění vsaku přes zatravněnou humusovou vrstvu z důvodu odstranění znečištění.

Vybudování retenčního zařízení je podmíněno vybudováním dešťové kanalizace, což je náročné nejen finančně, ale i prostorově. Za současné situace, kdy není zpoplatněno odvádění srážkových vod z komunikací do jednotné kanalizace a vybudování retenčního zařízení by nepřineslo ani zlepšení přirozeného vodního režimu, jeho vybudování NEDOPORUČUJI.

5.2. Profil typ B



Obr. 5.3 - Uliční profil typ B, schéma příčného profilu

Jedná se o základní typ uličního profilu, který obsahuje pouze jízdní pás a pruhy pro chodce po jeho stranách. Okolní zástavba rodinných nebo bytových domů je od uličního profilu oddělena ploty.

Profil ULB01 – ulice Voráčovská



Obr. 5.4 – Fotografie ulice Voráčovská (autor Jakub Knap)

Výše popsanému profilu odpovídá pouze rovinná část ulice. Její sklonitá část odpovídá profilu typu C. Tato pozemní komunikace se nalézá v obytné čtvrti. Jedná se o jednosměrnou pozemní komunikaci s dvěma jízdními pruhy, které jsou částečně využívány k podélnému parkování. Jízdní pás i pruhy pro chodce mají asfaltový povrch, položený na kamenné dlažbě.

Majetkoprávní vztahy

Odvodňovaný pozemek s uličním profilem ULB01 leží v k. ú. Podolí [728152].

typ pozemku	p. č.	číslo LV	výměra [m ²]	druh pozemku	vlastníci	omezení vlastnického práva
OP	1992	1223	712	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	-
PPVUO	není					

Tab. 5.3 - Uliční profil ULB01, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 15.5.2017)

Inženýrské sítě

Na výše uvedeném pozemku se nachází tyto inženýrské sítě. Jednotná kanalizace, plynovod, vodovod, kabely elektrického vedení a telefonu a další.

Určení plochy odvodňované dle zásad HDV

Jako OP byla zvolena část ulice Voráčovská mezi ulicemi Na Sypčině a Doudova, která přesně odpovídá výše popsanému typu uličního profilu a má jednotný podélný sklon.

Příloha č. 7: Celková situace ULB01

Vstupní data

typ OP	materiál OP	sklon OP [%]	velikost OP [m ²]
komunikace	asfalt	do 1 %	460
chodník	asfalt	do 1 %	252
celkem			712

Tab. 5.4 - Uliční profil ULB01, parametry odvodňované plochy

- frekvence dopravy: méně než 300 automobilů za 24 hod
- koeficient vsaku: neznámý

Zhodnocení situace a volba opatření

Vzhledem k malé celkové šířce uličního profilu, nutnosti dodržení odstupové vzdálenosti vsakovacích zařízení od budov, hustotě IS a neznámým vsakovacím podmínkám není možné umístění vsakovacího zařízení podél komunikace. Umístění retenčního zařízení není možné z důvodu nedostatku prostoru, který je využit pro vedení IS.

V blízkosti daného uličního profilu se nenalézají pozemky potenciálně vhodné pro umístění zařízení HDV. Jediným opatřením, které je možné v tomto uličním profilu realizovat, je výměna stávajících asfaltových povrchů za polopropustné povrchy.

Návrh opatření a orientační rozpočet

Navržené opatření zahrnuje: výměnu asfaltového povrchu chodníků za betonovou dlažbu s pískovými spárami, nahrazení jednoho jízdního pruhu parkovacím pruhem pro podélné stání vozidel, kde dojde k výměně asfaltového povrchu za povrch ze zatravnovacích tvárnic. Výměnou povrchů dojde ke snížení srážkového povrchového odtoku z chodníků o 20 % a z jednoho jízdního pruhu o 50 % [3].

typ OP	původní povrch OP	nový povrch OP	velikost OP [m ²]	cena [€/m ²]	cena celkem [€]
komunikace	asfalt	zatravnovací tvárnice	230	30	6 900
chodník	asfalt	dlažba s pískovými spárami	252	50	12 600
celkem				-	19 500

Tab. 5.5 - Uliční profil ULB01, výměna povrchů (cena zahrnuje instalaci, zdroj [21])

Výhodou betonové dlažby s pískovými spárami je nízká potřeba údržby, nevýhodou nižší schopnost snížení povrchového odtoku. Zatravnovací tvárnice mají vyšší schopnost snížení povrchového odtoku, ale vyšší potřebu údržby.

Koncepční řešení profilu typu B

U tohoto typu uličního profilu DOPORUČUJI, v co největší míře, nahradit asfaltový povrch chodníků za betonovou nebo kamennou dlažbu s drenážními spárami. Pokud to okolnosti dovolí, nahradit asfaltový povrch jízdních pruhů dlažbou, v případě parkovacích pruhů zatravnovacími tvárnicemi nebo jiným typem polopropustného povrchu. Tato opatření nevyžadují zásah do IS.

5.3. Profil typ C



Obr. 5.5- Uliční profil typ C, schéma příčného profilu

Nejnápadnějším rysem tohoto uličního profilu jsou relativně široké zelené pásy, vzhledem k šířce jízdního pásu. Po obou stranách profilu jsou pruhy pro chodce, které jsou od okolní zástavby rodinných domů odděleny ploty. Tento typ profilu je v MČ Praha 4 poměrně rozšířený.

Profil ULC01 – ulice Nad Spádem



Obr. 5.6 – Fotografie ulice Nad Spádem (autor Jakub Knap)

Tato pozemní komunikace se nalézá v obytné čtvrti. Jedná se o jednosměrnou pozemní komunikaci s dvěma jízdními pruhy, které jsou po stranách hojně využívány k podélnému parkování. Komunikace má v příčném směru střechovitý sklon. Jízdní pás a pruhy pro chodce mají asfaltový povrch. Zelený pás je tvořen trávou, keři a vzrostlými stromy.

Majetkoprávní vztahy

Odvodňovaný pozemek s uličním profilem ULC01 leží v k. ú. Podolí [728152].

typ pozemku	p. č.	číslo LV	výměra [m ²]	druh pozemku	vlastníci	omezení vlastnického práva
OP	1996	1223	3504	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Věcné břemeno užívání
PPVUO	není					

Tab. 5.6 - Uliční profil ULC01, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 15.5.2017)

Inženýrské sítě

Na výše uvedeném pozemku se nachází tyto inženýrské sítě. Jednotná kanalizace, plynovod, vodovod, kabely elektrického vedení a telefonu a další.

Určení plochy odvodňované dle zásad HDV

Jako OP byla zvolena část ulice Nad Spádem mezi ulicemi Pod Děškankou a Doudova z důvodu možného návrhu 1-3 liniových objektů typu HDV podél komunikace.

