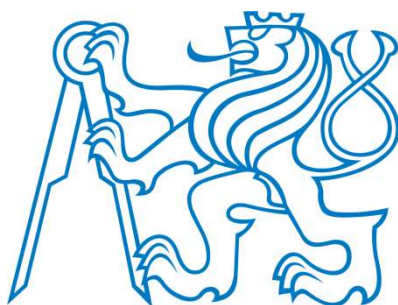


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A EKOLOGICKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**ODVODNĚNÍ PARKOVACÍCH PLOCH
OBCHODNÍHO DOMU**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. TOMÁŠ FIAL

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

leden 2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Fial Jméno: Tomáš Osobní číslo: 438146
 Zadávací katedra: K144 - Katedra zdravotního a ekologického inženýrství
 Studijní program: Stavební inženýrství
 Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Odvodnění parkovacích ploch obchodního domu
 Název diplomové práce anglicky: Stormwater drainage of shopping center parking lots

Pokyny pro vypracování:

Diplomová práce bude zaměřena na problematiku srážkových vod z odstavňých a parkovacích ploch u obchodních domů. Na základě literární rešerše bude proveden rozbor prvků a objektů pro odvodňování těchto ploch včetně objektů a opatření pro podporu retence a vsakování. V rámci oblasti vsakování bude brán ohled na ochranu okolních staveb (konstrukční vrstvy komunikace, okolní zástavba) a také na typické znečišťující látky dle dopravního zatížení. V praktické části bude proveden variantní návrh parkovacích ploch s jejich odvodněním.

Seznam doporučené literatury:

Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup (V. Krejčí a kol., 2000), Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech (Bavorský zem. úřad pro ŽP, 2005), Hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaném území (Hlavínek a kolektiv, 2005), TP 83, ČSN 75 6101, ČSN 75 9010, ČSN 75 6551, TNV 75 9011, TNV 75 4922, ČSN 73 6110, ČSN 73 6056, ČSN EN 858-1 (756510), ČSN EN 858-2

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Karel Kříž, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 26.9.2019 Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

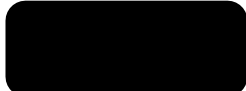

 Podpis vedoucího práce


 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“.

26.9.2019
 Datum převzetí zadání


 Podpis studenta(ky)

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 Praze, 5.ledna 2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Karlu Křížovi, Ph.D. za odborné vedení, podnětné rady a poskytnutí materiálů. Děkuji také rodině a přátelům za podporu při studiu.

Anotace:

Předmětem této diplomové práce je zaměření se na problematiku likvidace srážkových vod z parkovacích a přílehlých ploch u obchodních domů a návrhu variantního „modrozeleného“ řešení pro vybrané oblasti. V teoretické části je hlouběji popsána problematika k danému tématu navazující na mou bakalářskou práci, která pojednává o nakládání s dešťovou vodou z místních komunikací, odstavných a parkovacích ploch obecněji. Následně je navrženo řešení pro zachycení, co největšího množství srážkové vody z parkovacích ploch u dvou obchodních domů Makro a vzájemné porovnání z hlediska odlišných podmínek (např. HPV) v oblasti, kde se nachází.

Klíčová slova: parkoviště, odvodnění, srážková voda, vsakování, retence

Annotation:

The diploma thesis focuses on the issue of rainwater disposal from parking and adjacent areas near department stores and the draft of a possible "blue-green" solution for selected areas. In the theoretical part, there is a more in-depth description of the issue related to the topic following my bachelor thesis, which deals with precipitation water discharge from local roads, lay-by, and parking areas more generally. Subsequently, a solution is proposed for capturing as much rainwater from parking areas as possible at two Makro department stores and comparing them in terms of different conditions (eg, groundwater level) in the area where they are located.

Keywords: parking lot, drainage, precipitation water, absorption, retention

Obsah

Úvod	8
1 Teorie	10
1.1 Termíny a definice	10
1.2 Hospodaření se srážkovou vodou	11
1.2.1 Spotřeba vody ČR a možnosti využívání šedých vod	13
1.2.2 Zpoplatnění odvodu dešťových vod	15
1.3 Volba způsobu nakládání s dešťovou vodou	16
1.3.1 Faktory ovlivňující návrh vhodného řešení odvodnění	16
1.3.2 Postup návrhu ke zvolení vhodného řešení pro nakládání s dešťovou vodou	17
1.4 Obecná legislativa k problematice	17
1.5 Technické normy a vyhlášky k problematice	20
1.6 Výpočet počtu parkovacích míst	22
1.6.1 Rozměry parkovacích stání	23
1.7 Parkovací systém a zóny u obchodních domů	25
1.8 Materiály krytů používané na parkovacích ploch	26
1.9 Míra a typy znečištění parkovacích ploch	28
1.9.1 Odstranění znečišťujících látek ze srážkové vody	30
1.10 Použití možných opatření pro vsakování a retenci vody na parkovištích	31
1.11 Zeleň vhodná pro parkovací plochy	37
1.11.1 Výběr druhu stromu pro výsadbu	38
1.11.2 Zelená střecha	38
1.12 Příklady řešení parkovacích ploch	39
2 Praktická část	41
2.1 Obecné informace ke společnosti Makro ČR	41
2.2 Makro Stodůlky	42
2.2.1 Přírodní poměry zájmového území	43
2.2.2 Inženýrskogeologické poměry	43
2.2.3 Hydrogeologické poměry	43
2.2.4 Výpočet počtu parkovacích stání	44
2.2.5 Výpočet vsakovacích zařízení dle návrhové srážky	45
2.2.6 Shrnutí současného stavu odvodnění	51
2.2.7 Popis návrhu odvodnění	51
2.2.8 Situace, řezy – Marko Stodůlky	53
2.2.9 Stanovení orientačních investičních nákladů	53
2.3 Makro Průhonice	55
2.3.1 Přírodní poměry zájmového území	56
2.3.2 Inženýrskogeologické poměry	56

2.3.3	Hydrogeologické poměry	56
2.3.4	Výpočet počtu parkovacích míst	56
2.3.5	Výpočet vsakovacích zařízení dle návrhové srážky	58
2.3.6	Shrnutí současného stavu odvodnění.....	60
2.3.7	Popis návrhu odvodnění	60
2.3.8	Situace, řezy – Makro Průhonice.....	62
2.3.9	Stanovení orientačních investičních nákladů	62
2.4	Porovnání a zhodnocení dvou obchodních domů.....	64
Závěr		66
Seznam literatury.....		69
Seznam tabulek		73
Seznam obrázků.....		74
Seznam grafů.....		75
Seznam příloh.....		75

Úvod

Voda představuje jednu z nejdůležitějších látek pro fungování ekosystému. Doba, kdy se obyvatelstvo na celém světě nemuselo starat o množství vody, které se nám přirozeně dostává je pravděpodobně již minulostí. Problému snížení množství vody by se měla začít věnovat i Česká republika, jelikož řešení této obtíže je nevyhnutelným aspektem blízké budoucnosti. Je nezbytně nutné začít se zabývat zadržováním srážkové vody na našem území, aby nedocházelo ke kontinuálnímu úbytku zásoby vody.

Téma účelného hospodaření s dešťovou vodou představuje důležitý element, kterým by se lidé měli zaobírat. S celosvětově vzrůstajícím ekonomickým blahobytem by měli lidé hojnost využít k zaměření pozornosti k činnostem, kterými mohou ovlivnit svůj vliv na životní prostředí a udržitelnost. To představuje například šetrné využívání přirozeného zdroje vody a její účelné opětovné využití. Tato diplomová práce navazuje na autorovu předcházející bakalářskou, která se zabývala nakládáním s dešťovou vodou z urbanizovaných, odstavných a parkovacích ploch více obecně. Tato bakalářská práce byla zároveň částečně využita jako jeden z literárních podkladů.

Tématem této diplomové práce je zadržování dešťové vody z oblastí parkovacích a dalších přilehlých ploch u dvou obchodních domů Makro. Obě tyto prodejny se nacházejí na území Prahy, respektive v jejím okolí, konkrétně ve Stodůlkách a v Průhonicích. V současné době společnost Makro vypouští dešťovou vodu přímo do jednotné kanalizace čímž pro sebe vytváří finanční zátěž v podobě placení stočného a zároveň přichází o možnost zadržení vody pro její opětovné využití, například při zalévání. Cílem bylo navrhnout, co nejvíce „modrozeleného“ řešení, kdy se zpracuje všechna nebo alespoň valná většina vody z oblasti parkovišť.

V úvodu práce je stručná rešerše vysvětlující podmínky nakládání s vodami a některé způsoby, jak lze tyto případy řešit. Následně je navrženo variantní řešení pro obě daná parkoviště. Tyto dvě plochy byly vybrána proto, že v každé oblasti jsou rozdílné podmínky, tudíž jsou návrhy odlišné. Řešení jsou zároveň vymyšlena tak, aby se příliš neměnily současné podmínky pro zákazníky ani pro obchodníka. To například znamená, že pro zákazníky je zajištěn přibližně obdobný počet parkovacích míst a stejné pohodlí pro pohyb po parkovišti. Z pohledu obchodníka je prioritní dosáhnout co nejmenších investičních nákladů na pořízení zadržovacího systému a minimalizovat výdaje nutné

na provoz a údržbu celého systému. Motivace pro obchodníka vytvořit odvodňovací soustavu by měl být i fakt, že se voda dá používat na závlahu okolní zeleně, a tak není nutné znehodnocovat finančně nákladnou pitnou vodu z vodovodu. Mimo to je v dohledné době pravděpodobné rozdělení stočného a zpoplatněné odvodu srážkové vody odděleně.

1 Teorie

1.1 Termíny a definice

- **Srážková voda**

voda, která se na povrch dostane z atmosférických srážek (1)

- **Parkovací plocha**

plocha, které je určena k parkování vozidel (2)

- **Látkové znečištění srážkových vod**

znečištění vznikající kontaktem atmosférických srážek a materiálů, které je kontaminují (3)

- **Srážková voda přípustná pro vsakování**

je taková voda, která není látkově zatížena nebo jen do té míry, jež nepředstavuje riziko pro odvádění z povrchu terénu (1)

- **Srážková voda podmíněčně přípustná pro vsakování**

podmíněčně přípustná pro vsakování je za předpokladu, že obsah znečišťujících látek je možno snížit nebo eliminovat na základě příslušných opatření jako je např. předčištění dešťových vod, tak aby nebyla ohrožena podzemní voda (1)

- **Srážková voda nepřípustná pro vsakování**

voda, která představuje pro podzemní vodu vysoké riziko a proto není možné ji vsakovat (1)

- **Hospodaření s dešťovými vodami**

přizpůsobení k neurbanizovaným plochám, kdy se snažíme zachytit srážkovou vodu v místě spadu (decentrální řešení) (3)

- **Decentrální řešení odvodnění**

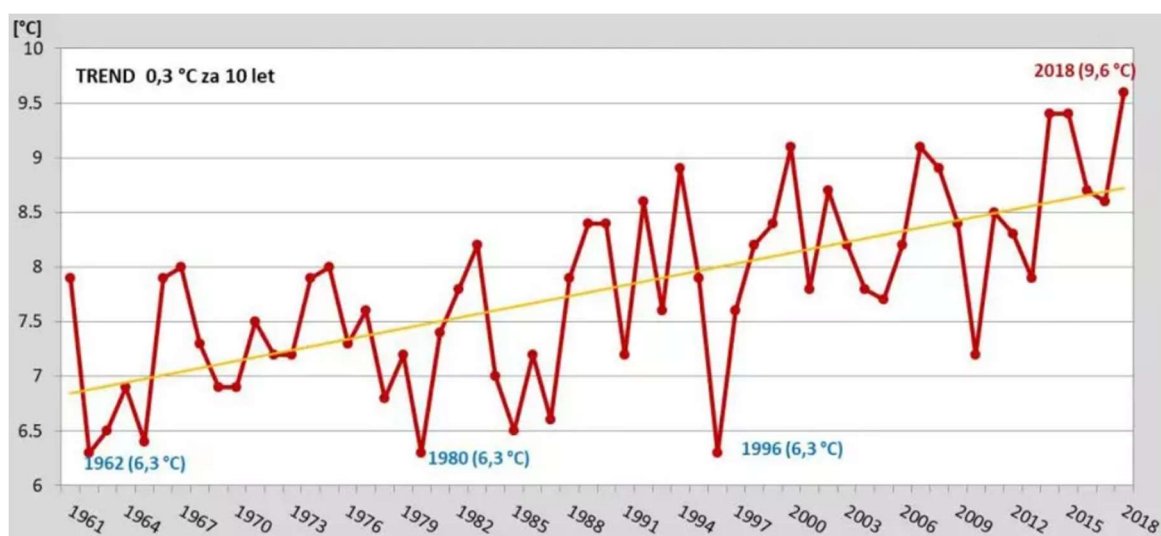
znamená využívat vodu v místě spadu srážky, tak jak se to děje v neurbanizovaných plochách (3)

- **Centrální řešení odvodnění**

je takový způsob nakládání se srážkovou vodou, zajišťující co nejrychlejší odvedení vody z místa spadu do kanalizace. Řeší se centrálně v např. velkých retenčních nádržích na srážkovou vodu. (3)

1.2 Hospodaření se srážkovou vodou

Hospodaření se srážkovou vodou neboli ve zkratce HDV je v České republice stále poměrně mladou disciplínou. Počasí nám však ukazuje, že to pro nás bude stále aktuálnější téma. V posledních letech jsou stále déle trvající bezdeštná období, která zakončují extrémně intenzivní srážky. Na to však následně není připravená vyschlá půda a nedokáže je pojmout. Následuje rychlý povrchový odtok, který musí být zachycen v naší krajině, protože naše země je tzv. střecha Evropy a vodních zdrojů, které by k nám přiváděly vodu je zanedbatelné množství, a naopak všechna voda od nás odtéká do okolních států. V kombinaci se stále vzrůstajícím ročním průměrem teplot je nutné se tímto tématem zabývat.



Obrázek 1: Průměrné roční teploty na území ČR v letech 1961-2018 s proložením lineární přímkou (34)

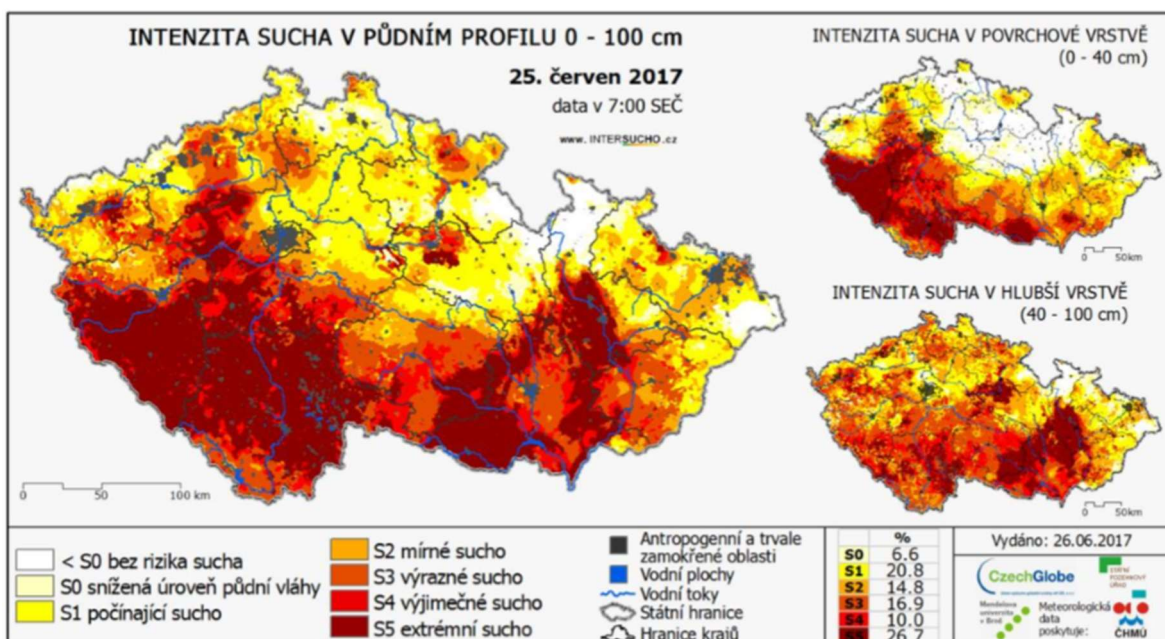
Je důležité věnovat pozornost zadržování vody a to nejlépe v místě spadu (decentrální řešení) srážky tak, aby se voda vsakovala. To je podstatné z hlediska klesání úrovně hladiny podzemní vody a jejího propojení s podpovrchovou vodou, protože v případě přetržení kontinuity těchto vrstev nastává problém s vysycháním půdy a celkově možností účinně pohlcovat srážkovou vodu z povrchu.