Příloha č. 8: Celková situace ULC01

Vstupní data

typ OP	materiál OP	sklon OP [%]	velikost OP [m ²]
komunikace	asfalt	do 1 %	1614
chodník	asfalt	do 1 %	990
zeleň	zatravněná plocha	do 1 %	900
celkem			3504

Tab. 5.7 - Uliční profil ULC01, parametry odvodňované plochy

- frekvence dopravy: méně než 300 automobilů za 24 hod
- koeficient vsaku: neznámý (zvoleno $5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Zhodnocení situace a volba opatření

Stávající uliční profil poskytuje, díky širokým zeleným pásům a chodníkům, dostatek prostoru pro umístění objektů a zařízení HDV podél komunikace. Umístění vsakovacího zařízení na plochu zeleného pásu, je podmíněné přeložením části IS a odstraněním dřevin, především vzrostlých stromů. Další podmínkou pro provozuschopnost vsakovacího zařízení

je zvýšení podélného profilu pozemní komunikace tak, aby se její okrajová část dostala na úroveň stávajícího obrubníku. Alternativou je zahloubení zeleného pásu až na úroveň stávajícího okraje komunikace. Nelze opomenout ani přístupy k domům, které by mohl průleh omezit. Toto je možné řešit buď technicky, umístěním pojezdné lávky či roštů nebo rozdělením liniového objektu na několik menších objektů. Tyto podmínky platí též pro povrchové retenční zařízení.

Pro zamezení absence dřevin, které mají vysokou estetickou a ekologickou hodnotu, jsou dvě možnosti. První možností je odstranění pouze části dřevin v pravidelných intervalech a vybudování několika menších samostatných vsakovacích zařízení mezi nimi. Druhou možností je odstranění všech dřevin, vybudování liniového vsakovacího zařízení a následná náhradní výsadba stromy a keři, které snášejí nepříznivý vodní režim (střídání zaplavitování a nedostatku vody). Konstrukce zařízení by též musela být uzpůsobena výsadbě dřevin.

Zvolená opatření – vsakovací zařízení s regulovaným odtokem (průleh) a výměna stávajícího asfaltového povrchu pruhů pro chodce.

Návrh opatření

Z důvodu střechovitého sklonu komunikace, zelených pásů po obou okrajích a napojení ulice Na Sypčině, přibližně v polovině délky odvodňované plochy, jsou navrženy celkem 3 samostatné objekty. Stávající uliční profil zůstane zachován, s výjimkou snížení zeleného pásu z důvodu umístění zařízení. Dřeviny budou odstraněny a nahrazeny novou výsadbou. Přístupy k domům budou řešeny tak, aby nepřerušovali liniové vsakovací zařízení.

Přítok srážkových povrchových vod z výše položené ulice Na Sypčině není ve výpočtu zohledněn. V návrhu zařízení je již zohledněno nahrazení asfaltového povrchu v pruzích pro chodce betonovou dlažbou s pískovými spárami.

Zařízení budou, v souladu s vyhláškou č. 268/2001, vybaveny bezpečnostním přelivem zaústěným do jednotné kanalizace na pozemku komunikace, stejně jako regulovaný odtok. Voda bude do zařízení přiváděna rovnoměrným povrchovým přítokem po celé délce průlehu.

Výměna povrchů

typ OP	původní povrch OP	nový povrch OP	velikost OP [m ²]	cena [€/m ²]	cena celkem [€]
chodník	asfalt	dlažba s pískovými spárami	990	50	49 500
celkem			990	-	49 500

Tab. 5.8 - Uliční profil ULC01, výměna povrchů (cena zahrnuje instalaci, zdroj [21])

Objekt ULC01-A

- povrchové vsakovací zařízení s retencí a regulovaným odtokem
- odvodňovaná plocha $A = 1524 \text{ m}^2$
- redukováná odvodňovaná plocha $A_{\text{red}} = 842 \text{ m}^2$
- plocha vsakovacího zařízení $A_{\text{vsak}} = 173 \text{ m}^2$
- přípustný specifický odtok $q_c = 3 \text{ l/(s.ha)}$
- přípustný odtok $Q_c = 0,46 \text{ l/s}$
- navržený regulovaný odtok $Q_o = 0,5 \text{ l/s}$
- návrhová periodičita srážky pro dimenzování $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$
- retenční objem $V = 26,2 \text{ m}^3$
- návrhové rozměry zařízení (lichoběžník - $d \cdot h \cdot \text{š}_{\text{celková}} \cdot \text{š}_{\text{dno}}$) $216,3 \cdot 0,15 \cdot 1,25 \cdot 0,35 \text{ m}$
- sklon břehů 1:3
- doba prázdnění 8,6 hod (max. 24 hod, **vyhovuje** dle TNV 75 9011)

Příloha č. 9: Výpočet objektu ULC01-A

Objekt ULC01-B

- povrchové vsakovací zařízení s retencí a regulovaným odtokem
- odvodňovaná plocha $A = 755 \text{ m}^2$
- redukováná odvodňovaná plocha $A_{\text{red}} = 414 \text{ m}^2$
- plocha vsakovacího zařízení $A_{\text{vsak}} = 98 \text{ m}^2$
- přípustný specifický odtok $q_c = 3 \text{ l/(s.ha)}$
- přípustný odtok $Q_c = 0,23 \text{ l/s}$
- navržený regulovaný odtok $Q_o = 0,5 \text{ l/s}$
- návrhová periodičita srážky pro dimenzování $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$
- retenční objem $V = 11,3 \text{ m}^3$
- návrhové rozměry zařízení (lichoběžník - $d \cdot h \cdot \text{š}_{\text{celková}} \cdot \text{š}_{\text{dno}}$) $98 \cdot 0,12 \cdot 1,35 \cdot 0,65 \text{ m}$

- sklon břehů 1:3
- doba prázdnění 4,5 hod (max. 24 hod, **vyhovuje** dle TNV 75 9011)

Objekt ULC01-C

- povrchové vsakovací zařízení s retencí a regulovaným odtokem
- odvodňovaná plocha $A = 747 \text{ m}^2$
- redukovaná odvodňovaná plocha $A_{\text{red}} = 411 \text{ m}^2$
- plocha vsakovacího zařízení $A_{\text{vsak}} = 97 \text{ m}^2$
- přípustný specifický odtok $q_c = 3 \text{ l/(s.ha)}$
- přípustný odtok $Q_c = 0,22 \text{ l/s}$
- navržený regulovaný odtok $Q_o = 0,5 \text{ l/s}$
- návrhová periodičita srážky pro dimenzování $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$
- retenční objem $V = 11,2 \text{ m}^3$
- návrhové rozměry zařízení (lichoběžník - $d \cdot h \cdot \text{š}_{\text{celková}} \cdot \text{š}_{\text{dno}}$) $97 \cdot 0,12 \cdot 1,35 \cdot 0,65 \text{ m}$
- sklon břehů 1:3
- doba prázdnění 4,5 hod (max. 24 hod, **vyhovuje** dle TNV 75 9011)

U takto dlouhých zařízení je pro zajištění funkčnosti důležité dodržení vodorovné roviny dna v celé délce průlehu. Pravděpodobně vhodnější variantou by bylo rozdělení na více částí, čímž by byl vyřešen i problém s přístupy k domům.

Orientační rozpočet

Orientační rozpočet navržených vsakovacích zařízení s regulovaným odtokem je pro jednotlivé objekty tento:

- ULC01-A: 130 000 Kč s DPH
- ULC01-B: 62 000 Kč s DPH
- ULC01-C: 62 000 Kč s DPH

Nezahrnuje cenu dalších opatření (přeložení IS atd.).

Cena výměny asfaltového povrchu chodníků za betonovou dlažbu s pískovými spárami (včetně instalace) je cca 49 500 €, při ceně 50 €/m^2 a ploše chodníků 990 m^2 [21].