Tabulka 1: Obnovitelné vodní zdroje v letech 2013-2018 (4)

Položka	Roční hodnoty (mil. m ³)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Srážky	57 336	51 815	41 957	50 240	53 868	41 170
Evapotranspirace	38 296	41 542	32 165	40 223	43 424	33 305
Roční přítok na území ČR z okolních států	845	388	398	402	339	320
Roční odtok z území ČR	19 885	10 661	10 190	10 419	10 783	8 185
Zdroje povrchových vod ¹⁾	6 626	5 273	3 591	4 421	4 258	3 355
Využitelné zdroje podzemních vod ²⁾	1 657	939	939	925	911	765

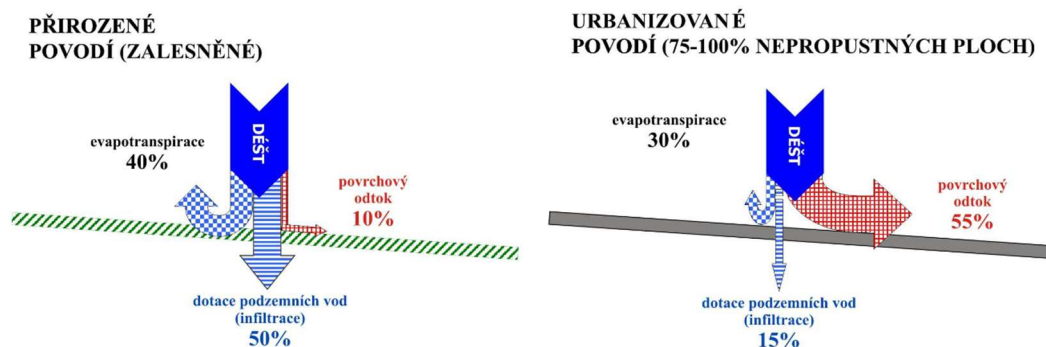
Pozn.: ¹⁾ Určuje se jako průtok v hlavních povodích s 95% zabezpečeností

²⁾ Jedná se o kvalifikovaný odhad, upřesnění je publikováno ČHMÚ až v II. pololetí 2019

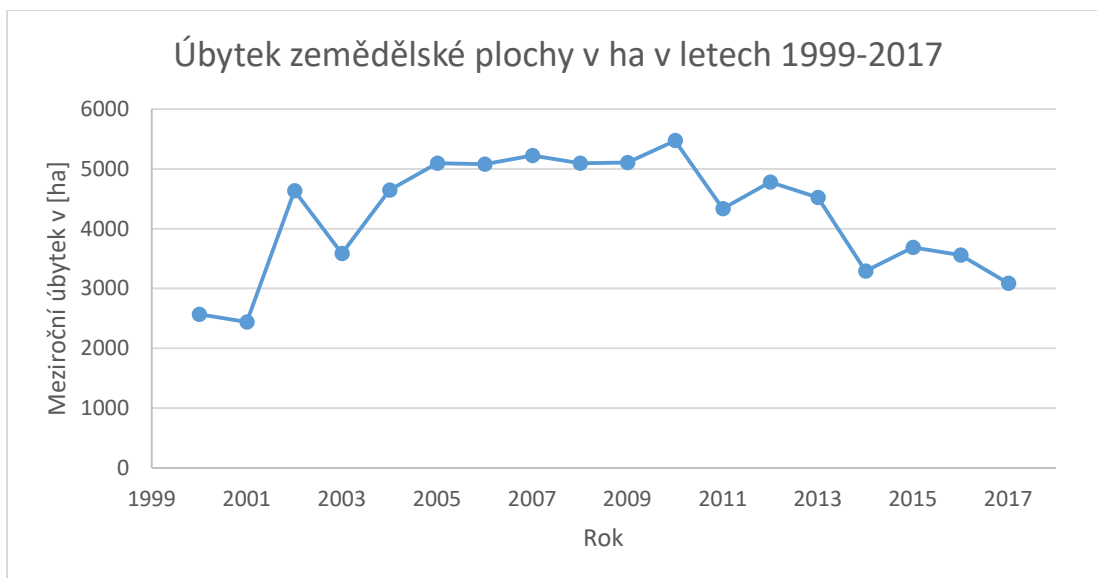


Obrázek 2: Nejvyšší zasažení ČR zemědělských suchem k 25. 6. 2017 (43)

Problémem je hlavně stále rostoucí populace a její vývoj. To má za následek další urbanizaci a zabor přirozených ploch a jejich přeměnu na zpevněnou plochu, ze kterých je procentuální zastoupení jednotlivých složek pro tvorbu odtoku zcela odlišné, jak ukazuje následující obrázek.



Obrázek 3: Rozdíl v odtoku mezi přirozeným a urbanizovaným povodím (41)

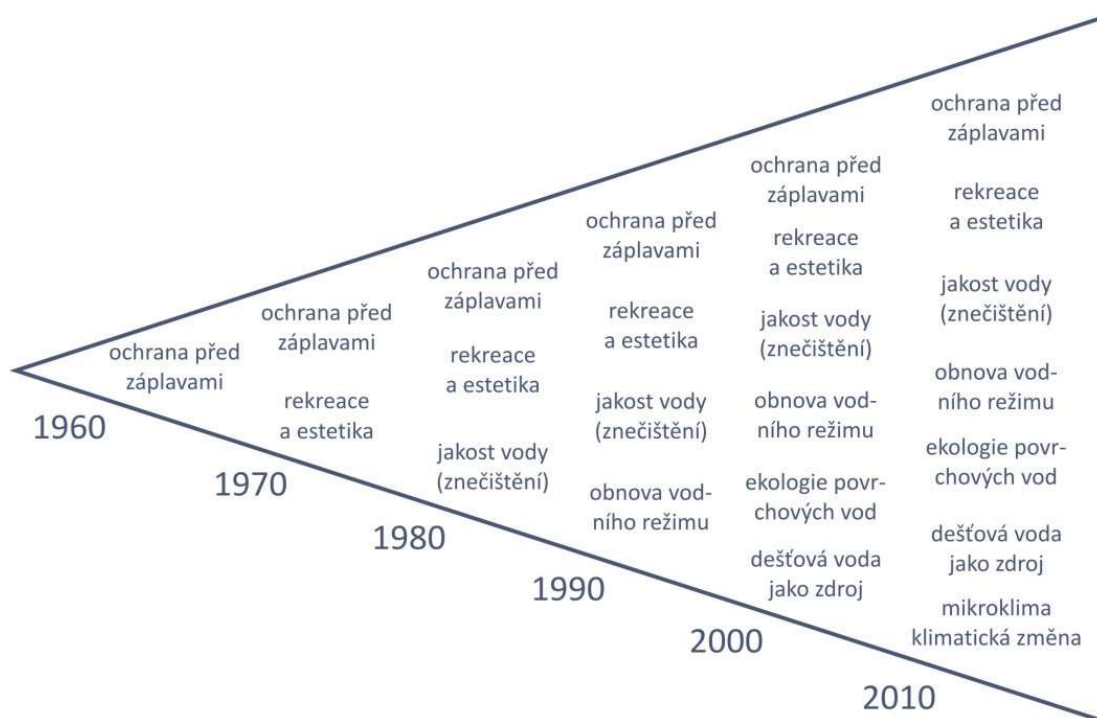


Graf 1: Úbytek zemědělské plochy v ha v letech 1999-2017 (5)

Při realizaci nových projektů je důležité uvažovat zároveň i se zadržováním srážkových vod a jejich možnost je dále využívat, tak jak to popisuje stavební zákon č. 501/2006 Sb. a vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavbu. Pro investory to v dnešní době často znamená prodražení projektu a snaží se tomu zpravidla vyhnout. Proto by prioritou pro rozvoj tohoto odvětví měla být legislativa, která bude lépe definovat všechny podmínky, tak aby nebyly lehce opomenutelné. Další motivací by pro investory mělo být pravděpodobné zpoplatnění odvodu srážkových vod a jistá rentabilita v opatřeních vsakování a zadržování vody přímo na vlastním pozemku.

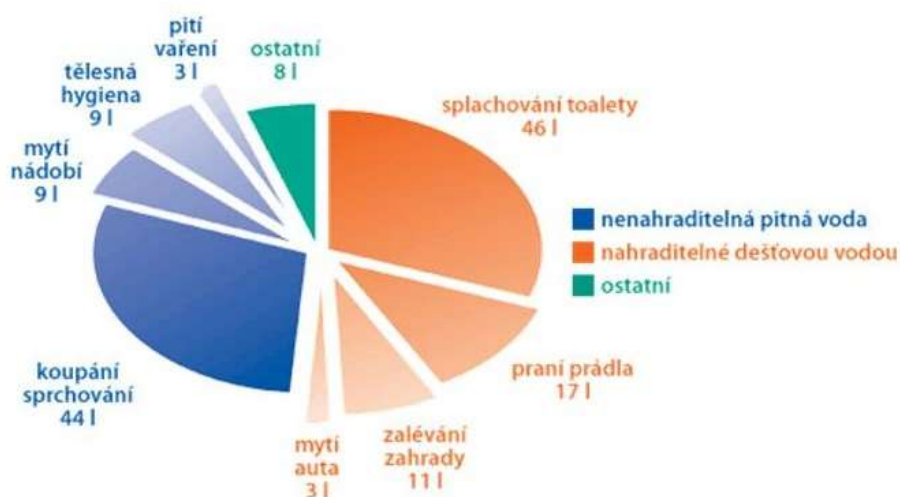
1.2.1 Spotřeba vody ČR a možnosti využívání šedých vod

Podstatné je se zamyslet, co se zachycenou dešťovou vodou na pozemku udělat a jak populaci dále motivovat, tak aby se rozhodla pro sofistikovanější řešení nakládání s vodou než jen odvádění kanalizací co nejrychleji pryč.



Obrázek 4: Postupné rozšiřování cílů hospodaření s dešťovou vodou ve městech (40)

Spotřeba na člověka v průměru klesá a v Praze dosahovala průměrně 107 l/os.den. (6) Nicméně je možné uvažovat, že na zhruba 50 % spotřeby lze využívat vodu dešťovou. Hlavní motivací pro obyvatele by mělo být ušetření peněz za neustálé rostoucí ceny vodného, respektive stočného a vhodně směřované dotace pro tyto účely. Další motivací, která zaleží spíše na smýšlení obyvatelstva je větší šetrnost k životnímu prostředí, chování se k vodě jako obnovitelnému zdroji a přistupování k ní po opuštění domácnosti s dalším zájmem.



Obrázek 5: Pitná voda nahraditelná vodou dešťovou (42)

Podnětem pro změnu smýšlení obyvatel může být například i sucho v letních měsících a zákaz zalévání z řadu, kdy následuje úhyn zeleně. V případě např. dešťové retenční nádrže se toto riziko snižuje.

1.2.2 Zpoplatnění odvodu dešťových vod

V současné době se v České republice neplatí za srážkovou vodu odděleně, tak jak je to běžné v okolních státech. Dnešní poplatky spočívají ve vodném a stočném. To se pravděpodobně změní se stále narůstajícími negativními účinky sucha. Dle zákona o vodovodech a kanalizacích (č.274/2001 Sb.), který je popsán v kapitole o legislativě, nemají povinnost platit za odvádění srážkových vod např. vlastníci komunikací a drah. Za tyto subjekty však stočné platí reálně občané a podnikatelé napojeni na kanalizaci, což je jedním z důvodů stále rostoucích cen stočného. Se zrušením těchto výjimek a zavedením odděleného stočného pro odpadní a srážkové vody by se tento problém měl vyřešit. Zároveň to bude, jak už bylo řečeno, další podnět k realizaci opatření k HDV a následného snížení zatížení ČOV srážkovými vodami, které tvoří zhruba 50 % čištěné vody a zvýší se tím i účinnost čistících procesů. (7)

Současný výpočet pro množství srážkových vod:

Tabulka 2: Výpočet ročního množství odváděných srážkových vod (8)

Druh plochy		Plocha [m ²]	Odtokový součinitel	Redukovaná plocha S _R [m ²] (plocha x odtokový součinitel)
A	zastavěné a těžce propustné zpevněné plochy: rozumí se stavby, asfaltové nebo betonové povrchy, spárovaná dlažba apod.		0,9	
B	lehce propustné zpevněné plochy: rozumí se dlažba nespárovaná nebo z lomového kamene, štěrkové povrchy, původně nezpevněné plochy trvale využívané k chůzi nebo pohybu vozidel apod.		0,4	
C	plochy kryté vegetací		0,05	
Suma redukovaných ploch				Y
Dlouhodobý srážkový úhrn v m/rok				Z
Roční množství odváděných srážkových vod				Y x Z

Následné vypočtené množství odváděných srážkových vod se vynásobí cenou stočného. Pro Prahu jejich provozovatel uvažuje dlouhodobý úhrn srážek 0,528m/rok. (8)

1.3 Volba způsobu nakládání s dešťovou vodou

Jak už bylo popisováno v předešlé bakalářské práci, je důležité zvolit vhodný způsob pro nakládání s dešťovou vodou na základě priorit majitele pozemku a legislativě k dané problematice. To záleží především na oblasti, kde se daná stavba nachází a na poměrech, které panují. Před volbou vhodného zařízení je zpravidla nutné si zajistit geologický a hydrogeologický průzkum pro zjištění strukturu půdy resp. výšky hladiny podzemní vody.

Dále je nutné zjistit stupeň látkového znečištění, kterým bude srážková voda ovlivněna a v případě velkého znečištění je nutné zařadit zařízení na odstranění těchto látek, tak aby se srážková voda mohla vsakovat do vod podzemních a nekontaminovala půdu. (3)

1.3.1 Faktory ovlivňující návrh vhodného řešení odvodnění

Návrh jako takový má mnoho faktorů, které jej ovlivňují ať pozitivně či negativně. V souvislosti s hospodařením s dešťovou vodou je lze rozdělit na dvě skupiny na hmotné (faktory v místě stavby) a nehmotné (legislativní). (3)

Hmotné faktory

- Látkové znečištění dešťové vody
- Vlastnosti půdy
- Hladina podzemní vody
- Rozloha a sklon území
- Typy použitých povrchových materiálů
- Inženýrské sítě

Nehmotné faktory

- Památkové zóny, přírodní rezervace
- Vlastníci pozemků
- Územní plán
- Pražské stavební předpisy (1) (3)

1.3.2 Postup návrhu ke zvolení vhodného řešení pro nakládání s dešťovou vodou

- Legislativní možnosti
- Hydrogeologický a geologický průzkum
- Látkové znečištění a případné zvolení vhodného odlučovacího procesu
- Zvolení vhodného objektu dle předchozích bodů
postupně jak uvádí vyhláška č.501/206 Sb.:
 - 1) vsakování
 - 2) retence
 - 3) kanalizace
- Dimenze objektu v závislosti na množství vod, které je potřeba zachytit
- Určení údržby zařízení (3)

1.4 Obecná legislativa k problematice

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

Upravuje záležitosti okolo plánování a také povolování staveb. V souvislosti s tímto zákonem je důležitá vyhláška č. 501/206 Sb., která stanovuje jednotlivé požadavky na využívání území a vlivu staveb na něj.

„ČÁST TŘETÍ
POŽADAVKY NA VYMEZOVÁNÍ POZEMKŮ A UMISŤOVÁNÍ STAVEB NA NICH
HLAVA I
POŽADAVKY NA VYMEZOVÁNÍ“

§ 20

„(5) Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno

a) umístění odstavných a parkovacích stání pro účel využití pozemku a užívání staveb na něm umístěných v rozsahu požadavků příslušné české technické normy pro navrhování místních komunikací, což zaručuje splnění požadavků této vyhlášky,

b) nakládání s odpady a odpadními vodami podle zvláštních předpisů, které na pozemku vznikají jeho užíváním nebo užíváním staveb na něm umístěných,

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.“ (9)

Se stavebním zákonem je důležitá i vyhláška č. **268/2009 Sb.** o technických požadavcích na stavby.

„(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.“ (10)

Vodní zákon č. 254/2001 Sb.

„Nakládání s vodami – základní povinnosti“

§5

„(3) 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, akumulací nebo čištěním odpadních vod s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních 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.“ (11)

Zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb.

Tento zákon upravuje vztahy týkající se výstavby, rozvoji a provozu vodovodů a kanalizací.

§ 20

„Vodné a stočné“

„(6) Povinnost platit za odvádění srážkových vod do kanalizace pro veřejnou potřebu se nevztahuje na plochy dálnic, silnic, místních komunikací a účelových komunikací veřejně přístupných, plochy drah celostátních a regionálních včetně pevných zařízení potřebných pro přímé zajištění bezpečnosti a plynulosti drážní dopravy s výjimkou staveb, pozemků nebo jejich částí využívaných pro služby, které nesouvisí s činností provozovatele dráhy nebo drážního dopravce, zoologické zahrady, veřejná a neveřejná pohřebiště a plochy nemovitostí určených k trvalému bydlení a na domácnosti.“ (12)

Pražské stavební předpisy (nařízení č.10/2016 Sb. Hl. m. Prahy) – stanovují obecné požadavky na využívání území a technické požadavky na stavby v hlavním městě Praze. S ohledem na polohu předmětných obchodních domů na území hl. m. Prahy jsou rovněž závazné.

§ 33

„Forma a charakter parkování“

„(8) Povrchová parkoviště se doplňují stromy; nestanoví-li územní nebo regulační plán v souladu s § 83 odst. 2 jinak, musí být doplněny v minimálním počtu 1 strom na 8 stání v ploše parkoviště. Nelze-li stromy z technických důvodů vysadit v ploše parkoviště, lze je vysadit jinde na stavebním pozemku nebo v rámci společně řešeného celku.“

§ 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.“ (13)

1.5 Technické normy a vyhlášky k problematice

- **ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod**

Obsahem této normy jsou způsoby nakládání s dešťovou vodou vsakováním. Popisuje návrh těchto zařízení a jejich vhodnost pro jednotlivé případy. (1)

- **TNV 759011 – Hospodaření se srážkovými vodami**

Norma se zabývá nakládáním s dešťovými vodami na pozemku stavby a reaguje na současné trendy v tomto odvětví. Snaží se co nejvíce přiblížit přírodním podmínkám. Součástí je i centrální řešení srážkových vod. (3)

- **ČSN 73 6110 – Projektování místních komunikací**

Tato norma je podkladem pro navrhování místních komunikací. V normě je také popsán výpočet počtu stání na základě několika vstupujících faktorů. (14)

- **ČSN 73 6056 – Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel**

Tato norma je podkladem pro navrhování odstavných a parkovacích ploch především pro osobní automobily a nákladní vozidla. Pro mou diplomovou práci je důležitá z hlediska popisu rozměrů a počtů stání, které uvažuji v návrhu jednotlivých ploch. (2)

- **ČSN 73 6114 – Vozovky pozemních komunikací. Základní ustanovení pro navrhování**

Norma upravuje záležitosti kolem navrhování vozovek pozemních komunikací a dopravních ploch. Stanovuje obecné zásady pro návrh vozovek všech typů včetně návrhu jejich stavební úpravy a oprav. (15)

- **ČSN 73 6133 - Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací**

Obsahem této normy jsou požadavky pro navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací. (16)

- **Pražské stavební předpisy (nařízení č.10/2016 Sb. Hl. m. Prahy)**

PSP jsou zařazeny znovu i v této kapitole z důvodu specifického výpočtu parkovacích stání dle přílohy č.2 k nařízení č. 11/2014 Sb. hl. m. Prahy. (13)

- **Vyhláška č 398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb**

„Vyhláška stanovuje obecné technické požadavky na stavby tak, aby bylo zabezpečeno jejich užívání osobami s pohybovým, zrakovým, sluchovým a mentálním postižením, osobami pokročilého věku, těhotnými ženami, osobami doprovázejícími dítě v kočárku nebo dítě do tří let.“

§ 4

„Požadavky na stavby pozemních komunikací a veřejného prostranství“

„(2) Na všech vyznačených vnějších i vnitřních odstavných a parkovacích plochách a v hromadných garážích pro osobní motorová vozidla musí být vyhrazena stání pro vozidla přepravující osoby těžce pohybově postižené nejméně v následujícím počtu vycházejícím z celkového počtu stání každé dílčí parkovací plochy:

<i>2 až 20 stání</i>	<i>1 vyhrazené stání</i>
<i>21 až 40 stání</i>	<i>2 vyhrazená stání</i>
<i>41 až 60 stání</i>	<i>3 vyhrazená stání</i>

61 až 80 stání	4 vyhrazená stání
81 až 100 stání	5 vyhrazených stání
101 až 150 stání	6 vyhrazených stání
151 až 200 stání	7 vyhrazených stání
201 až 300 stání	8 vyhrazených stání
301 až 400 stání	9 vyhrazených stání
401 až 500 stání	10 vyhrazených stání
501 a více stání	2 % vyhrazených stání.

(3) U staveb pro obchod, služby a zdravotnictví musí být vyhrazená stání pro osoby doprovázející dítě v kočárku v minimálním počtu 1 % stání z celkového počtu stání. Výsledný počet vyhrazených stání se zaokrouhluje na celá čísla směrem nahoru. Požadavky na jejich technické řešení jsou uvedeny v bodech 1.1.4. a 1.1.5. přílohy č. 2 k této vyhlášce.“ (17)

1.6 Výpočet počtu parkovacích míst

Stanovení počtu parkovacích míst lze určit výpočtem dle ČSN 73 6110. Jelikož se může jednat o obchodní dům nacházející se na území hlavního města Prahy, je taktéž nutné uvažovat s určením počtu stání dle Pražských stavebních předpisů.

Podle Pražských stavebních předpisů:

Jednotlivé účely užívání mají stanoveny základní počty stání na základě rozměrů hrubé plochy účelu podnikání v m². Procentuálně pak je stanovený poměr vázaných a návštěvnických stání. Hrubou podlažní plochou se rozumí prostory pro účel užívání vyjma garáží, sklepů, technických a pomocných prostor a objektů technické infrastruktury.

Tabulka 3: Stanovení procentuálního počtu vázaných a návštěvnických stání pro daný účel užívání na základě m² (13)

Účel užívání	Ukazatel základního počtu stání [HPP m ² / 1 stání]	vázané [%]	návštěvnické [%]
Obchod a služby velkoplošné	40	10	90

Podle výpočtu pomocí vzorce dle normy ČSN 73 6110:

$$N = O_o * k_s + P_o * k_s * k_p \quad (\text{rov.1})$$

kde,

N ... je celkový počet stání pro posuzovanou stavbu (pro posuzované území),

O_o ... základní počet odstavných stání podle článku 14.1.6 (viz tabulka 34) při stupni automobilizace 400 vozidel/1000 obyvatel (1:2,5),

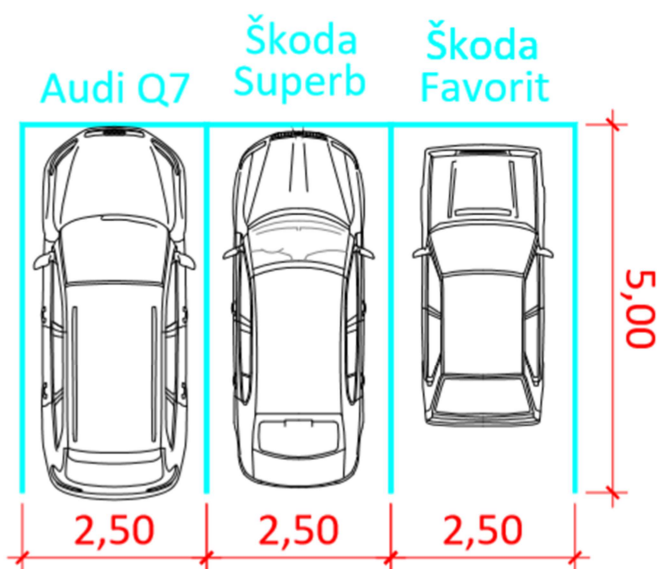
P_o ... základní počet parkovacích stání podle článku 14.1.6 (viz tabulka 34),

k_a ... součinitel vlivu stupně automobilizace,

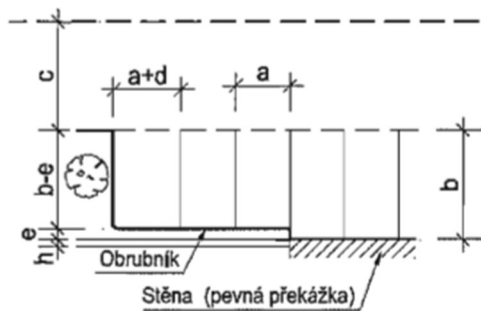
k_p ... součinitel redukce počtu stání určený sloupcem charakteru území A, B, C a řádkem stupně úrovně dostupnosti. (14)

1.6.1 Rozměry parkovacích stání

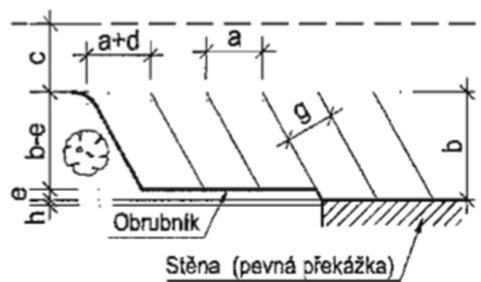
K počtu stání, které zjistíme dle plochy nebo výpočtu je důležité počítat i s rozměry pro jednotlivá vozidla. Dle vyhlášky č.398/2009 Sb. musíme zvolit i poměrný počet míst pro invalidy a osoby doprovázející dítě v kočárku. V následujících letech by se taktéž mělo uvažovat o novelizaci rozměrů parkovacích míst v souvislosti s rozvojem automobilové dopravy a neustálému zvětšování osobních vozidel.



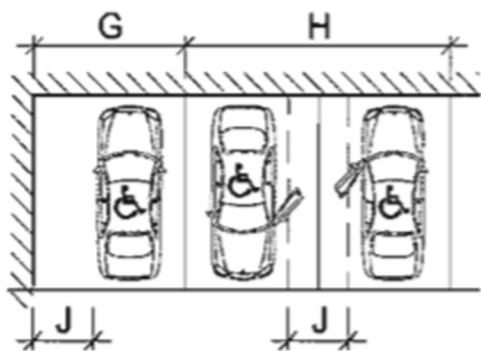
Obrázek 6: Vývoj rozměrů osobních automobilů na normovém kolmém parkovacím stání (vpravo Škoda Favorit, která byla vyráběna v době vypracování normy a dnešní automobily)



- a – základní šířka parkovacího stání měřená rovnoběžně s jízdním pásem
- b – základní délka parkovacího stání měřená kolmo k jízdnímu pásu
- c – šířka jízdního pásu
- d – rozšíření krajního parkovacího stání podle tabulky 6
- e – přesah přední nebo zadní části vozidla přes fyzicky vyhrazené parkovací stání nad přilehlou plochu
- g – skutečná šířka parkovacího stání
- h – šířka bezpečnostního odstupu přední nebo zadní části vozidla od jiné funkční plochy ($h = 0,25 \text{ m}$)
- b-e – fyzicky vyhrazená délka parkovacího stání
- a+d – šířka krajního parkovacího stání



Obrázek 7: Parkovací stání s kolmým a šikmým řazením vozidel (2)



- G – šířka jednotlivého stání se navrhuje 3,50 m
- H – šířka dvojitého stání se navrhuje 5,80 m
- J – manipulační plocha se navrhuje 1,20 m
- Délka stání se navrhuje podle předchozích ustanovení normy

Obrázek 8: Prostorové uspořádání parkovacích stání s kolmým řazením pro vozidla přepravující osoby pohybově postižené (2)

Tabulka 4: Rozměry parkovacích stání pro osobní a lehká užitková vozidla při kolmém a šikmém řazení a šířka přilehlého jízdního pruhu/pásu (2)

Řazení vozidel	Skupina vozidel	Základní šířka stání	Skutečná šířka stání	Rozšíření krajního stání (bezpečnostní odstup)	Délka stání	Převis vozidla	Šířka jízdního pruhu/pásu jízda vpřed (bez nadjetí)	Šířka jízdního pruhu/pásu couváním
		a (m)	g (m)	d (m)	b (m)	e (m)	c (m)	c (m)
Kolmé	osobní	2,50	2,50	0,25	5,00	0,50	6,00	4,75
		2,65	2,65				5,75	4,25
		2,80	2,80				4,25	3,75
	lehká užitková (dodávka)	2,75	2,75	0,40	6,50	0,50	7,75	6,25
		2,90	2,90				7,00	6,00
		3,10	3,10				5,00	5,50
Šikmé 75°	osobní	2,60	2,50	0,25	5,30	0,50	5,00	
		2,75	2,65				4,25	
		2,90	2,80				3,25	
	lehká užitková (dodávka)	2,85	2,75	0,40	6,80	0,50	6,25	
		3,00	2,90				5,25	
		3,20	3,10				3,75	
Kolmé	osobní	2,90	2,50	0,25	5,20	0,50	3,50	
		3,10	2,65				3,00	
	lehká užitková (dodávka)	3,20	2,75	0,40	6,60	0,50	4,25	
		3,35	2,90				3,50	
Kolmé	osobní	3,55	2,50	0,25	4,80	0,50	3,00	
		3,75	2,65				2,50	
	lehká užitková (dodávka)	3,90	2,75	0,25	6,00	0,50	3,50	

1.7 Parkovací systém a zóny u obchodních domů

V souvislosti s parkovací plochou lze vysledovat jakýsi systém v tom, jak se zákazník chová při příjezdu na parkoviště a v které zóně zaparkuje. Proto se díky tomu dají určit různé druhy zatížení jednotlivých částí parkoviště z hlediska počtu automobilů, jelikož se zákazník snaží zaparkovat co nejbližší ke vchodu do obchodního domu, tak aby nemusel chodit daleko. V případě teplých dnů vyhledává i možnosti ukrytí automobilu ve stínu. V důsledku toho je tedy možné uvažovat v různých částech jiné látkové znečištění, a tedy i rozdílné přípustnosti pro vsakování srážkových vod.

V případě, že obchodní centrum nemá zvláštní komunikaci pro zásobování, a to probíhá v prostoru parkoviště, tak se musí uvažovat i zatížení nákladní dopravou. To v takovém případě probíhá převážně v nočních hodinách. Znamená to v podstatě nepřetržitý provoz na parkovišti. Lze ovšem vyhradit koridory, ve kterých tato doprava probíhá a zbytek parkovací plochy nemusí být tolik zatížen.