Konceptní řešení profilu typu C

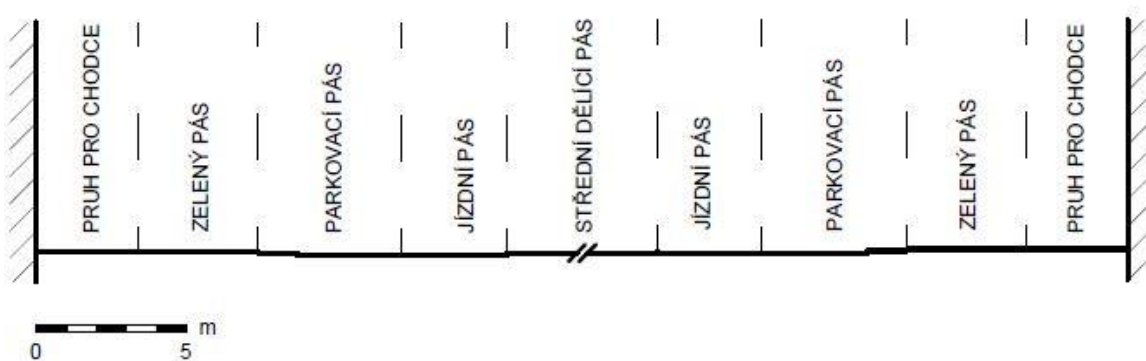
U tohoto typu uličního profilu DOPORUČUJI, v co největší míře, nahradit asfaltový povrch chodníků za betonovou nebo kamennou dlažbu s drenážními spárami.

Díky dostatku prostoru, pro umístění liniového zařízení podél komunikace, primárně DOPORUČUJI posoudit možnost umístění povrchového vsakovacího zařízení (průlehu), případně kombinovat s podzemním vsakovacím zařízením (průleh-rýha).

V co největší míře DOPORUČUJI zachovat množství stromů a keřů, případně zvýšit jejich počet, z důvodu mnoha pozitivních vlivů (stínění, snížení prašnosti, ochlazování a další).

V případě jednosměrných pozemních komunikací DOPORUČUJI zvážit přeměnu části jízdnic pruhů na parkovací pruhy podélného stání s polopropustným povrchem (zatravnovací dlaždice).

5.4. Profil typ D



Obr. 5.7- Uliční profil typ D, schéma příčného profilu

Hlavním rysem tohoto uličního profilu je souběžný výskyt středního dělicího pásu s travním porostem a zeleného pásu. Další konfigurace uličního profilu záleží na konkrétním umístění. Může se zde nalézat parkovací pruh pro podélné, šikmé i příčné stání. Pokud se v profilu nalézá pruh pro chodce, je většinou od jízdnic pruhů nebo parkovacího pruhu oddělen zeleným pásem. Po stranách profilu se nalézá povrch s travním porostem nebo rodinné domy oddělené plotem. Celkově se jedná o velmi široký uliční profil s dostatkem potenciálního prostoru pro umístění zařízení HDV.

Profil ULD05 – ulice Pujmanové



Obr. 5.8 – Fotografie ulice Pujmanové (autor Jakub Knap)

Tato pozemní komunikace je se nalézá v zástavbě bytových domů. Jedná se o pozemní komunikaci s dvěma jízdniemi pruhy, která je směrově rozdělena středním dělicím pásem. Z důvodu rozšiřujícího se středního dělicího pásu (15-30 m) odpovídá této definici pouze jeho část. Dle ČSN 73 6110 jsou jízdnié pásy, které jsou od sebe vzdáleny více než 20 m, považovány za samostatné komunikace. Komunikace má jednostranný sklon směrem k okrajům. Podél jízdniích pásů se nachází parkovací pruhy pro šikmé stání, jejichž část je vyvýšena. Mezi parkovacími pruhy a pruhy pro chodce se nalézají zelené pásy s travním povrchem. Jízdnié pásy, parkovací pruhy i pruhy pro chodce jsou pokryty asfaltovým povrchem.

Z důvodu nevhodně zvoleného konkrétního zástupce, se nejedná o typického zástupce profilu typu D, z důvodu značně se rozšiřujícího středního dělicího pásu.

Majetkoprávní vztahy

Odvodňovaný pozemek s uličním profilem ULD05 a pozemky potenciálně vhodné pro umístění objektu HDV leží v k. ú. Nusle [728161].

typ pozemku	p. č.	číslo LV	výměra [m ²]	druh pozemku	vlastníci	omezení vlastnického práva
OP	2910/89	1104	11491	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Věcné břemeno (podle listiny) Věcné břemeno užívání Věcné břemeno zřizování a provozování vedení
PPVUO	2910/85	1104	4647	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Věcné břemeno užívání Věcné břemeno zřizování a provozování vedení

Tab. 5.9 - Uliční profil ULD05, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 17.5.2017)

Inženýrské sítě

Na výše uvedených pozemcích se nachází tyto inženýrské sítě. Jednotná kanalizace, plynovod, vodovod, kabely elektrického vedení a telefonu a další.

Určení plochy odvodňované dle zásad HDV

Jako OP byla zvolena cca polovina délky ulice Pujmanové. Zvolená OP tvoří pouze část ulice v podélném i příčném směru.

Příloha č. 10: Celková situace ULD05

Vstupní data

typ OP	materiál OP	sklon OP [%]	velikost OP [m ²]
komunikace	asfalt	cca 4 %	1492
chodník	asfalt	cca 4 %	607
zelený pás	zatravněná plocha	cca 4 %	418
celkem			2517

Tab. 5.10 - Uliční profil ULD05, parametry odvodňované plochy

- frekvence dopravy: 300 až 15 000 automobilů za 24 hod
- koeficient vsaku: neznámý (zvoleno $5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Zhodnocení situace a volba opatření

Stávající uliční profil poskytuje, díky širokým zeleným pásům, dostatek prostoru pro umístění objektů a zařízení HDV podél komunikace. Umístění vsakovacího zařízení na plochu zeleného pásu, je podmíněně přeložením části IS a výškovou úpravou zvýšené

části parkovacího pruhu a zeleného pásu. Stávající jednostranný sklon pozemní komunikace zůstane zachován.

Zvolená opatření – povrchové vsakovací zařízení s retencí a regulovaným odtokem (průleh) a výměna stávajícího asfaltového povrchu pruhů pro chodce.

Návrh opatření

Výměna povrchů

typ OP	původní povrch OP	nový povrch OP	velikost OP [m ²]	cena [€/m ²]	cena celkem [€]
chodník	asfalt	dlažba s pískovými spárami	607	50	30 350
celkem			607	-	30 350

Tab. 5.11 - Uliční profil ULD05, výměna povrchů (cena zahrnuje instalaci, zdroj [21])

Objekt ULD05

- povrchové vsakovací zařízení s retencí a regulovaným odtokem
- odvodňovaná plocha $A = 2517 \text{ m}^2$
- redukovaná odvodňovaná plocha $A_{\text{red}} = 1600 \text{ m}^2$
- plocha vsakovacího zařízení $A_{\text{vsak}} = 210 \text{ m}^2$
- přípustný specifický odtok $q_c = 3 \text{ l/(s.ha)}$
- přípustný odtok $Q_c = 0,76 \text{ l/s}$
- navržený regulovaný odtok $Q_o = 0,6 \text{ l/s}$
- návrhová periodičita srážky pro dimenzování $p = 0,2 \text{ rok}^{-1}$
- retenční objem $V = 57,2 \text{ m}^3$
- návrhové rozměry zařízení (lichoběžník - $d \cdot h \cdot \text{\textit{\textcircled{S}}}_{\text{celková}} \cdot \text{\textit{\textcircled{S}}}_{\text{dno}}$) $175 \cdot 0,27 \cdot 2,02 \cdot 0,38 \text{ m}$
- sklon břehů 1:3
- doba prázdnění 15,6 hod (max. 24 hod, **vyhovuje** dle TNV 75 9011)

Zařízení bude, v souladu s vyhláškou č. 268/2001, vybaveno bezpečnostním přelivem zaústěným do jednotné kanalizace na pozemku komunikace, stejně jako regulovaný odtok.