Obrázek 9: Letecký snímek parkovací plochy Makro Průhonice, kde je znázorněna zóna A blíže ke vchodu do obchodního domu viditelně využívanější než zóna B, která je vzdálenější (24)

1.8 Materiály krytů používané na parkovacích ploch

Materiálů obrusných vrstev použitelných na parkovacích plochách existuje několik typů a volí se podle využití ploch. Do návrhu vstupuje několik vlivů:

- únosnost – v případě parkovišť, kde se pohybují nákladní automobily, je nutné uvažovat vrstvy pro větší únosnost než na plochy určené pouze pro osobní automobily

- estetika – v případě například památkové zóny může vzniknout požadavek na určitý typ materiálu
- uživatelnost – tento požadavek může vzniknout například u obchodní centra, kdy se předpokládá pohyb zákazníků s nákupními vozíky a osob s omezenou schopností pohybu dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. musí být pro tyto osoby zajištěno, aby povrch pochozích ploch byl rovný, pevný a upravený proti skluzu (17)
- propustnost – v případě méně zatížených ploch dopravou lze uvažovat kryty z propustných materiálů, tak aby se voda mohla vsakovat a snížit se odtok
- zelené plochy – u parkovacích ploch může vzniknout požadavek na částečné ohumusování plochy prostřednictvím například dlažby s mezerou pro travní porost

V závislosti na těchto požadavcích se volí kryt parkoviště. Ten může být z nestmelených nebo asfaltových vrstev, dlažby či zatravnovacích segmentů. Materiály těchto rozlehlých ploch se často kombinují. (18)

- **Nestmelené kryty**

Jsou takové typy krytů, které jsou převážně tvořeny drceným kamenivem. Tuto úpravu lze použít pro parkoviště s malou intenzitou, kde se voda může přes zrnitý materiál vsakovat přímo do půdy. (18)

- **Asfaltové kryty**

Živičné kryty jsou nejpoužívanějším povrchem pro parkovací plochy z důvodu relativně jednoduché pokládky a dlouhé životnosti s minimální péčí. Pro parkovací plochy u obchodních domů, kde se nacházejí zákazníci je výhodou jejich celistvost, která zjednodušuje pohyb a zároveň zajišťuje rychlý odtok srážkové vody z těchto míst. Asfaltová plocha vzniká zhutněním kameniva a horkého asfaltového pojiva. (18)

- **Dlažby**

Kryty vozovek z dlažby nejsou pro parkovací plochy obchodních center příliš vhodné tam, kde se pohubují nákupní vozíky a mohou se jim zachytávat kolečka ve spárách. Na druhou stranu oproti asfaltovému krytu je výhodou, že spárami se může vsakovat voda do podloží, a přitom je vozovka celistvá. Průsak spárami však často platí jen v případě několika úvodních let po realizaci, než se zanesou drobnými částicemi a dlážděný povrch

začne fungovat podobně nepropustně jako asfaltový. S tím je spojený i návrh objemu vsakovacího zařízení, kdy se může v případě nepropustnosti stát vsakovací zařízení objemově nedostatečné.

Nespornou výhodou je rozebíratelnou krytů, a tedy i jednodušší oprava. Dlažby mohou být betonové nebo kamenné, ale pro parkovací plochy u obchodních center se používají převážně betonové z důvodu pravidelných tvarů jednotlivých kusů. (18)

- **Zatrávňovací dílce**

Dlažby, které lze vyplnit zeminou a následně se osází zelení se dříve používaly v hojném počtu. Dnes se však přichází na to, že je travní porost pro nedostatek živin a vláhy vyčerpaný a často velmi rychle uhynie. Tyto dlažby lze rozdělit na betonové (kamenné) a plastové. Betonové mají problém právě s velkou nasákavostí a berou vláhu zeleni osazené v mezerách, to ale neplatí pro plastové typy. U plastových typů je naopak problémem lámání materiálu pojezdem kol automobilů. Dnes je také možné potkávat tyto dlažby s mezerami vysypanými štěrkem místo zeminy. Tyto typy jsou však použitelné jen v případě malého zatížení, kde není potřeba vsakovanou vodu čistit alespoň přes ohumusovanou vrstvu. Je zřejmé, že tyto dlažby mají své vady, ale zároveň podporují vsakování, a proto je možné očekávat jejich další vývoj. Pro parkoviště u obchodních center jsou vhodné jen na plochách, kde nebude docházet k přílišnému kontaktu se zákazníkem. Lze je tedy například navrhovat do parkovacích míst v prostoru mezi koly automobilů, kde nedojde k žádnému omezování zákazníků a ostatní plochy realizovat z celistvých materiálů.

1.9 Míra a typy znečištění parkovacích ploch

V případě velkých zpevněných ploch jako např. parkoviště lze v podstatě uvažovat pouze srážkové vody znečištěné a neznečištěné zanedbat. Znečištěné jsou takové typy dešťových vod, které jsou spadem atmosférických srážek na povrch kontaminovány látkami nebo materiálem, který je s nimi odplavován. Těmito látkami jsou především jemné prachové částice, organické sloučeniny, těžké kovy a živiny. V případě parkovišť je největším znečišťujícím vlivem doprava. Při provozu vznikají znečišťující látky z opotřebení pneumatik, okapu ropných a olejových látek z vozů ve špatném technickém stavu nebo posypové soli pro zajištění provozu v zimních měsících. (19)

Tabulka 5: Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska zatížení nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovodíky (3)

Typ plochy	Míra znečištění srážkových vod	
<ul style="list-style-type: none"> - Vegetační střechy - Střechy z inertních materiálů - Střechy s plochou neošetřených kovových částí do 50 m² - Komunikace pro chodce a cyklisty - Málo frekventovaná parkoviště osobních aut - Málo frekventované pozemní komunikace^a (příjezdy k domům) 		nizká
<ul style="list-style-type: none"> - Střechy s plochou neošetřených kovových částí 50 m² až 500 m² - Středně frekventované pozemní komunikace^b - (Vysoce) frekventovaná parkoviště (osobní auta a autobusy) 		střední
<ul style="list-style-type: none"> - Střechy s plochou neošetřených kovových částí nad 500 m² - Vysoce frekventované pozemní komunikace^c - Plochy u skladů, manipulační plochy - Komunikace zemědělských areálů - Parkoviště nákladních aut^d 		vysoká
^{a, b, c} viz tabulka A.1 ^d parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací		

Tabulka 6: Typické znečišťující látky na pozemních komunikacích a očekávaná míra znečištění srážkových vod (19)

Typ plochy		Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy	Uhlovodíky	Chloridy
Zatrávněné plochy		1 - 3	1 - 3	0	0	0
Komunikace pro chodce a cyklisty		2	1	0 - 1	0 - 1	0 - 1
Pozemní komunikace	málo frekventované (příjezdy k domům) ^A	2	1	1	1	1
	středně frekventované ^B	2	2	2	2	2
	vysoce frekventované ^C	2	3	3	3	3
Parkoviště	málo frekventované (osobní auta)	2	1	1	1	1
	(vysoce) frekventovaná (os. auta a busy)	2	2	2	2	2
	nákladní auta ^D	3	3	3	3	2
0	neznečištěná srážková voda					
1	mírně znečištěná srážková voda					
2	středně znečištěná srážková voda					
3	vysoce znečištěná srážková voda					
A	< 300 automobilů za 24 h, např. příjezdy k domům a místní komunikace v obytné zástavbě					
B	300 až 15 000 automobilů za 24 h					
C	nad 15 000 automobilů za 24 h, obvykle dálnice a rychlostní silnice					
D	parkoviště, která nejsou součástí veřejných komunikací					

Ve spojitosti s tabulkou výše určité stojí za zamyšlení rozpětí frekvence automobilů, podle kterých je posuzována zatíženost. V případě, že během dne dosáhne provoz na komunikaci např. 305 automobilů, spadá v tu chvíli do stejné kategorie jako komunikace s provozem 15 000 automobilů. Další důležitou složkou je doba zastavení jednotlivých vozidel, kdy s ohledem na obchodní centrum, kde bude doba někde okolo jedné hodiny, bude rozdílná od panelového sídliště, kde bude doba podstatně delší i proto že obchodní dům je v provozu většinou jen v denních hodinách.

1.9.1 Odstranění znečišťujících látek ze srážkové vody

Klíčovým pro vsakování srážkových vod bez toho, aniž by byla kontaminována podzemní voda a horninové prostředí je odstranění znečišťujících látek. To lze v naprosté většině odstranit za pomoci vsakování přes zatravněnou plochu nebo technickým opatřením dle TNV 75 9011. V případě, že není prostor pro vsakování přes ohumusovanou plochu nebo to neumožňuje výškové řešení, lze zařadit před podzemní vsakovací zařízení na odlučování znečištění. U těchto zařízení se musí zajistit správná funkčnost provozu jinak hrozí kontaminace půdy. Odlučovačů je několik typů a osazují se dle požadavků.

Některé typy odlučovačů:

- sedimentační šachta – slouží k odloučení mechanických nečistot, které mohou zanášet vsakovací zařízení a snižovat tak jeho objem
- odlučovač lehkých kapalin třídy I. (koalescenční) – kromě samovolného odloučení kapalin využití i jemné disperze
- odlučovač lehkých kapalin třídy II. (gravitační) – na základě fyzikálního principu odloučení lehkých kapalin samovolně do zásobníku (např. norná stěna)
- sorpční vpust' – namísto uliční vpusti; používá se pro malá parkoviště, kde se osazuje proti úniku lehkých kapalin

Tabulka 7: Doporučené způsoby vsakování dešťových vod z různých typů ploch s ohledem na jejich znečištění (3)

Typ plochy	Způsob vsakování						
	Povrchové vsakování					Podzemní vsakování	
	Přes zatravněnou humusovou vrstvu			Přes nesouvisle zatravněnou humus. vrstvu	Bez zatravněné humusové vrstvy		
	Plošné $A_{red}/A_{vsak} \leq 5$	Decentrální $5 < A_{red}/A_{vsak} \leq 15$	Centrální $A_{red}/A_{vsak} > 15$	Plošné	Plošné	Liniové a plošné	Bodové
	Široké plochy a zatrav. Příkopy	Průlehy a průlehy-rýhy	Systém průlehů, vsakovací nádrže	Zatravněvací tvárnice	Propustné zpevněné povrchy	Štěrky, Příkopy, potrubí, rýhy, prostory vyplněné štěrkem/bloky	Vsakovací šachty
Komunikace pro chodce a cyklisty	++	++	+	+	+	+	-
Málo frekventované parkoviště os. aut	++	++	+	+	+	-	-
Málo frekv. pozemní komunikace ^A	++	++	+	+	+	-	-
Středně frekv. pozemní komunikace ^B	++	++	+	--	--	--	--
(Vysoce) frekventované parkoviště	++	+	+	-/--	-/--	--	--
Vysoce frekv. pozemní komunikace ^C	++	+	+	--	--	--	--
Plochy skladišť, manipulační plochy	+/-/--	-/--	--	--	--	--	--
Komunikace zemědělských areálů	+/-/--	-/--	-	--	--	--	--
Parkoviště nákladních aut ^D	--	--	--	--	--	--	--
++	přípustné						
+	zpravidla přípustné, popřípadě vhodné předčištění						
-	problematické, nutné předčištění						
--	nepřípustné, nevhodné způsoby uvedenými v této tabulce; vody z těchto ploch mohou být ve výjimečných případech vsakovány po splnění požadavků článku 5.1.2.4. z TNV 75 9011						
A, B, C, D	viz tabulka 4						

1.10 Použití možných opatření pro vsakování a retenci vody na parkovištích

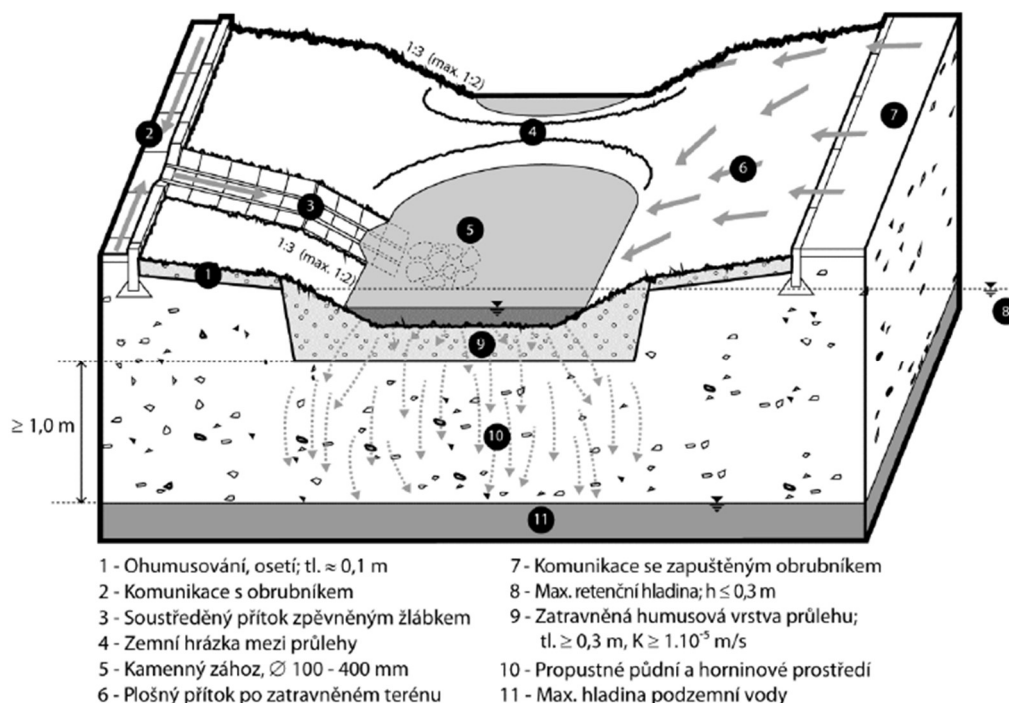
Na parkovištích je snahou na malém prostoru vytvořit co nejvíce parkovacích míst, protože cena pozemků je velmi vysoká a investor se tak snaží využít každý m². Proto často nezůstává místo na vhodná řešení pro nakládání s dešťovou vodou. Následující problém

nastává v podobě látkového znečištění, protože v případě frekventovaného parkoviště nelze vsakovat vodu do podzemí, aniž by byla zbavena látek kontaminující vodu a půdu.

Povrchová zařízení

• Vsakovací průleh

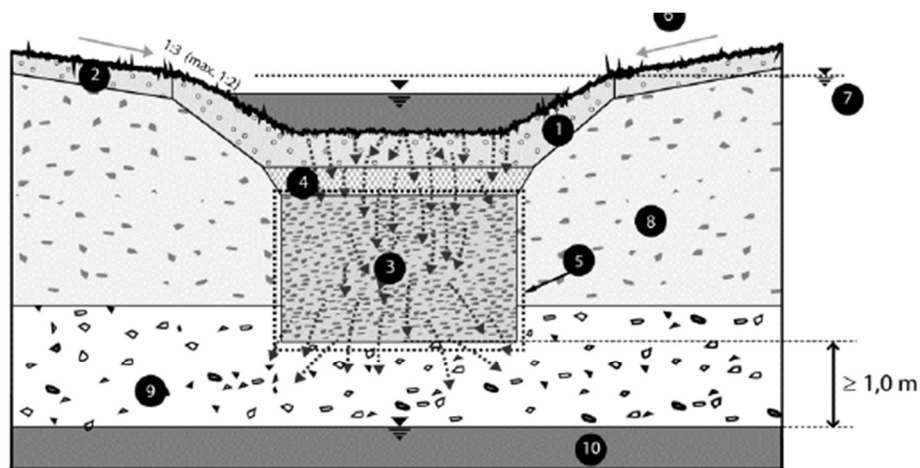
Lze ho použít v menším prostoru, kde nejde zajistit plošné vsakování. Vrchní vrstva je realizována z ohumusované vrstvy z důvodu odstranění znečišťujících látek. Sklon svahu by měl být maximálně 1:2 s hloubkou 0,3 m. Přívod vody do vsakovacího průlehu je zpevněn z důvodu možného vymílání zeminy. V případě liniového průlehu navrhujeme hrázky pro delší zdržení vody, snížení erozní činnosti a zvýšení účinnosti procesu čištění srážkové vody. (3)



Obrázek 10: Vsakovací průleh s povrchovým přívodem vody (3)

• Vsakovací průleh-rýha

Je to podobný systém jako vsakovací průleh. Rozdílem je, že pod ohumusovanou vrstvou se vytvoří rýha, která je vyplněná šterkodrtí, jež zlepšuje vsakovací rychlost celého systému. Tento způsob lze využít v horninovém prostředí, které není dostatečně výkonné a rýhou tak zlepšit spojení s podzemní vodou. Pro průleh i rýhu se samostatně zřizuje bezpečnostní přeliv. (3)

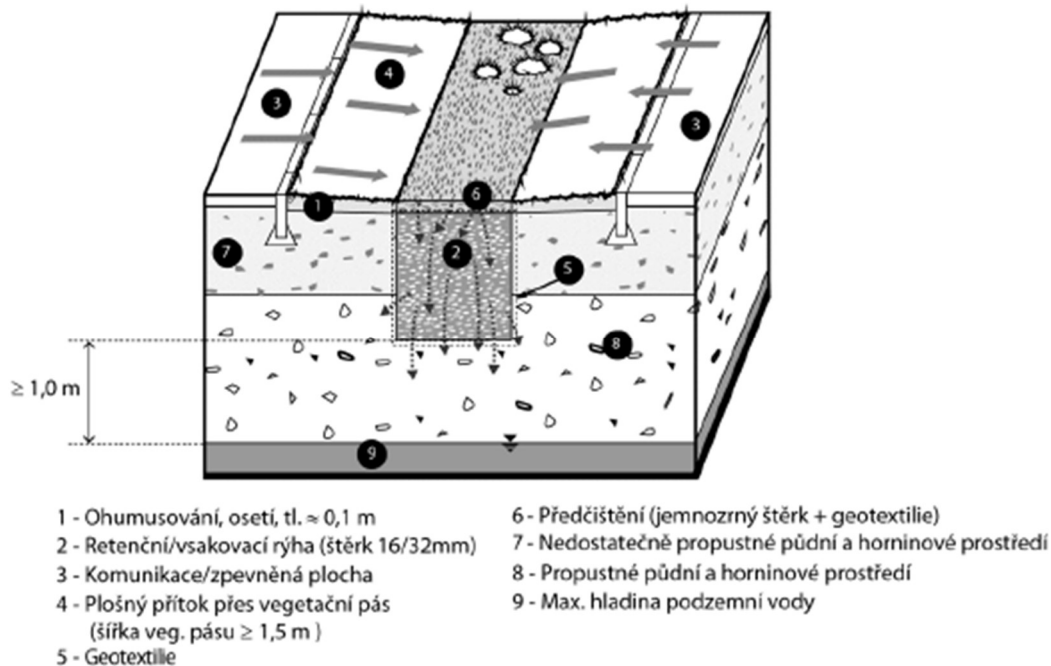


- | | |
|---|---|
| 1 - Zatravněná humusová vrstva
průlehu; tl. $\geq 0,3$ m, $K \geq 1.10^{-5}$ m/s | 5 - Geotextilie |
| 2 - Ohumusování, osetí; tl. $\approx 0,1$ m | 6 - Plošný povrchový přítok |
| 3 - Retenční/vsakovací rýha
(štěrk 16/32mm / prefabrikované bloky) | 7 - Max. retenční hladina; $h \leq 0,3$ m |
| 4 - Píscito-hlinitá vrstva,
tl. $\geq 0,1$ m, $K \geq 1.10^{-4}$ m/s | 8 - Nedostatečně propustné půdní
a horninové prostředí |
| | 9 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| | 10 - Max. hladina podzemní vody |

Obrázek 11: Vsakovací průleh-rýha (3)

• Vsakovací rýha

Vsakovací rýha vychází z předchozích dvou příkladů. Lze ji využít pro vsakování srážkové vody z málo znečištěných ploch, které nepotřebují předčištění v podobě filtrace přes ohumusovanou vrstvu. Zařízení se skládá z rýhy, která je vyplněná štěrkodrtí a dosahuje až povrchu, pro drobné předčištění se umísťuje geotextilie. (1)

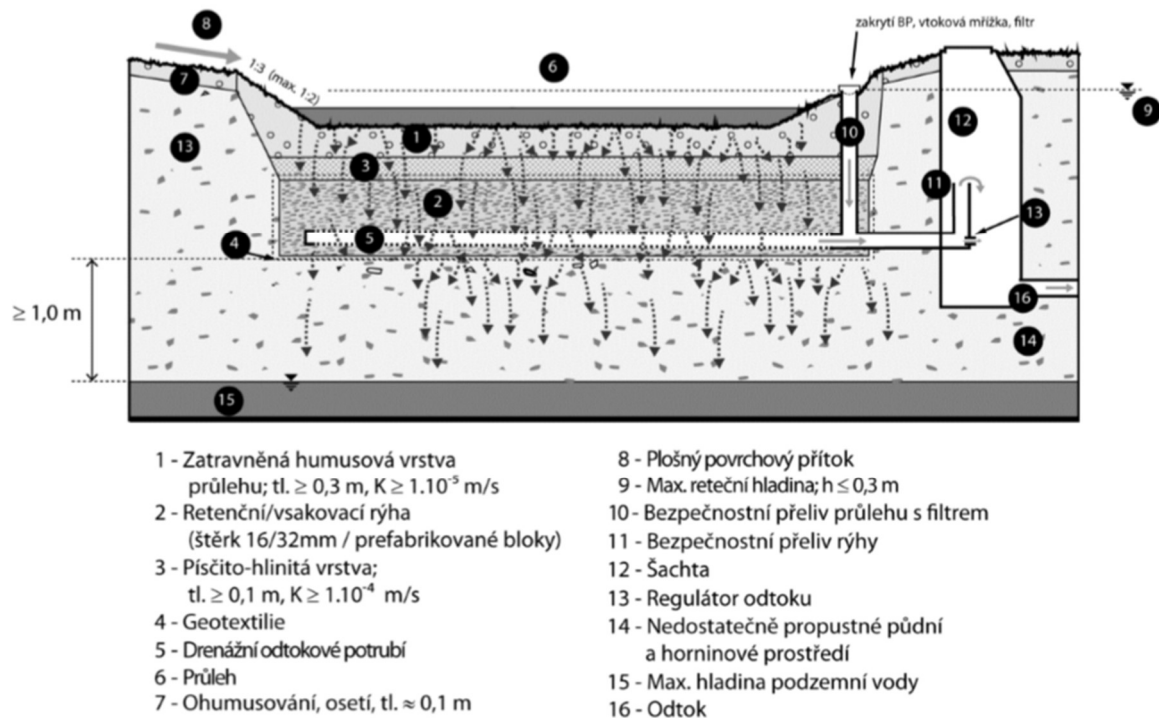


- | | |
|--|--|
| 1 - Ohumusování, osetí, tl. $\approx 0,1$ m | 6 - Předčištění (jemnozrný štěr + geotextilie) |
| 2 - Retenční/vsakovací rýha (štěrk 16/32mm) | 7 - Nedostatečně propustné půdní a horninové prostředí |
| 3 - Komunikace/zpevněná plocha | 8 - Propustné půdní a horninové prostředí |
| 4 - Plošný přítok přes vegetační pás
(šířka veg. pásu $\geq 1,5$ m) | 9 - Max. hladina podzemní vody |
| 5 - Geotextilie | |

Obrázek 12: Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem (3)

- **Vsakovací průleh-rýha s regulovaným odtokem**

Řešení přechozích typů povrchové vsakování s regulováním odtokem je použitelné zejména v prostředí s nedostatečně propustným podložím. V případě, že se srážková voda nestíhá vsakovat v požadované míře je zajištěn odtok jednak z povrchu při naplnění objemu průlehu tak i z podloží a je zaústěn do kanalizace. (3)



Obrázek 13: Vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem a regulovaným odtokem (3)

Podzemní zařízení

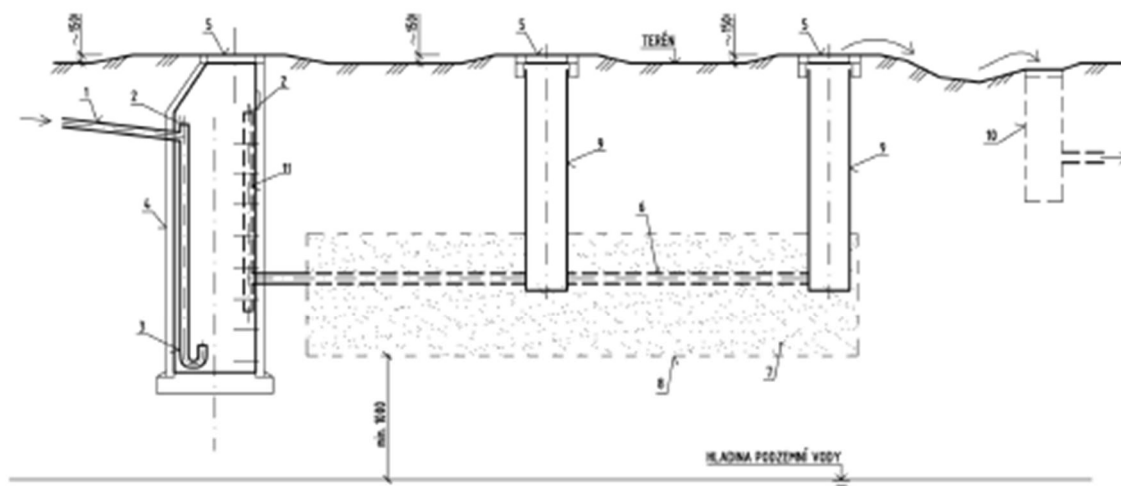
V případě rozlehlých zpevněných ploch a nedostatku místa pro povrchové zařízení lze umístit podzemní vsakovací zařízení. V případě tohoto řešení se musí zařadit objekt pro předčištění srážkových vod, tak aby nebyla kontaminována půda a nezanášelo se vsakovací zařízení. (3)

- **Tunelový systém**

Je to systém tunelů vyrobený z plastických hmot, který slouží jako retenční prostor a z něhož se následně srážková voda vsakuje do okolního horninového prostředí. (3)

- **Prostor vyplněný štěrskem**

Podzemní zařízení, které je vyplněno štěrskem nebo prefabrikovanými bloky. Před něj se umísťuje šachta, ze které jsou rozvedena vsakovací potrubí, kterými proudí voda rovnoměrně do vsakovacích bloků. (3)



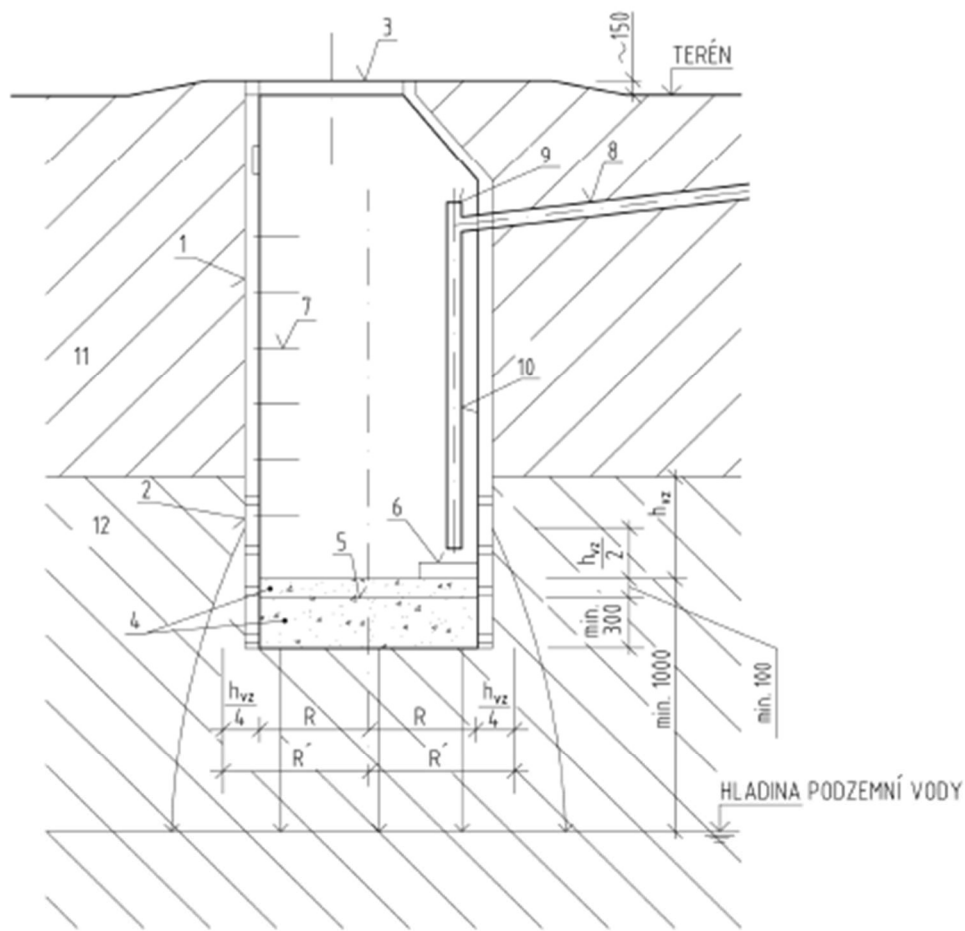
Legenda

- 1 Přítokové potrubí
- 2 Otevřené svislé hrdlo
- 3 Svislé potrubí se spodní částí zabraňující víření usazenin na dně šachty vytvořenou např. z kolen
- 4 Vstupní a rozdělovací šachta s kalovým prostorem
- 5 Poklop s otvory nebo mříž plnící funkci odvětrání a bezpečnostního přelivu
- 6 Drenážní trubky
- 7 Štěrkový polštář
- 8 Geotextilie
- 9 Revizní a větrací šachta
- 10 Alternativní bezpečnostní přeliv do vodního toku nebo kanalizace
- 11 Alternativní ponomá trubka pro zabránění průniku lehkých kapalin do vsakovacího zařízení (viz 5.3.4)

Obrázek 14: Podzemní prostor vyplněný štěrkem (1)

• Vsakovací šachta

Lze ji použít pro bodové vsakování. Šachta má stěny z betonových skruží a dno tvoří štěrkodrt' nebo štěrkopísek s geotextilií. Přes tuto vrstvu probíhá pomalé vsakování. (3)



Legenda

- 1 Skruže bez otvorů
- 2 Skruže s otvory
- 3 Poklop s otvory nebo mříž plnicí funkcí odvětrání a bezpečnostního přelivu
- 4 Štěrkopísek
- 5 Geotextilie
- 6 Dlaždice (betonová deska)
- 7 Stupadla
- 8 Přítokové potrubí
- 9 Otevřené svislé hrdlo
- 10 Svislé potrubí
- 11 Málo propustné hominové prostředí
- 12 Propustné hominové prostředí
- R Poloměr vsakovací šachty
- R' Poloměr vsakovací plochy vsakovací šachty
- h_{vz} Výška propustných stěn

Obrázek 15: Vsakovací šachta (1)

• Kombinace

V případě, že chceme maximálně podpořit vsakovací proces lze využít kombinaci některých předchozích typů. Příkladem může být jezírko s propustnými břehy od dané hloubky. To znamená stálé zadržování vody a nutnost uvažování recirkulace. (3)

1.11 Zeleň vhodná pro parkovací plochy

Pro zeleň v minulosti moc místa v prostoru města nezbyvalo, ale důležitým podkladem, který to může změnit je územní plán. Ten pevně stanovuje kde a jaké plochy mají vznikat. Zajišťuje tak kontinuitu mezi jednotlivými částmi města. Ve městech panují zcela odlišné podmínky od volné krajiny jako např. nižší vlhkost, znečištěné ovzduší a vodní deficit. Proto se pro urbanizované plochy musí daleko více přemýšlet o zeleni, která se bude vysazovat. Například v případě stromu je důležitý prostor pro rozvoj kořenového systému a dostatečný prostor pro korunu. V případě prostoru pro kořenový systém bývá nejčastějším problémem velký odpor provozovatelů inženýrských sítí, kteří s výsadbou často nesouhlasí a dle stavebního zákona musí udělit souhlas. Vzhledem k tomu, že jich je v uličním prostoru nespočet a mají svá ochranná pásma, nezbyvá často pro výsadbu místo.