Nedostatkem tohoto návrhu je mísení různě znečištěných srážkových vod z pozemních komunikací a komunikací pro chodce.

Orientační rozpočet

Cena výměny asfaltového povrchu chodníků za betonovou dlažbu s pískovými spárami (včetně instalace) je cca 30 350 €, při ceně 50 €/m² a ploše chodníků 607 m² [21].

Orientační rozpočet průlehu je 165 000 Kč s DPH.

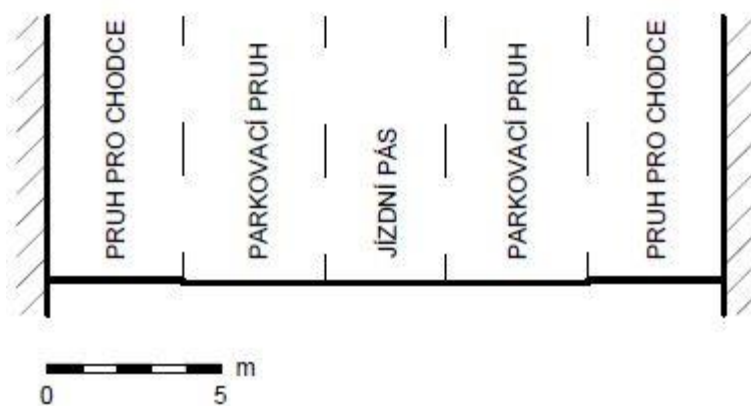
Koncepční řešení profilu typu D

U tohoto typu uličního profilu DOPORUČUJI, v co největší míře, nahradit asfaltový povrch chodníků za betonovou nebo kamennou dlažbu s drenážními spárami.

Díky dostatku prostoru, pro umístění liniového zařízení podél komunikace, primárně DOPORUČUJI posoudit možnost umístění povrchového vsakovacího zařízení (průlehu) do zeleného pásu nebo středního dělicího pásu. V případě nedostatku místa kombinovat s podzemním vsakovacím zařízením (průleh-rýha).

Dále DOPORUČUJI zvážit výměnu povrchu parkovacích pásů za polopropustný povrch (zatravnovací dlaždice).

5.5. Profil typ E



Obr. 5.9- Uliční profil typ E, schéma příčného profilu

Nejvýraznějším rysem tohoto profilu je velmi hustá zástavba po obou jeho stranách a existence parkovacího pruhu po obou stranách pozemní komunikace. Jízdní pás je směrově nerozdělený. Pruh pro chodce je po obou stranách uličního profilu. Zelený pás chybí. Tento typ uličního profilu se v MČ Praha 4 nalézají hlavně v Nuslích.

Profil ULE02 – ulice Marie Cibulkové



Obr. 5.10 – Fotografie ulice Marie Cibulkové (autor Jakub Knap)

Tato pozemní komunikace se nalézá v husté zástavbě bytových domů a administrativních budov. Jedná se o jednosměrnou pozemní komunikaci s jedním jízdním pruhem a parkovacími pruhy pro šikmé stání po jeho obou stranách. Komunikace má v příčném směru střechovitý sklon. Jízdni pás, parkovací pruhy a jeden pruh pro chodce mají asfaltový povrch. Povrch druhého pruhu pro je tvořen betonovou dlažbou s pískovými spárami. Polovina ulice leží na rovině, polovina ve svahu.

Majetkoprávní vztahy

Odvodňovaný pozemek s uličním profilem ULE02 leží v k. ú. Nusle [728161].

typ pozemku	p. č.	číslo LV	výměra [m ²]	druh pozemku	vlastníci	omezení vlastnického práva
OP	3109	1104	6577	ostatní plocha	HLAVNÍ MĚSTO PRAHA	Věcné břemeno (podle listiny) Věcné břemeno chůze a jízdy Věcné břemeno užívání
PPVUO	není					

Tab. 5.12 - Uliční profil ULE02, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 14.5.2017)

Inženýrské sítě

Na výše uvedeném pozemku se nachází tyto inženýrské sítě. Jednotná kanalizace, plynovod, vodovod, kabely elektrického vedení a telefonu a další.

Určení plochy odvodňované dle zásad HDV

Jako OP byla zvolena část ulice Marie Cibulkové mezi ulicemi Mikuláše z Husi a Sinkulova, která přesně odpovídá výše popsanému typu uličního profilu.

Příloha č. 11: Celková situace ULE02

Vstupní data

typ OP	materiál OP	sklon OP [%]	velikost OP [m ²]
komunikace	asfalt	do 1 %	1930
chodník	asfalt	do 1 %	600
chodník	dlažba s pískovými spárami	do 1 %	570
chodník	asfalt	cca 3,5 %	657
chodník	dlažba s pískovými spárami	cca 3,5 %	655
komunikace	asfalt	cca 3,5 %	2165
celkem			6577

Tab. 5.13 - Uliční profil ULE02, parametry odvodňované plochy

- frekvence dopravy: 300 až 15 000 automobilů za 24 hod
- koeficient vsaku: neznámý

Zhodnocení situace a volba opatření

Vzhledem k husté okolní zástavbě, nutnosti dodržení odstupové vzdálenosti vsakovacích zařízení od budov, hustotě vedení IS a neznámým vsakovacím podmínkám není možné umístění vsakovacího zařízení podél komunikace. Z důvodu velkého množství IS v tělese chodníku a komunikace není umístění retenčního zařízení možné.

V blízkosti daného uličního profilu se nenalézají pozemky potenciálně vhodné pro umístění zařízení HDV.

Jediným opatřením, které je možné v tomto uličním profilu realizovat, je výměna části stávajících asfaltových povrchů za polopropustné povrchy.

Návrh opatření a orientační rozpočet

Navržené opatření zahrnuje: výměnu asfaltového povrchu chodníku za betonovou dlažbu s pískovými spárami a výměnu asfaltového povrchu parkovacích pruhů za zatravnovací

tvárnice. Výměnou povrchů dojde ke snížení srážkového povrchového odtoku z chodníku o 20 % a z parkovacích pruhů o 50 % [3].

typ OP	původní povrch OP	nový povrch OP	velikost OP [m ²]	cena od [€/m ²]	od cena celkem [€]
parkovací pruhy	asfalt	zatravnovací tvárnice	2970	30	89 100
chodník	asfalt	dlažba s pískovými spárami	1247	50	62 350
celkem			4217	-	151 450

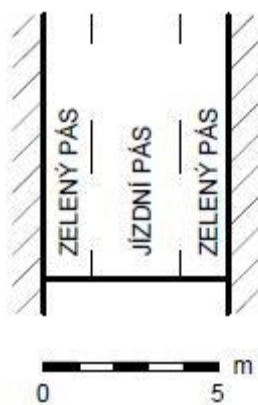
Tab. 5.14 - Uliční profil ULE02, výměna povrchů (cena zahrnuje instalaci, zdroj [21])

Výhodou betonové dlažby s pískovými spárami je nízká potřeba údržby, nevýhodou nižší schopnost snížení povrchového odtoku. Zatravnovací tvárnice mají vyšší schopnost snížení povrchového odtoku, ale vyšší potřebu údržby.

Koncepční řešení profilu typu E

U tohoto typu uličního profilu DOPORUČUJI, v co největší míře, nahradit asfaltový povrch chodníků za betonovou nebo kamennou dlažbu s drenážními spárami. Pokud to okolnosti dovolí, nahradit asfaltový povrch parkovacích pruhů zatravnovacími tvárnici, případně jiným typem polopropustného povrchu.

5.6. Profil typ F



Obr. 5.11- Uliční profil typ F, schéma příčného profilu

Z důvodu velmi malého zastoupení toho typu profilu na území MČ Praha 4, je tomuto profilu věnována pouze malá pozornost. Spolu s uličním profilem typu B, se jedná o nejjednodušší typ profilu, který je složen pouze z jízdniího pásu a zelených pásů po jeho okrajích. Okolní zástavbu tvoří rodinné domy.

Profil ULF01 – ulice Severní IX



Obr. 5.12 – Fotografie ulice Severní IX (autor Google)

Jedná se o jednosměrnou pozemní komunikaci s jedním jízdním pruhem s asfaltovým povrchem a zelenými pásy po okrajích s travním porostem. Zástavba rodinných domů je od uličního profilu oddělena ploty. Zelené pásy jsou částečně využívány k podélnému parkování.

U toho profilu nebyla provedena analýza IS a majetkoprávních vztahů.

- frekvence dopravy: méně než 300 automobilů za 24 hod

Koncepční řešení profilu typu F

Z důvodu nízkého dopravního zatížení DOPORUČUJI nahradit asfaltový povrch komunikace betonovou nebo kamennou dlažbou s pískovými spárami. Zatravněný zelený pás je možné používat pro občasné parkování. Při častějším využití DOPORUČUJI nahradit zatravněnou plochu zatravněvacími voštinami s vyšší odolností při pojezdu. Umístění povrchového vsakovacího zařízení NEDOPORUČUJI z důvodu omezení počtu parkovacích míst.

5.7. Posouzení efektivity

Ulice a cesty na území MČ Praha 4 zabírají plochu 415 ha, viz 3.1.

Při dvouletém 15-ti minutovém dešti, je srážkový objem v Praze 160 l/s.ha (dle Trupla).

Posouzení efektivity navržených opatření je vtaženo ke konkrétnímu typu uličního profilu. U každého profilu je porovnán objem povrchového odtoku při současné situaci a při použití navržených opatření HDV. Všechny typy profilů umožňují výměnu části stávajícího povrchu za jiný typ povrchu s nižším součinitelem povrchového odtoku. Pouze část profilů umožňuje umístění vsakovacího nebo retenčního objektu. Z důvodu neznámých hydrogeologických podmínek je možnost vsaku pouze odhadována.

Veškeré hodnoty současného součinitele odtoku srážkových vod jsou průměrné, za podmínek sklonu povrchu 1–5 % a typického povrchu těchto ploch. Procentuální zastoupení jednotlivých typů odvodňovaných ploch je uvažováno pro typického zástupce daného profilu. Posuzování povrchového odtoku vychází z výše uvedené hodnoty 160 l/s.ha.

5.7.1 Profil typ A

U tohoto typu profilu je možná výměna části povrchů a v ojedinělých případech vsakování a retence. Následující tabulka zobrazuje změnu součinitele povrchového odtoku při výměně části povrchů.

Typ OP	zastoupení OP [%]	současný souč. odtoku ψ	%. ψ	navržený souč. odtoku ψ	%. ψ
komunikace	75	0,8	60,0	0,8	60,0
chodník	17	0,8	13,6	0,6	10,2
zeleň	8	0,1	0,8	0,1	0,8
souč. odtoku v profilu A		-	0,74	-	0,71

Tab. 5.15 - Profil A, posouzení součinitele povrchového odtoku

Současný povrchový odtok 118,4 l/s.ha.

Povrchový odtok při výměně povrchů 113,6 l/s.ha.

Při výměně části povrchů, dojde ke snížení povrchového odtoku o 4,8 l/s.ha (4,2 %).

V případě použití vsakování nebo retence, dojde ke snížení odtoku z odvodňované plochy na hodnotu max. 3 l/s.ha.

5.7.2 Profil typ B

U tohoto typu profilu je možná pouze výměna části povrchů. Umístění vsakovacího nebo retenčního zařízení není z prostorových důvodů možné. Následující tabulka zobrazuje změnu součinitele povrchového odtoku při výměně části povrchů.

Typ OP	zastoupení OP [%]	současný souč. odtoku ψ	%. ψ	navržený souč. odtoku ψ	%. ψ
komunikace	60	0,8	48,0	0,8	48,0
chodník	40	0,8	32,0	0,6	24,0
souč. odtoku v profilu B		-	0,80	-	0,72

Tab. 5.16 - Profil B, posouzení součinitele povrchového odtoku

Současný povrchový odtok 128 l/s.ha.

Povrchový odtok při výměně povrchů 115,2 l/s.ha.

Při výměně části povrchů, dojde ke snížení povrchového odtoku o 12,8 l/s.ha (10 %).

5.7.3 Profil typ C

U tohoto typu profilu je možná výměna části povrchů. Profil poskytuje dostatek místa pro vsakování a retenci. Následující tabulka zobrazuje změnu součinitele povrchového odtoku při výměně části povrchů.

Typ OP	zastoupení OP [%]	současný souč. odtoku ψ	%. ψ	navržený souč. odtoku ψ	%. ψ
komunikace	46	0,8	36,8	0,8	36,8
chodník	28	0,8	22,4	0,6	16,8
zeleň	26	0,1	2,6	0,1	2,6
souč. odtoku v profilu C		-	0,62	-	0,56

Tab. 5.17 - Profil C, posouzení součinitele povrchového odtoku

Současný povrchový odtok 99,2 l/s.ha.

Povrchový odtok při výměně povrchů 89,6 l/s.ha.

Při výměně části povrchů, dojde ke snížení povrchového odtoku o 9,6 l/s.ha (9,7 %).

V případě použití vsakování nebo retence, dojde ke snížení odtoku z odvodňované plochy na hodnotu max. 3 l/s.ha.

5.7.4 Profil typ D

U tohoto typu profilu je možná výměna části povrchů. Profil poskytuje dostatek místa pro vsakování a retenci. Následující tabulka zobrazuje změnu součinitele povrchového odtoku

při výměně části povrchů. U tohoto profilu je množství povrchového odtoku silně ovlivněno šířkou středního dělicího pásu s travním porostem.

Typ OP	zastoupení OP [%]	současný souč. odtoku ψ	%. ψ	navržený souč. odtoku ψ	%. ψ
komunikace	55	0,8	44,0	0,8	44,0
chodník	20	0,8	16,0	0,6	12,0
zeleň	25	0,1	2,5	0,1	2,5
souč. odtoku v profilu D		-	0,63	-	0,59

Tab. 5.18 - Profil D, posouzení součinitele povrchového odtoku

Současný povrchový odtok 100,8 l/s.ha.