Tabulka 8: Velikost potřebné plochy pro rozvoj kořenového systému (39)

Stáří	Průměr koruny	Projekce koruny	Objem kořenového prostoru	Plocha při prokořenění do hloubky 0,8 m	Rozměry potřebné kořenové mísy
	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m]
20	8	50	38	46	6,9 x 6,9
40	12	113	85	106	10,3 x 10,3
80	18	254	191	238	15,4 x 15,4

K tomu lze přidat i nepříliš velká ohleduplnost obyvatelstva, kontaminují půdu psími exkrementy, pohonnými hmotami vozidel a posypovými solemi z čehož půda nedisponuje takovým počtem živiny jako v extravilánu. (20)

Proč jsou stromy důležité pro urbanizované plochy?

1. Snižují průměrnou teplotu v oblasti (ochlazování uličního prostoru v teplotně nadprůměrných dnech)
2. Zvyšují vlhkosti
3. Snižují odtok srážkových vod (zachycení srážkové vody v koruně stromu)
4. Zvyšují množství vypařované vody
5. Zvyšují kvalitu vzduchu a tvoří kyslík
6. Pohlcejí hluk
7. Estetika (20)

1.11.1 Výběr druhu stromu pro výsadbu

O úspěchu výsadby rozhoduje především vhodná volba druhu, popřípadě kultivaru dřeviny. Například v ulicích se stromořadím jsou vhodné stromy, které mají korunu výše z důvodu zajištění podchozí výšky a cirkulace vzduchu. Pro urbanizované plochy nejsou vhodné ani dřeviny se silně alergizujícím pylem či stromy s padajícími plody.

Pro různé podmínky v současnosti disponujeme širokou škálou dřevin a záleží především na záměru projektanta, jakou možnost si zvolí. Jsou to například dřeviny odolné proti různým stresovým faktorům, do stísněných podmínek či pro zvýšení rozmanitosti. Nejdůležitějšími faktory však zůstávají geografické podmínky, a proto by se ve volbě upřednostňovat zeleň, která je na stanovištích původní.

Úlohou projektanta je se vyvarovat univerzálních řešení, tak jak tomu bylo v minulosti. Neexistují však dřeviny, které by splňovaly všechny naše požadavky a výběr je tedy většinou značným kompromisem. Při návrhu je důležité dodržet i biodiverzitu a využít různé druhy stromů například z důvodu náchylnosti na různé choroby či hnízdění různých druhů ptactva.

(21)

1.11.2 Zelená střecha

Pro rozšíření zeleně v městském prostoru lze využít i některé střešní plochy. O tom, jakým způsobem se může střecha ozelenit rozhoduje zejména únosnost střechy, požadavek na její využívání a typ zeleně. Jako přidaná hodnota pro motivaci investorů může mít střecha tepelně i hlukově izolační vlastnosti a navíc chrání konstrukci před vnějšími vlivy.

Zelené střechy mají hned několik pozitivních aspektů:

1. Ekologické aspekty (rozšíření zelených ploch, fotosyntéza, zachycováním nečistot ve vegetaci)
2. Ekonomické aspekty (úspora energie, zahrada bez dalšího záboru půdy)
3. Estetické a psychické aspekty (optické vylepšení viditelných ploch, příjemnější a zdravější mikroklima)

Zelené střechy se dají rozdělit na intenzivní a extenzivní. Intenzivní střechy jsou takové plochy, u kterých se počítá s následnou péčí či pohybem osob. Je také dobré počítat s umělým zavlažováním. Na těchto střechách se uvažuje minimální souvrství od 15 cm

a zatížení střechy od 1,5 kN/m². Extenzivní střechy mají výhodu v tom, že je lze použít i na poměrně neúnosné střechy. Tloušťka vegetační střechy je velmi malá (50-150 mm). V případě těchto střech se zeleň udržuje samovolně a zásobování vodou a živinami se děje pouze přirozenými procesy. Zatížení těchto střech se pohybuje okolo 0,8 kN/m². (22)

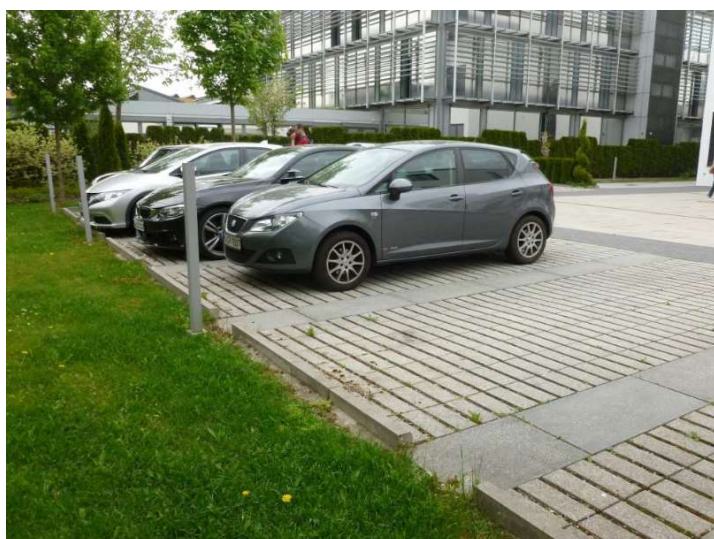
Vždy jsou však tato řešení spojena s většími náklady, protože střecha potřebuje péči, aby správně fungovala. Ve fázi stavby může být investicí nedostatečně únosná konstrukce střechy a svislé konstrukce.

1.12 Příklady řešení parkovacích ploch

V této kapitole jsou ukázky řešení parkovacích ploch z České republiky i zahraničí. Jsou to příklady odvodnění, ze kterých vychází následný návrh.



Obrázek 16: Příklad propustných povrchů – mezerovitý pórobeton (38)



Obrázek 17: Odvodnění propustně zpevněného parkoviště přerušovaným obrubníkem na trávník (Německo, Mnichov-Riem) (35)



Obrázek 18: Vsakovací průleh k odvodnění parkoviště (36)



Obrázek 19: Parkovací plochy Německo – kombinace vsakovací dlažba a travnatých pásů (37)



Obrázek 20: Vsakovací průleh v kombinaci c řešením odvodnění zpevněné plochy mezer mezi obrubníky (kampus Masarykovy univerzity v Brně) (35)

2 Praktická část

Cílem této diplomové práce je navrhnout variantní řešení odvodnění ve formě studie pro dva obchodní domy Makro. Záměrem je většinu srážkové vody zachytit a zpracovat v místě spadu a neodvádět ji kanalizací pryč nebo eventuálně jen v krajních případech, pakliže by to podmínky dále neumožňovaly. Příčina těchto kroků je popsána v teoretické části.

Stanovené cíle:

- zhodnotit provozně obchodní podmínky řetězce Makro ČR (intenzita dopravy, typy vozidel, chování zákazníků (viz. kapitola 1.7.Parkovací systém a zóny u obchodních domů)
- zhodnotit situaci na základě místních podmínek (geologie, HPV)
- výběr a návrh vhodného typu, popř. kombinací opatření HDV na základě výpočtu a respektování stávající situace
- zpracování situačních zákresů opatření a vzorových příčných řezů
- stanovení orientačních investičních nákladů

2.1 Obecné informace ke společnosti Makro ČR

Společností provozující obchodní domy Makro je MAKRO Cash & Carry ČR s.r.o. a na českém trhu působí od roku 2001. MAKRO provozuje 13 velkoobchodních center a jejich plocha činí přibližně 15 000 m².

Zaměřují se na velkoobchodní prodej širokého sortimentu jak potravin, tak i nepotravinářského zboží. Pro vstup do prodejny musíte vlastnit kartu, kterou lze získat registrací na základě živnostenského listu, v případě zajištění vysokého obrátu získáte zlatou kartu. V Makru se nakupuje převážně pro malé obchody a restaurace, a proto se po parkovišti pohybuje více malých nákladních automobilů, než bude běžné u podobných obchodů. Pro zákazníky se zlatou kartou jsou zřízena krytá parkovací stání, které jsou odděleny od běžných parkovacích míst. (23)



Obrázek 21: Logo Makro (23)

2.2 Makro Stodůlky

Makro Stodůlky se nachází na západě hlavního města Prahy v katastrálním území Stodůlky. Vybráno bylo z důvodu výrazně menší rozlohy parkoviště oproti ostatním obchodním domům Makro a odlišných stavebních předpisů v Praze. Umístěno je v těsné blízkosti sídliště Stodůlky pod ulicí Jeremiášova. Kromě nákupního centra je součástí areálu i čerpací stanice. Narozdíl od Makra v Průhonicích disponuje podzemními garážemi, a proto povrchové parkoviště není příliš rozsáhlé. Rozloha pozemků, které náležejí areálu je přibližně 58 500 m² a z toho je přibližně 13 900 m² plocha střechy obchodního domu. (23)



Obrázek 22: Letecký snímek – Makro Stodůlky (24)

2.2.1 Přírodní poměry zájmového území

Zájmové území náleží dle regionálního geomorfologického členění reliéfu k okrsku Třebotovská plošina, která je součástí vyššího morfologického celku, Pražská plošina. Morfologie je závislá na geologické stavbě území vytvořené erozí Dalejského potoka. (25)

Klimaticky patří zájmové území do mírně teplé oblasti MT6. Suma srážek ve vegetačním období je 475 mm a v zimním období 275 mm. Průměrný počet dní se srážkami nad 1 mm je 110. (26)

2.2.2 Inženýrskogeologické poměry

V tomto území tvoří předkvartérní podklad ordovické břidlice, které jsou v silně zvětralé až eluviálně rozložené podobě. Pokryv této vrstvy je tvořen deluviálními jíly s úlomky břidlic se střední až vysokou plasticitou. Vrchní vrstvu tvoří převážně navážky tvořené zbytky stavebních materiálů a kameny, které byly zarovnány s terénními úpravami území. Geologické poměry lze v této lokalitě hodnotit jako poměrně složité. (26)

2.2.3 Hydrogeologické poměry

V území jsou dvě různá kolektorová prostředí s různou intenzitou oběhu v závislosti na jednom zvodněném systému. V mělkém oběhu je podzemní voda vázána na navážky kvartérní sedimenty a na zónu přípovrchového rozpojení břidlic. Tento kolektor je v důsledku jílovitého charakteru zvětrání břidlic omezeně propustný. Hodnota koeficientu filtrace se pohybuje kolem 10^{-6} m/s. Dotace mělké zvodně se uskutečňuje především infiltrací atmosférických srážek a to znamená, že hladina podzemní vody v průběhu roku kolísá.

Hlubší zvodněn je vázána na puklinový kolektor vyskytující se v předkvartérním paleozoickém podloží (puklinové systémy a tektonicky porušené zóny). Pukliny jsou však vyplněny jílovitým tmelem, který je produktem zvětrávání. V těchto horninách je tedy poměrně malý oběh podzemní vody.

V zájmovém území lze předpokládat směr podzemního odtoku západním směrem dle morfologie terénu. Hladina podzemní vody se pohybuje kolem 1,6 m pod úrovní terénu. (26)

2.2.4 Výpočet počtu parkovacích stání

Makro Stodůlky se nachází na území hlavního města Prahy, a proto bylo vypočteno pro srovnání množství parkovacích stání jak podle normy ČSN 73 6110, tak i podle Pražských stavebních předpisů.

Výpočet parkovacích stání na základě normy ČSN 73 6110:

Druh stavby, počet účelových jednotek

Název stavby:	Makro Stodůlky	
Druh stavby:	Obchod	
	plnosortimentní nákupní centrum nad 10000 m ² prodejní plochy	
Počet účelových jednotek:	12500	prodejní plocha m ²

Základní počty stání

Základní počet parkovacích stání	P ₀	625
----------------------------------	----------------	-----

Součinitel vlivu stupně automobilizace k_a a redukce počtu stání k_p

Stupeň automobilizace		1:2,50
Součinitel vlivu stupně automobilizace	k_a	1,00
Poznámka k volbě k_a		
Obec		nad 50.000
Stupeň úrovně dostupnosti		3 - dobrá kvalita
Součinitel redukce počtu stání	k_p	0,60
Poznámka k volbě k_p		

Výsledný počet

Výsledný počet odstavných stání	O	0
Výsledný počet parkovacích stání	P	375
- z toho krátkodobých (do 2 hod.)		225
- z toho dlouhodobých (nad 2 hod.)		150
Celkový počet stání:	N	375

Obrázek 23: Výpočet počtu stání Makro Stodůlky dle ČSN 73 6110

Určení počtu parkovacích stání podle Pražských stavebních předpisů:

- Účel užívání stavby: Obchod a služby velkoplošné

Pro tyto účely je stanoveno 40 m² HPP na 1 stání. Z tohoto počtu je 10 % vázaných a 90 % návštěvních stání. Rozloha HPP Makro Stodůlky je 12 500 m². To znamená 313 stání z toho 31 je vázaných a 282 návštěvních.

Dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. je nutné zajistit pro osoby s omezenou schopností pohybu z tohoto počtu vypočtených míst alespoň 9 vyhrazených stání. Vyhláška také hovoří o zajištění stání pro osoby doprovázející dítě v kočárku. To se ovšem Makra, které má v podmínkách, že do obchodu nesmí děti nižší než 140 cm netýká. Počet stání pro tyto osoby je 1 % z celkového počtu stání. V tomto případě by to byly 4 parkovací místa.

V současné době Makro Stodůlky disponuje celkově 564 parkovacími místy. Navrhovaný stav je 524 míst, což je o 8 % méně. V přepočtu na m² je zrušením 40 parkovacích míst a zúžením průjezdné šířky z 6 na 4,5 m nahrazováno nově vzniklou zelení v ploše přibližně 1000 m².

Tabulka 9: Srovnání počtu parkovacích stání u Makro Stodůlky

	Počet stání pro osoby s omezeným pohybem	Počet parkovacích stání celkem
Pražské stavební předpisy	9	313
ČSN 73 6110	9	375
Stávající stav	15	564
Návrhový stav	14	524

2.2.5 Výpočet vsakovacích zařízení dle návrhové srážky

Výpočet plochy a objemu vsakovacího zařízení byl proveden dle ČSN 75 9010. Pro Makro Stodůlky byly vytvořeny tři návrhová řešení. Výpočtem se postupně zlepšuje funkčnost vsakovacího systému, ale zvyšuje se zábor stávající zpevněné plochy a rozsah opatření.

Pomocí odvodňované plochy a koeficientů se nejprve stanoví redukováná plocha A_{red} . Poté lze vypočítat objem vsakovacího zařízení V_{vz} a nakonec dobu prázdnění T_c . Výpočet se provádí pomocí těchto vzorců:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \Psi_i \quad (\text{rov.2})$$

- kde A_{red} ...redukováná plocha povodí stoky, v m²;
 A_i ...skutečná plocha jednotlivého materiálu v povodí stoky, v m²;
 Ψ_i ...odtokový součinitel, stanovený na základě tabulky níže. (1)

Tabulka 10: Součinitel odtoku srážkových povrchových vod (1)

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1%	1% až 5%	nad 5%
	Součinitel odtoku srážkových povrchových vod ψ		
Střechy s propustnou horní vrstvou (vegetační střechy)	0,4 - 0,7	0,4 - 0,7	0,5 - 0,7
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě	0,7 - 0,9	0,7 - 0,9	0,8 - 0,9
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1	1,8
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše větší než 10 000 m ²	0,9	0,9	0,9
Asfaltové a betonové plochy, dlažby se zálivkou spár	0,7	0,8	0,9
Dlažby s pískovými spárami	0,5	0,6	0,7
Upravené štěrkové plochy	0,3	0,4	0,5
Neupravené a nezastavěné plochy	0,2	0,25	0,3
Komunikace ze zatravnovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárnic	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

Pro další výpočet je nutno znát i vsakovací odtok Q_{vsak} , který je závislý na koeficientu vsaku k_v a vsakovací ploše A_{vsak} :

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \quad (\text{rov. 3})$$

kde f ...součinitel bezpečnosti vsaku (doporučuje se $f \geq 2$);

k_v ...koeficient vsaku, v $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ten se určí například vsakovací zkouškou nebo ho stanoví geologický průzkum;

A_{vsak} ...vsakovací plocha zařízení v m^2 .