Povrchový odtok při výměně povrchů 94,4 l/s.ha.

Při výměně části povrchů, dojde ke snížení povrchového odtoku o 6,4 l/s.ha (6,3 %).

V případě použití vsakování nebo retence, dojde ke snížení odtoku z odvodňované plochy na hodnotu max. 3 l/s.ha.

5.7.5 Profil typ E

U tohoto typu profilu je možná pouze výměna části povrchů. Umístění vsakovacího nebo retenčního zařízení není z prostorových důvodů možné. Následující tabulka zobrazuje změnu součinitele povrchového odtoku při výměně části povrchů.

Typ OP	zastoupení OP [%]	současný souč. odtoku ψ	%. ψ	navržený souč. odtoku ψ	%. ψ
komunikace	18	0,8	14,4	0,8	14,4
chodník	40	0,8	32,0	0,6	24,0
park. pruh	42	0,8	33,6	0,3	12,6
souč. odtoku v profilu E		-	0,80	-	0,51

Tab. 5.19 - Profil E, posouzení součinitele povrchového odtoku

Současný povrchový odtok 128 l/s.ha.

Povrchový odtok při výměně povrchů 81,6 l/s.ha.

Při výměně části povrchů, dojde ke snížení povrchového odtoku o 46,4 l/s.ha (36 %).

DISKUZE

Překvapujícím faktem vycházejícím ze zpracované diplomové práce je, že existuje pouze velmi omezený počet příčných profilů na území MČ Praha 4, kam lze vsakovací nebo retenční zařízení umístit. Je velmi důležité před zpracováním konkrétního opatření, na vybraném území, podrobně rozebrat místní situaci a dle výsledků určit konkrétní opatření.

Přestože byl každý z vybraných profilů kategorizován dle určitého klíče a zařazen do konkrétního typu uličního profilu, tak má každý jednotlivý profil určitá specifika, která ostatní profily stejného typu mít nemusí. Toto se promítlo do ukázkových návrhů, která mají, díky malé prozkoumanosti území, pouze ilustrativní charakter.

Naprostá většina chodníků ve vybraných příčných profilech má asfaltový povrch.

Před zpracováním diplomové práce bylo odhadováno mnohem větší použití betonových a kamenných dlažeb. Díky tomuto faktu mohla být ve všech typech profilů navržena výměna povrchů pro snížení povrchového odtoku.

Během zpracování DP bylo objeveno několik problémů s normami a vyhláškami, které komplikovaly návrh daných opatření. Na jejich interpretaci často závisí možnost správného návrhu objektu. Normy a vyhlášky mohou být, v některých případech, vyloženy různě, a proto navržená řešení nemusí být jediná možná.

ČSN 75 9010

V této normě není určeno, zda jsou uvedené hodnoty součinitele odtoku srážkových vod průměrné nebo špičkové. Díky této neznalosti je vypočtená efektivita výměny povrchů nepřesná. Bylo by vhodné toto v normě specifikovat, případně požádat autora normy o vyjasnění.

Vyhláška č. 501/2006

Z důvodu možnosti nejednoznačného výkladu odst. 5 § 20 této vyhlášky, by bylo vhodné požádat jejího autora o podrobný výklad. Z vyhlášky není zcela jasné, zda je bezpodmínečně nutné nakládat (hospodařit) se srážkovými vodami přímo na stavebním pozemku, kde vznikly. Nebo je možné jejich odvedení na sousední pozemek stejného majitele a srážkové vody využívat, vsakovat nebo zadržovat zde. Toto je, z pohledu pozemních komunikací, velmi důležité objasnit. Pozemní komunikace a přilehlé zelené plochy mají

mnohdy stejného majitele, ale z důvodu rozdílného způsobu využití se jedná o dva samostatné pozemky.

Současné uplatňování norem pro návrh pozemních komunikací a objektů HDV

Během pronikání do problematiky hospodaření s dešťovými vodami z pozemních komunikací v intravilánu, vyvstali tyto otázky.

a) Jak lze kombinovat normy pro projektování pozemních komunikací a normy týkající se vsakování a retence srážkové vody? Lze vůbec tyto normy kombinovat a zároveň obě dodržovat?

b) Jakým konkrétním způsobem je nutné navrhnout liniový vsakovací objekt podél komunikace tak, aby nedocházelo k poškozování tělesa komunikace?

Odpovědi na tyto otázky je nutné hledat u odborníků z oboru vodního hospodářství a dopravních staveb.

Zahraniční zkušenosti

S realizací objektů HDV mají dlouholeté zkušenosti např. tyto země: Švýcarsko, Německo, Rakousko, Švédsko, USA a další.

Pro více informací doporučuji prozkoumat tyto webové stránky:

<http://savetherain.us/>

<http://www.susdrain.org/>

<https://www.epa.gov/green-infrastructure>

http://www.ciria.org/Memberships/The_SuDs_Manual_C753_Chapters.aspx

Náměty pro další zpracování

Pro přesnější určení efektivity opatření HDV na zemi MČ Praha 4 by bylo vhodné přesně analyzovat množství jednotlivých typů uličních profilů.

Z pohledu realizace navržených opatření by bylo vhodné, ve spolupráci s dopravním inženýrem, přesně specifikovat požadavky pro umístění vsakovacích a retenčních zařízení podél komunikace nebo pod těleso komunikace. Prokazatelným způsobem by muselo být určeno, zda takto navržené opatření nebude poškozovat danou pozemní komunikaci.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo analyzovat uliční profily z hlediska potenciálu pro hospodaření se srážkovými vodami v MČ Praha 4 a navrhnout opatření pro jednotlivé kategorie.

Úvodní kapitola popisuje historii a rozvoj pražské kanalizační sítě v souvislosti se zvyšujícím se počtem obyvatel. Následující kapitola se věnuje hospodaření se srážkovými vodami z hlediska principů, možností použití a trvale udržitelného rozvoje. Kapitola Typy opatření HDV podrobně rozebírá nejen stavební objekty a zařízení, ale také další opatření, která napomáhají uplatňovat principy HDV. Základní právní rámec HDV je zakotven v klíčových dokumentech, kterými jsou: Politika územního rozvoje, Národní plány povodí a další. Konkrétní požadavky jsou určeny ve stavebním zákoně, vodním zákoně, zákoně o vodovodech a kanalizacích a z nich vycházejících předpisů. Návrh, posouzení, kolaudace, užívání a údržba objektů HDV jsou podrobně rozebrány ve dvou technických předpisech. První je ČSN 75 9010, která se věnuje výhradně vsakování a z pohledu HDV má mnoho nedostatků. Druhou normou je TNV 75 9011, která se touto problematikou zabývá komplexně a reflektuje principy trvale udržitelného rozvoje. Poslední teoretická část popisuje faktory ovlivňující návrh objektů HDV a vymezuje jednotlivé kroky návrhu, výstavby a provozu těchto objektů.

V první kapitole praktické části jsou uvedeny základní informace o zájmovém území, které slouží jako jeden z podkladů pro další práci. Následují metodické pokyny, které popisují jednotlivé kroky návrhu konkrétních opatření. Jejich součástí jsou kritéria výběru způsobu odvodnění a návrhové výpočty. Výsledková část je rozdělena na 6 částí podle počtu typických uličních profilů. V každé části je navrženo konkrétní opatření pro reprezentativního zástupce daného typu profilu. Jedná se o návrh na změnu povrchu pro snížení povrchového srážkového odtoku nebo návrh vsakovacího nebo retenčního objektu. U každého typu profilu jsou v závěru sepsána doporučení reflektující vlastnosti daných profilů.

Nejzávažnějším a naprosto zásadním problémem, byla absence relevantních dat pro určení koeficientu vsaku, který přímo určuje vhodnost zasakování srážkových vod v dané lokalitě. Podkladem pro vyhodnocení vhodnosti vsakování byla vsakovací mapa, která bohužel pokrývala pouze nepatrnou část MČ Prahy 4. Z tohoto důvodu byla ve všech zájmových

profilech zvolena hodnota koeficientu vsaku $5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, která odpovídá podmínečně vhodným podmínkám pro vsakování.

Při návrhu konkrétních objektů HDV, bylo zjištěno několik faktorů, které omezovali jejich umístění do příslušného uličního profilu. Majetkoprávní vztahy omezovali umístění zařízení pouze na pozemky ve vlastnictví hl. m. Prahy. Inženýrské sítě a jejich ochranná pásma ve většině uličních profilů znemožňovali umístění objektů podél komunikace. Pokud byly objekty HDV přesto navrženy do těchto ochranných pásem, byla konstatována nutnost jejich přeložení. Omezujícím faktorem, který byl zvolen samotným autorem práce, bylo respektování existujících parkovacích míst. Tento prostor, potenciálně vhodný pro umístění objektů HDV, nebyl v žádném z profilů omezen, z důvodu jejich akutního nedostatku.

Jako nejvhodnější plochy, pro umístění objektů HDV, se ukázali existující zelené pásy nebo střední dělicí pruhy. Zelené pásy se, v některých uličních profilech, nacházejí mezi jízdním či parkovacím pruhem a pruhem pro chodce. Střední dělicí pruhy rozdělují jednotlivé směry jízdních pruhů, mají různou šířku a často jsou na nich umístěny stromy a keře. Dalším prostor, pro umístění objektů HDV by mohl být získán zúžením širokých chodníků.

Samostatnou kapitolu tvoří výměna povrchů. Současné zpevněné povrchy většiny chodníků mohou být nahrazeny polopropustnými povrchy, jako jsou např. betonové a kamenné dlažby s pískovými spárami. Též většina zpevněných ploch parkovacích pruhů může být nahrazena dlažbou s pískovými spárami nebo zatravnovacími tvárnicemi. Tato opatření jsou levná a snadno realizovatelná.

Poslední kapitola praktické části obsahuje zhodnocení efektivity navržených opatření.

Závěrem lze říci, že velká část uličních profilů na území MČ Praha 4 poskytuje alespoň minimální potenciál pro opatření HDV ať už se jedná o výměnu povrchu, umístění vsakovacího anebo retenčního zařízení.

SEZNAM CITACÍ

- [1] VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Vydání první. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.
- [2] TNV 75 9011. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha, 2013.
- [3] ČSN 75 9010. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. 2012.
- [4] KREJČÍ, Vladimír. *Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup*. 1. vyd. Brno: Noel 2000, 2002. ISBN 80-86020-39-8.
- [5] *Vodovody a kanalizace ČR* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, 2016 [cit. 2017-04-16]. ISBN 978-80-7434-326-1. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/504990/Vodovody_a_kanalizace_Ceske_republiky_2015.pdf
- [6] JASÁNEK, Jaroslav a Jana ALMEROVÁ. HISTORIE KANALIZACE. *Pražská vodohospodářská společnost a.s.* [online]. b.r. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.pvs.cz/historie/historie-kanalizace/>
- [7] Velká Praha. *Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. b.r. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Velk%C3%A1_Praha
- [8] Stará čistírna odpadních vod (Praha-Bubeneč). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2017 [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Star%C3%A1_%C4%8Dist%C3%ADrna_odpadn%C3%ADch_vod_\(Praha-Bubene%C4%8D\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Star%C3%A1_%C4%8Dist%C3%ADrna_odpadn%C3%ADch_vod_(Praha-Bubene%C4%8D))

- [9] Dokumenty. *Celková přestavba a rozšíření ÚČOV Praha na Císařském ostrově* [online]. b.r. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://www.novacistirna.cz/prubezne-informace-o-stavbe/dokumenty/>
- [1] *MIGRACE V HL. M. PRAZE 2001 - 2007* [online]. Praha, 2008 [cit. 2017-04-11].
- 0] Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/20536096/13-113508.pdf/2b28fe4a-cb81-494f-9dee-9bc00fb0acbb?version=1.0>
- [1] *Vergleich der wasserhaushaltsbilanz auf natürlichen und auf vom Menschen*
- 1] *veränderten Flächen im Jahresdurchschnitt nach Angaben vom Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft*. Mnichov, 2004.
- [1] *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2015* [online]. Praha:
- 2] Ministerstvo zemědělství České republiky v nakl. Lesnická práce, 2016 [cit. 2017-04-16]. ISBN 978-80-7434319-3. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/495875/Zprava_o_stavu_vodniho_hospodarstvi_Ceske_republiky_v_roce_2015.pdf
- [1] VÍTEK, Jiří. *Principy a zásady koncepce a strategie odvodnění MČ Praha 12* [online].
- 3] 2014 [cit. 2017-03-27]. Dostupné z: http://www.pocitamesvodou.cz/wp-content/uploads/2015/06/P12_Strategie-HDV_2015-01.pdf?x58580
- [1] CYHELKÁ, E. a I. KABELKOVÁ. Solení vozovek z pohledu hospodaření s
- 4] dešťovými vodami. In: *Vodní hospodářství, roč. 59, č. 9*. 2009.
- [1] Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. *Ministerstvo životního*
- 5] *prostředí* [online]. b.r. [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie
- [1] *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR* [online]. 2015 [cit. 2017-04-
- 6] 27]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)

- [1] *Politika územního rozvoje České republiky, ve znění Aktualizace č. 1* [online]. Vydání 7] první. Praha, Brno: Ministerstvo pro místní rozvoj, 2015 [cit. 2017-04-28]. ISBN 978-80-7538-006-7, 978-80-87318-36-2. Dostupné z: https://www.mmr.cz/getmedia/514b9dcb-4cf3-4ebc-9ef5-c9f5230c089c/2015_VI_26_Brozura_PUR_CR_ve_zneni_Aktualizace_c_1.pdf?ext=.pdf
- [1] *ČESKO. Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).*
8] *In: Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 28. 4. 2017]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>. b.r.
- [1] *NÁRODNÍ PLÁN POVODÍ LABE - KAPITOLA IV. CÍLE PRO POVRCHOVÉ VODY,*
9] *PODZEMNÍ VODY A CHRÁNĚNÉ OBLASTI VÁZANÉ NA VODNÍ PROSTŘEDÍ* [online]. 2015 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/437740/NPP_Labe_kapitola_0.pdf
- [2] *PLÁN PRO ZVLÁDÁNÍ POVODŇOVÝCH RIZIK V POVODÍ LABE* [online]. 2015 [cit. 0] 2017-04-30]. Dostupné z: http://www.povis.cz/pdf/PZPR_labe.pdf
- [2] *Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech: odvodnění v Bavorsku*
1] *nepodléhající povolení.* Praha: Ústav pro ekopolitiku pro Ministerstvo zemědělství České republiky, 2006. ISBN 80-903-2448-7.
- [2] *MČ Praha 4* [online]. b.r. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://www.praha4.cz>
2]
- [2] *Katalog městských částí hl. m. Prahy* [online]. b.r. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z:
3] http://katalog-mc.iprpraha.cz/mc_detail.html?mc=407#tema6
- [2] *Ochrana přírody a krajiny* [online]. b.r. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z:
4] <http://mpp.praha.eu/app/map/atlas-zivotniho-prostredi/cs/ochrana-prirody-a-krajiny>
- [2] *Interaktivní mapa odboru památkové péče Magistrátu hl. m. Prahy* [online]. b.r. [cit. 5] 2017-05-01]. Dostupné z: <http://mpp.praha.eu/app/map/PamatkovaPece/>