Nakonec se pomocí následujícího vzorce stanoví retenční objem vsakovacího zařízení V_{vz} :

$$V_{vz} = \frac{h_d}{1000} \cdot (A_{red} + A_{vz}) - \frac{1}{f} \cdot k_v \cdot A_{vsak} \cdot t_c \cdot 60 \quad (\text{rov.4})$$

kde h_d ...návrhový úhrn srážek dané periodicity a doby trvání v mm, v tomto případě z hydrologických údajů stanice Praha – Ruzyně dle Truplových tabulek, viz. níže;

A_{red} ...redukována plocha stanovena dle rovnice 2;

A_{vz} ...plocha hladin ve vsakovacím zařízení v m^2 ;

f ...součinitel bezpečnosti vsaku (doporučuje se $f \geq 2$);

k_v ...koeficient vsaku, v $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ten se určí například vsakovací zkouškou nebo ho stanoví geologický průzkum;

A_{vsak} ...vsakovací plocha zařízení v m^2 ;

t_c ...doba trvání srážky v min. (1)

Tabulka 11: Úhrny srážek dle dané periodicity a doby trvání pro stanici Praha – Hostivař (27)

Doba trvání deště v min	Intensita deště v l/s.ha při periodicitě „p“ Praha - Hostivař
	0,2
5	11,3
10	16,5
15	19,5
20	21,1
30	23,2
40	24,7
60	26,9
90	29,1
120	30,6
240	36,6
360	42,5
480	43,2
600	43,8
720	44,5
1080	46,4
1440	46,9
2880	58,9
4320	62,5

Periodicita $p = 0,2$ je uvažována z důvodu opatření všech průlehů bezpečnostním přelivem, což je v souladu s ČSN 75 9010. (1) Pro správně navržené vsakovací zařízení je důležité spočítat dobu prázdnění T_c , které by neměla přesáhnout 72 h. Spočítá se dle vzorce:

$$T_c = \frac{V_{vz}}{Q_{vsak}} \quad (\text{rov.5})$$

kde V_{vz} ...návrhový objem vsakovacího zařízení, v m^3 ;

Q_{vsak} ...vsakovaný odtok, v m^3/s . (1)

Tabulka 12: Výpočet redukovaných ploch dle jednotlivých materiálů

Prostor	A_i	Y_i	A_i	Y_i	A_i	Y_i	A_i	Y_i	A_{red}	A_{vsak}	A_{vz}
číslo	m^2	-	m^2	-	m^2	-	m^2	-	m^2	m^2	m^2
1	600	0,80	225,00	0,60	35	0,30	0,00	0,00	626	195	282
2	646	0,80	283,00	0,60	31	0,30	0,00	0,00	696	165	228
3	689	0,80	238,00	0,60	29	0,30	0,00	0,00	703	174	233
4	522	0,80	207,00	0,60	30	0,30	0,00	0,00	551	118	172
5	542	0,80	192,00	0,60	25	0,30	0,00	0,00	556	117	171
6	1204	0,80	82,00	0,60	800	1,00	10,00	0,30	1815	445	628
7	200	0,80	0,00	0,00	308	0,60	0,00	0,00	345	132	198
8	1516	0,80	234,00	0,30	0	0,00	0,00	0,00	1283	525	610
9	1250	0,80	453,00	0,30	0	0,00	0,00	0,00	1136	235	282
10	400	0,80	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	320	220	304
11	1000	0,80	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	800	500	740
12	3500	0,15	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	525	265	340
13	3500	0,15	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	525	394	555
14	3100	0,15	1900,00	0,60	0	0,00	0,00	0,00	1605	750	830
15	300	0,80	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	240	298	447

Tabulka 13: Výpočet objemů V_{vz} a dob prázdnění T_c pro finální návrhové řešení

Prostor	t_c [min] doba trvání srážky														V_{vz} vypočtený				V_{vz} skutečný	Qvsak	T_c					
	5	10	15	20	30	40	60	90	120	240	360	480	600	720								1080	1440	2880	4320	
	intenzita srážky [mm] dle Tuplových tabulek pro stanici Praha - Hostivař																									
	9,2	15,2	18,7	20,6	23,2	25,2	27,8	30,5	32,4	36,6	42,5	43,2	43,8	44,5	46,4	46,9	58,9	62,5								
	V_{vz} pro jednotlivé intenzity srážek $p=0,2$ [m ³]																									
číslo	8,3	13,7	17,0	18,7	21,1	22,9	25,3	27,7	29,4	33,2	38,6	39,2	39,7	40,4	42,1	42,6	53,5	56,7								
1	8,4	14,0	17,2	19,0	21,3	23,1	25,4	27,7	29,3	32,6	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5	36,2	40,2	36,4								
2	8,5	14,2	17,4	19,2	21,6	23,4	25,7	28,1	29,7	33,0	37,9	37,9	37,9	37,9	37,8	36,4	40,1	35,9								
3	6,6	10,9	13,5	14,8	16,7	18,1	19,9	21,7	23,0	25,6	29,4	29,5	29,5	29,6	29,7	28,8	32,4	29,9								
4	6,6	11,0	13,6	14,9	16,8	18,2	20,0	21,9	23,1	25,8	29,6	29,7	29,7	29,8	30,0	29,1	32,7	30,3								
5	22,3	37,0	45,5	50,2	56,3	61,0	67,2	73,3	77,6	86,2	99,0	99,1	99,0	99,1	99,0	95,4	105,5	95,0								
6	4,9	8,2	10,1	11,1	12,5	13,5	14,9	16,2	17,1	18,9	21,6	21,5	21,4	21,3	20,9	19,8	20,6	16,8								
7	17,2	28,6	35,2	38,8	43,5	47,1	51,7	56,3	59,4	65,5	74,8	74,2	73,5	72,9	70,8	66,1	66,1	50,3								
8	12,9	21,5	26,4	29,1	32,7	35,4	39,0	42,6	45,1	50,2	57,7	57,9	57,9	58,0	58,2	56,3	63,2	58,2								
9	5,7	9,4	11,6	12,7	14,3	15,5	17,0	18,4	19,4	21,3	24,1	23,8	23,4	23,0	21,8	19,8	17,7	10,5								
10	14,0	23,2	28,6	31,5	35,3	38,2	42,0	45,6	48,1	52,8	60,1	59,3	58,5	57,7	55,3	50,6	47,5	31,5								
11	7,9	13,1	16,1	17,7	19,8	21,5	23,6	25,7	27,1	29,8	33,9	33,6	33,1	32,8	31,6	29,1	28,1	19,7								
12	9,8	16,3	20,0	22,1	24,7	26,7	29,3	31,9	33,6	36,7	41,6	41,0	40,2	39,5	37,3	33,6	29,6	16,4								
13	22,2	36,7	45,2	49,8	55,9	60,5	66,4	72,3	76,2	83,7	95,4	94,4	93,2	92,2	88,7	81,8	78,6	55,0								
14	6,2	10,3	12,7	14,0	15,7	17,0	18,6	20,2	21,2	23,0	26,0	25,4	24,7	24,1	22,2	19,3	14,7	4,3								
15																										

Tabulka 14: Srovnání hodnot jednotlivých návrhových řešení

Prostor	Úsporné řešení bez větších zásahů do konstrukcí parkoviště					Rozšíření zeleně ve vsakovacím průlehu 1-6 namísto parkovacích stání					Velký zásah do povrchů - v prostoru stání nahrazení asfaltu dlažbou										
	A_{red}	A_{vsak}	A_{vz}	V_{vz} maximální	V_{vz} skutečný	Q_{vsak}	T_c	A_{red}	A_{vsak}	A_{vz}	V_{vz} maximální	V_{vz} skutečný	Q_{vsak}	T_c	A_{red}	A_{vsak}	A_{vz}	V_{vz} maximální	V_{vz} skutečný	Q_{vsak}	T_c
č.	m^2	m^2	m^2	m^3	m^3	m^3/s	hod	m^2	m^2	m^2	m^3	m^3	m^3/s	hod	m^2	m^2	m^2	m^3	m^3	m^3/s	hod
1	960	105	157	70	33	0,00005	369	936	195	282	76	60	0,00010	217	626	195	282	57	60	0,00010	162
2	800	134	201	47	42	0,00007	196	768	165	228	44	49	0,00008	150	696	165	228	40	49	0,00008	135
3	800	129	194	47	40	0,00006	204	765	174	233	44	51	0,00009	140	703	174	233	40	51	0,00009	128
4	640	97	145	38	30	0,00005	217	607	118	172	36	36	0,00006	168	551	118	172	32	36	0,00006	152
5	640	91	136	38	28	0,00005	231	607	117	171	36	36	0,00006	170	556	117	171	33	36	0,00006	155
6	2080	314	472	123	98	0,00016	218	2040	445	628	119	134	0,00022	148	1815	445	628	105	134	0,00022	132
7	345	132	198	22	41	0,00007	91	345	132	198	22	41	0,00007	91	345	132	198	22	41	0,00007	91
8	1400	235	342	82	72	0,00012	195	1400	525	610	80	142	0,00026	84	1283	525	610	75	142	0,00026	79
9	1362	210	260	77	59	0,00011	205	1362	235	282	77	65	0,00012	181	1136	235	282	63	65	0,00012	149
10	320	220	304	24	66	0,00011	61	320	220	304	24	66	0,00011	61	320	220	304	24	66	0,00011	61
11	800	500	740	60	155	0,00025	67	800	500	740	60	155	0,00025	67	800	500	740	60	155	0,00025	67
12	525	265	340	34	76	0,00013	71	525	265	340	34	76	0,00013	71	525	265	340	34	76	0,00013	71
13	525	394	555	42	119	0,00020	59	525	394	555	42	119	0,00020	59	525	394	555	42	119	0,00020	59
14	465	279	357	32	80	0,00014	64	465	750	830	47	198	0,00038	35	1605	750	830	95	198	0,00038	71
16	240	298	447	26	93	0,00015	48	240	298	447	26	93	0,00015	48	240	298	447	26	93	0,00015	48

2.2.6 Shrnutí současného stavu odvodnění

Makro Stodůlky se nachází pod ulicí Jeremiášova, vůči které je postaveno výrazně níže. Svah se zelení je pod poměrně velkým sklonem a ve spodní části přiléhá přímo k parkovišti. Toto parkoviště je srovnáno do relativně rovné plochy pomocí navážek. Celá plocha je kompletně odvodněna příčným a podélným sklonem do sítě žlabů a uličních vpustí ze kterých se voda dostává do veřejné dešťové kanalizace, ve správě Pražských vodovodů a kanalizací, přímo nebo je nejprve předčištěna v odlučovači lehkých kapalin. Srážková voda ze střech prochází stejným procesem jako srážky dopadající na parkovací plochy a také je zaústěna do dešťové kanalizace.

2.2.7 Popis návrhu odvodnění

Jak již vyplývá z předchozích kapitol, je jasné, že podmínky v okolí Makro Stodůlky nejsou příliš příznivé pro podzemní ani povrchové vsakování dešťových vod. K finálnímu návrhu odvodňovacího systému vedlo několik vlivů. Jednou z těchto příčin je snaha o minimalizaci zásahu do stávajících povrchů kromě oblastí pro nově vzniklé vsakovací plochy. Druhým vlivem, který limituje možnosti návrhu, je půdní zvrstvení, které není příliš vhodné pro vsakování z hlediska koeficientu vsaku. Poslední faktorem je podzemní voda, která má hladinu blízko povrchu a není tedy možné provedení podzemního vsakování.

Pro tuto oblast je vhodné zvolit zařízení vsakovacího průlehu s bezpečnostním přelivem v podobě uliční vpustí zaústěné do stávající dešťové kanalizace (viz. příloha Vzorové příčné řezy) a vsakovací rýhu do hloubky 0,3 m pro zvýšení kapacity. Rýha však ve výpočtu objemu není uvažována. Jde o opatření ke zvětšení celkových objemů průlehu, a tedy zvýšení bezpečnosti celého systému. Všechny průlehy budou opatřeny příčně nainstalovanými betonovými obrubami, které mají sloužit jako přehrážka pro zachycení většího objemu vody, snížení sklonu průlehu, zpomalení odtoku a lepší účinnosti čištění od znečišťujících látek. V rámci diplomové práce bylo také navrženo několik povrchových odvodňovacích žlabů. V případě vytvoření vsakovacích ploch by nastalo zrušení převážné většiny stávajících vpustí a podpovrchových odvodňovacích žlabů zaústěných do kanalizace. Zrušení vpustí a podpovrchových žlabů se netýká prostoru čerpací stanice, jelikož zde hrozí zvýšené nebezpečí úkapu pohonných hmot čímž může dojít ke kontaminaci vody a následně půdy. Stávající vpustí jsou zaústěny do odlučovače lehkých kapalin a dále do dešťové kanalizace. Toto kritérium se netýká střechy čerpací stanice, která bude zaústěna do přilehlého průlehu.

Kapacitu stávající kanalizace nebylo možné ověřit z důvodu nedostatku pokladů, ale dle informací provozovatele nenastávají kapacitní problémy. Kanalizace by tedy měla být dostatečně naddimenzovaná pro všechna navrhovaná řešení, protože velikosti jednotlivých povodí zůstávají totožné a zmenšují se redukované plochy.

V severní části areálu, kde navazuje parkoviště na další výstavba, bude odvodnění komunikace zajištěno pomocí příčného sklonu do průlehu přes zatravnovací dlažbu vysypanou šterkem o šířce 2,5 m a sníženou obrubu. Zatravnovací dlažba byla zvolena z důvodu lepších koeficientů odtoku, které zapříčiní snížení redukované plochy. Dlažba bude nainstalována pod pruhem, kde parkují vozidla a kde se nepohybují zákazníci s nákupními vozíky. Aby nedošlo k velkým průsakům vody a přelítí průlehu směrem k přilehlé zástavbě je opatřen nepropustnou geotextilií a zvýšenou hranou. (Popis 1, vždy označuje odkaz v koordinační situaci) (Vzorový příčný řez č.2)

V západní části areálu, kde se pohybuje převážně zásobování (nákladní automobily) pro obchod, bude zachován podélný šterbinový žlab, který je zaústěn do odlučovače lehkých kapalin a následně do dešťové kanalizace. Vedle toho je navržen povrchový žlab pro odvodnění přilehlé komunikace, který je zaústěn do blízkého průlehu. Podobně jako v předchozím případě je v parkovacím pruhu vedle opěrné zdi podle návrhu vyměněn asfaltový povrch za dlážděný z betonových zatravnovacích dílců s mezerami vysypanými šterkem. (Popis 2)

Odvodňovací zařízení v prostoru parkovací plochy budou řešena, jako vsakovací zařízení typu průleh doplněnou o vsakovací rýhu s výplní ze šterkodrti pro podporu vsakovacího procesu. Rýha však uvažována ve výpočtu, jak už bylo popisováno výše. V případě přeplnění kapacity je průleh opatřen bezpečnostním přelivem v podobě uliční vpusti, která je zaústěna do stávající dešťové kanalizace. (Popis 3, VPR 3)

Strmý svah s vysázenou zelení ve východní části areálu je opatřen sérií průlehů, které mají zajistit zachycení srážkové vody. Ta by jinak stékala na parkovací plochu a tím by docházelo k jejímu nadměrnému zatěžování. (Popis 4)

V jižní části, kde vede pouze komunikace, se v rámci plánované rekonstrukce vytvoří místo jednostranného spádu spád střechovitý čímž bude srážková voda z poloviny komunikace zaústěna do průlehu na opačné straně a tím bude dosaženo vyšší kapacity průlehu do něž by jinak byla vyspádována celá plocha a zajistí se tak bezpečnějšího řešení. (Popis 5)

V rámci návrhu byl proveden orientační výpočet množství srážkové vody ze střechy dle ČSN 75 9010, která by se mohla využít pro následné zalévání nově vzniklé zeleně. Dle přibližného množství úhrnu srážek za rok a velikosti zavlažované plochy je objem nádrže odhadován na 60 m³. V severovýchodním rohu areálu by mohla být nainstalována akumulární nádrž s bezpečnostním přelivem do kanalizace. Obdobnou iniciativou se dle inženýrskogeologického průzkumu zabýval před nedávnem i obchodní dům, ale kvůli vzlaku podzemní vody, souvisejícím s komplikovaným založením nádrže, a nevhodně uloženým kabelům inženýrských sítí se zatím tato idea nerealizovala.