- [2] *Hydroekologický informační systém VÚV TGM* [online]. b.r. [cit. 2017-05-02].
6] Dostupné z: <http://heis.vuv.cz/default.asp>
- [2] *Google Maps* [online]. b.r. Dostupné také z: <https://www.google.cz/maps/>
7]
- [2] *Seznam, Mapy.cz* [online]. b.r. Dostupné také z:
8] <https://mapy.cz/zakladni?x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>
- [2] *INTENZITY DOPRAVY. Technická správa komunikací hl. m. Prahy* [online]. b.r. [cit.
9] 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.tsk-praha.cz/wps/portal/root/dopravni-inzenyrstvi/intenzity-dopravy>
- [3] *Arbeitsblatt DWA – A 138 „Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung
0] von Niederschlagswasser – DWA Hennef 2005. ISBN 3-937758-66-6, b.r.*
- [3] *PRŮMĚRNÉ CENY DOPRAVNÍ A TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY: Aktualizace
1] 2015* [online]. První. Brno, 2016 [cit. 2017-05-17]. ISBN 978-80-7538-070-8, ISBN
978-80-87318-48-5. Dostupné z: https://www.mmr.cz/getmedia/695b35fe-4e46-4550-9908-6e5709b35d72/2016_V_09_prumerne-ceny-di-a-ti.pdf?ext=.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CSO – centrální systém odvodnění

ČOV – čistírna odpadních vod

DSO – decentrální systém odvodnění

HDV – hospodaření s dešťovou vodou

k. ú. - katastrální území

OP – odvodňovaný pozemek

PPVUO – pozemek potenciálně vhodný pro umístění objektu HDV

ÚP – územní plán

ŽP – životní prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 - Vsakovací průleh (zdroj [2]).....	- 23 -
Obr. 1.2 - Vsakovací průleh-rýha (zdroj [2]).....	- 24 -
Obr. 1.3 - Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem (zdroj [2]).....	- 25 -
Obr. 3.1 – Poloha zájmového území (zdroj [22]).....	- 42 -
Obr. 4.1 - Vsakovací poměry (zdroj: PVS a.s.).....	- 50 -
Obr. 4.2 - Rámcové kroky výběru způsobu odvodnění (zdroj [1])	- 51 -
Obr. 5.1 - Uliční profil typ A, schéma příčného profilu.....	- 58 -
Obr. 5.2 – Fotografie ulice 5. května (autor Jakub Knap).....	- 59 -
Obr. 5.3 - Uliční profil typ B, schéma příčného profilu	- 63 -
Obr. 5.4 – Fotografie ulice Voráčovská (autor Jakub Knap).....	- 63 -
Obr. 5.5- Uliční profil typ C, schéma příčného profilu	- 66 -
Obr. 5.6 – Fotografie ulice Nad Spádem (autor Jakub Knap)	- 66 -
Obr. 5.7- Uliční profil typ D, schéma příčného profilu	- 71 -
Obr. 5.8 – Fotografie ulice Pujmanové (autor Jakub Knap).....	- 72 -
Obr. 5.9- Uliční profil typ E, schéma příčného profilu	- 75 -

Obr. 5.10 – Fotografie ulice Marie Cibulkové (autor Jakub Knap)	- 76 -
Obr. 5.11- Uliční profil typ F, schéma příčného profilu	- 78 -
Obr. 5.12 – Fotografie ulice Severní IX (autor Google)	- 79 -

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.1 - Hlavní rozdíly mezi CSO a DSO [1]	- 11 -
Tab. 1.2 - Hustota zalidnění v Praze (1922-2001) [10]	- 13 -
Tab. 1.3 - Obnovitelné vodní zdroje v letech 2008-2015 (dostupné z [12])	- 15 -
Tab. 1.4 - Typy ploch vhodných k odvodnění pomocí opatření HDV	- 16 -
Tab. 1.5 - Typické znečišťující látky na jednotlivých typech ploch a očekávané znečištění srážkových vod (část tabulky z [2]).....	- 19 -
Tab. 4.1 - Hydrologická bilance mezi přítokem a odtokem do vsakovacích či retenčních objektů různých typů (zdroj [2]).....	- 55 -
Tab. 5.1 - Uliční profil ULA02, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 12.5.2017).....	- 60 -
Tab. 5.2 - Uliční profil ULA02, parametry odvodňované plochy	- 60 -
Tab. 5.3 - Uliční profil ULB01, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 15.5.2017).....	- 64 -
Tab. 5.4 - Uliční profil ULB01, parametry odvodňované plochy	- 64 -
Tab. 5.5 - Uliční profil ULB01, výměna povrchů (cena zahrnuje instalaci, zdroj [21]) -	65 -
Tab. 5.6 - Uliční profil ULC01, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 15.5.2017).....	- 67 -
Tab. 5.7 - Uliční profil ULC01, parametry odvodňované plochy	- 67 -
Tab. 5.8 - Uliční profil ULC01, výměna povrchů (cena zahrnuje instalaci, zdroj [21]) -	69 -
Tab. 5.9 - Uliční profil ULD05, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 17.5.2017).....	- 73 -
Tab. 5.10 - Uliční profil ULD05, parametry odvodňované plochy	- 73 -
Tab. 5.11 - Uliční profil ULD05, výměna povrchů (cena zahrnuje instalaci, zdroj [21])-	74
-	
Tab. 5.12 - Uliční profil ULE02, majetkoprávní vztahy (data stažena z www.cuzk.cz dne 14.5.2017).....	- 76 -

Tab. 5.13 - Uliční profil ULE02, parametry odvodňované plochy	- 77 -
Tab. 5.14 - Uliční profil ULE02, výměna povrchů (cena zahrnuje instalaci, zdroj [21])-	78 -
Tab. 5.15 - Profil A, posouzení součinitele povrchového odtoku	- 80 -
Tab. 5.16 - Profil B, posouzení součinitele povrchového odtoku	- 81 -
Tab. 5.17 - Profil C, posouzení součinitele povrchového odtoku	- 81 -
Tab. 5.18 - Profil D, posouzení součinitele povrchového odtoku	- 82 -
Tab. 5.19 - Profil E, posouzení součinitele povrchového odtoku	- 82 -

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1.1- Porovnání vodní bilance v přírodním prostoru a ve městě (upraveno z [11])	- 14 -
Graf 1.2 - Disponibilní vodní zdroje v různých zemích (zdroj: EEA - Istanbul, 2009).	- 15 -