2.2.8 Situace, řezy – Marko Stodůlky

V příloze jsou vyhotoveny jednotlivé situace a řezy, kde je podrobněji popsáno celé navrhované řešení.

1.1.Situační výkres širších vztahů

1.2.Katastrální situační výkres

1.3.Koordinační situace – 1.část (výpočet č.3)

+ výřez situace pro výpočet č.1

+ výřez situace pro výpočet č.2

1.4.Koordinační situace – 2.část

1.5.Vzorové příčné řezy

2.2.9 Stanovení orientačních investičních nákladů

Podle cenové soustavy ÚRS byl stanoven orientační odhad nákladů návrhového řešení. Ceny jsou uváděny bez DPH. Jednotlivé položky jsou včetně práce a materiálu.

Tabulka 15: Stanovení orientačních investičních nákladů pro finální řešení

	Počet	Jedn.	Cena za jednotku	Cena celkem v Kč
Vybourání stávajících vrstev (komplet)	3143	m ²	900	2 828 700,00
Realizace nové konstrukce s dlažbou (komplet)	2003	m ²	1000	2 003 000,00
Realizace průlehů (komplet vč. šterkodrti)	5055	m ²	400	2 022 000,00
Osazení obrub (komplet vč materiálu)	1715	m	1400	2 401 000,00
Osazení betonového žlabu	100	m	850	85 000,00
Výsadba stromů (komplet vč. samotných stromů)	50	ks	7500	375 000,00
Instalace nových UV (vč. výkopu a přípojky)	28	ks	40000	1 120 000,00
Cena celkem				10 834 700,00

Dle dostupných informací o stočném v Praze platí odhadem Makro Stodůlky za odvádění srážkových vod 35,39 Kč/m³ bez DPH. (28)

Tabulka 16: Odhad ceny, kterou Makro Stodůlky platí za odvádění srážkových vod

Počet	Jedn.	Cena za jednotku	Cena za měsíc	Za rok	Za 10 let
12038	m ³	35,39	426 038,98 Kč	5 112 467,71 Kč	51 124 677,12 Kč

Návratnost investice je tedy zhruba 2,2 roku. V rámci realizace zeleně je nezbytné uvažovat i s údržbou pro správnou funkčnost systému. Ta vychází dle rozsahu odhadem na 300 000 Kč/rok bez DPH.

2.3 Makro Průhonice

Makro Průhonice se nachází v okrese Praha-východ, který je součástí střeďočeského kraje v katastrálním území Čestlice, konkrétně v nákupní zóně Čestlice-Průhonice. Vybráno bylo z důvodu velké rozlohy parkovací plochy a dobré dostupnosti pro optimalizaci návrhu. Rozloha pozemků, které náležejí areálu je přibližně 61 500 m² a z čehož plocha obchodního domu je 14 315 m². (23)



Obrázek 24: Letecký snímek – Makro Průhonice (24)

2.3.1 Přírodní poměry zájmového území

Zájmové území náleží dle regionálního geomorfologického členění reliéfu k okrsku Uhříněvská plošina, která je součástí vyššího morfologického celku, a to Pražské plošiny.

Klimaticky patří zájmové území do teplé a mírně teplé oblasti MT10. Suma srážek ve vegetačním období je přibližně 442 mm a v zimním období 237 mm. Průměrný počet dní se srážkami nad 1 mm je 95. (29) (30)

2.3.2 Inženýrskogeologické poměry

V tomto území tvoří předkvartérní podklad břidlice, prachovce a droby. Kvarterní pokryv o tloušťce 0,6 m tvoří sprašové hlíny. Svrchní vrstvu pokryvu nejčastěji tvoří deluviální a delufluviální hlíny s polohami hlinitých písků. Tyto hlíny jsou tuhé až pevné konzistence s občasnými úlomky podložních břidlic. Geologické poměry lze hodnotit jako poměrně složité. (29) (30)

2.3.3 Hydrogeologické poměry

V rámci průzkumu pro plánovanou nedalekou výstavbu byly provedeny hydrogeologické průzkumy. Podzemní voda nebyla nalezena v hloubce 3 m pod terénem a přepokládá se její výskyt až v hloubce od 8 m. Hladina podzemní vody má spád k místní erozní bázi (potok Botič) a je mírně napjatá. Struktura s nepravidelnými zvodněmi nevykazuje žádné vzájemné souvislosti v proudění, avšak jsou mezi sebou částečně spojeny pomocí průlinové propustnosti. Podzemní voda je dotována především ze vsakování srážkových vod pomocí puklinové propustnosti, která je ovšem omezena z důvodu zanesení jílovitými částicemi. Hodnota koeficientu filtrace se pohybuje kolem 10^{-6} m/s. V případě realizace se musí provést podrobný průzkum přímo v místě parkoviště pro ověření hodnot. (29) (30)

2.3.4 Výpočet počtu parkovacích míst

Makro Průhonice se nachází ve Středočeském kraji a neplatí pro něj tedy PSP, ale jen norma ČSN 73 6110.

Výpočet parkovacích stání na základě normy ČSN 73 6110:

Druh stavby, počet účelových jednotek

Název stavby:	Makro Průhonice	
Druh stavby:	Obchod	
	plnosortimentní nákupní centrum nad 10000 m ² prodejní plochy	
Počet účelových jednotek:	12900	prodejní plocha m ²

Základní počty stání

Základní počet parkovacích stání	P ₀	645
----------------------------------	----------------	-----

Součinitel vlivu stupně automobilizace k_a a redukce počtu stání k_p

Stupeň automobilizace		1:2,50
Součinitel vlivu stupně automobilizace	k _a	1,00
Poznámka k volbě k _a		
Obec		nad 50.000
Stupeň úrovně dostupnosti		2 - nízká kvalita
Součinitel redukce počtu stání	k _p	0,70
Poznámka k volbě k _p		

Výsledný počet

Výsledný počet odstavných stání	O	0
Výsledný počet parkovacích stání	P	451,5
- z toho krátkodobých (do 2 hod.)		270,9
- z toho dlouhodobých (nad 2 hod.)		180,6
Celkový počet stání:	N	452

Obrázek 25: Výpočet počtu stání Marko Průhonice dle ČSN 73 6110

Dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. je nutné zajistit pro osoby s omezenou schopností pohybu z tohoto počtu míst alespoň 10 vyhrazených stání. V případě povolení vstupu dětí s výškou méně než 140 cm by z celkového počtu muselo být vyhrazených 5 parkovacích stání pro osoby doprovázející dítě v kočárku.

V současné době Makro Průhonice disponuje celkově 752 parkovacími místy. Navrhovaný stav je 668 míst, což je o 11 % méně. V přepočtu na m² je zrušením 84 parkovacích míst a zúžením průjezdné šířky z 6 na 4,5 m nahrazováno nově vzniklou zelení o ploše přibližně 1500 m².

Tabulka 17: Srovnání počtu parkovacích stání u Makro Průhonice

	Počet stání pro osoby s omezeným pohybem	Počet parkovacích stání celkem
ČSN 73 6110	10	452
Stávající stav	18	752
Návrhový stav	18	668

2.3.5 Výpočet vsakovacích zařízení dle návrhové srážky

Ve výpočtu byl použit stejný postup jako u Makro Stodůlky dle ČSN 75 9010. Pro návrhový úhrn srážek byli využity hodnoty z nejbližší dostupné stanice Praha – Hostivař z Truplových tabulek. V rámci výpočtu došlo ke dvěma návrhům, kdy první bylo zvoleno, co nejúspornější řešení z hlediska investic, ale nebylo možné zajistit dostatečnou kapacitu zařízení. Druhý návrh kapacitně vyhovuje, ale přesto nebylo možné u některých průlehu dodržet maximální dobu prázdnění.

Tabulka 18: Výpočet redukováných ploch dle jednotlivých materiálů

Prostor	A_i	Y_i	A_i	Y_i	A_i	Y_i	A_{red}	A_{vsak}	A_{vz}
číslo	m^2	-	m^2	-	m^2	-	m^2	m^2	m^2
1	530	0,80	0	0,00	0	0,00	424	303	351
2	1076	0,80	332	0,60	35	0,30	1071	248	329
3	1154	0,80	696	0,60	1700	1,00	3041	712	872
4	778	0,80	692,5	0,60	77	0,30	1061	198	297
5	1988	0,80	102	0,60	0	0,00	1652	430	587
6	2056	0,80	95	0,60	0	0,00	1702	487	650
7	2159	0,80	41	0,60	0	0,00	1752	456	627
8	804	0,80	1115	0,60	185	0,30	1368	285	479
9	1358	0,80	162	0,60	0	0,00	1184	368	453
10	1562	0,80	0	0,00	0	0,00	1250	578	643
11	1030	0,60	0	0,00	0	0,00	618	303	368
12	3900	0,80	0	0,00	0	0,00	3120	645	700

Tabulka 19: Výpočet objemů V_{vz} a dob prázdnění T_c pro finální návrhové řešení

Prostor	t_c min] doba trvání srážky																V_{vz} vypočtený	V_{vz} skutečný	Qvsak	T_c		
	5	10	15	20	30	40	60	90	120	240	360	480	600	720	1080	1440					2880	4320
	intenzita srážky [mm] dle Tuplových tabulek pro stanici Praha - Hostivař																					
	11,3	16,5	19,5	21,1	23,2	24,7	26,9	29,1	30,6	36,6	42,5	43,2	43,8	44,5	46,4	46,9	58,9	62,5				
číslo	V_{vz} pro jednotlivé intenzity srážek $p=0,2$ [m ³]																m ³	m ³	m ³ /s	hod		
1	8,7	12,7	15,0	16,2	17,7	18,8	20,3	21,7	22,6	26,2	29,7	29,1	28,5	27,9	26,1	23,3	19,5	9,2	29,7	82	0,00015	54
2	15,8	23,0	27,2	29,4	32,3	34,3	37,2	40,0	41,9	49,4	56,8	56,9	56,8	56,9	56,9	54,9	61,0	55,3	61,0	147	0,00012	137
3	44,1	64,3	76,1	82,2	90,2	95,9	104,1	111,8	117,2	138,1	158,6	158,8	158,6	158,7	158,5	152,8	168,9	152,3	168,9	412	0,00036	132
4	15,3	22,3	26,4	28,6	31,4	33,3	36,2	38,9	40,8	48,3	55,6	55,8	55,9	56,2	56,6	55,1	62,9	59,2	62,9	121	0,00010	176
5	25,3	36,8	43,5	47,0	51,6	54,8	59,5	63,9	67,0	78,8	90,5	90,5	90,3	90,3	89,9	86,4	94,7	84,2	94,7	256	0,00022	122
6	26,5	38,7	45,7	49,4	54,2	57,6	62,5	67,0	70,2	82,6	94,7	94,6	94,2	94,1	93,3	89,3	96,4	83,9	96,4	288	0,00024	110
7	26,8	39,1	46,3	50,0	54,8	58,3	63,2	67,9	71,1	83,8	96,2	96,2	96,0	96,0	95,6	91,9	100,7	89,6	100,7	272	0,00023	123
8	20,8	30,4	35,9	38,8	42,6	45,3	49,2	52,9	55,5	65,5	75,4	75,7	75,8	76,0	76,5	74,3	84,1	78,5	84,1	181	0,00014	164
9	18,5	26,9	31,8	34,3	37,7	40,0	43,4	46,6	48,8	57,2	65,6	65,4	65,1	64,9	64,0	60,9	64,6	54,6	65,6	213	0,00018	99
10	21,3	31,1	36,7	39,6	43,4	46,1	49,9	53,4	55,8	65,1	74,2	73,4	72,5	71,7	69,1	63,8	61,5	43,4	74,2	153	0,00029	71
11	11,1	16,2	19,1	20,6	22,6	24,0	26,0	27,8	29,1	33,9	38,6	38,2	37,7	37,3	35,9	33,2	31,9	22,4	38,6	84	0,00015	71
12	43,1	62,8	74,3	80,3	88,1	93,7	101,7	109,2	114,6	135,2	155,4	155,7	155,7	156,1	156,4	151,3	169,3	155,2	169,3	362	0,00032	146

Tabulka 20: Srovnání hodnot jednotlivých návrhových řešení

Prostor	Úsporné řešení bez větších zásahů do konstrukcí parkoviště							Velký zásah do povrchů - v prostoru stání nahrazení asfaltu dlažbou + rozšíření zeleně						
	A _{red}	A _{vsak}	A _{vz}	V _{vz} maximální	V _{vz} skutečný	Q _{vsak}	T _c	A _{red}	A _{vsak}	A _{vz}	V _{vz} maximální	V _{vz} skutečný	Q _{vsak}	T _c
č.	m ²	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³ /s	hod	m ²	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³ /s	hod
1	424	303	351	30	82	0,00015	54	424	303	351	30	82	0,00015	54
2	1129	248	329	64	72	0,00012	144	1071	248	329	61	147	0,00012	137
3	3151	712	872	175	198	0,00036	137	3041	712	872	169	412	0,00036	132
4	1610	198	297	95	87	0,00010	267	1061	198	297	63	121	0,00010	176
5	1652	430	587	95	166	0,00022	122	1652	430	587	95	256	0,00022	122
6	1702	487	650	96	183	0,00024	110	1702	487	650	96	288	0,00024	110
7	1789	456	627	103	178	0,00023	125	1752	456	627	101	272	0,00023	123
8	1955	205	379	120	73	0,00010	325	1368	285	479	84	181	0,00014	164
9	1184	180	270	70	79	0,00009	216	1184	368	453	66	213	0,00018	99
10	1250	187	280	74	59	0,00009	220	1250	578	643	74	153	0,00029	71
11	824	70	105	49	22	0,00004	389	618	303	368	39	84	0,00015	71
12	3120	335	375	177	89	0,00017	293	3120	645	700	169	362	0,00032	146

2.3.6 Shrnutí současného stavu odvodnění

Makro Průhonice se nachází v rozsáhlém obchodním areálu v Čestlicích u Prahy. Areál je umístěn v rovinném území a z toho důvodu, oproti Makro Stodůlky, nemusí brát v potaz okolní pozemky. Plocha je kompletně odvodněna příčným a podélným sklonem do sítě žlabů a uličních vpustí, ze kterých se voda dostává přímo do veřejné kanalizace ve správě Technických služeb Průhonice nebo je nejprve předčištěna v odlučovači lehkých kapalin. Srážková voda ze střech prochází stejným procesem jako voda dopadající na parkovací plochy.

2.3.7 Popis návrhu odvodnění

Makro Průhonice disponuje dešťovou kanalizací, ale cílem bylo najít řešení, které by zamezilo odtoku srážkové vody z areálu. Oproti Makro Stodůlky areál nemá garážová stání, a proto je plocha výrazně rozsáhlejší.

Srážková voda se bude dostávat do průlehů pomocí příčného a podélného sklonu parkoviště v místech se sníženou obrubou a nášlapem +0 cm. Pro případ, že srážka bude mít větší intenzitu, než je návrhová a dojde k přeplnění průlehu, bude zřízen bezpečnostní přeliv z uliční vpusti, která bude napojena do stávající dešťové kanalizace. Dešťová kanalizace je zaústěna do odlučovače lehkých kapalin a následně do veřejné kanalizace. Kanalizace je dle informací provozovatele pro stávající stav kapacitní a lze tedy předpokládat, že bude dostačující i pro návrhové řešení, jelikož se odvodňovaná plocha povodí nezvětšuje, a naopak se zmenšují redukované plochy. Vzhledem k tomu, že hladina podzemní vody se v areálu odhaduje na hloubku kolem 8 m, bylo by možné zařadit za odlučovač ještě podzemní vsakovací zařízení. To by zachytilo zbylou vodu z objemnějších srážek. Podzemní vsakovací zařízení by bylo opatřeno bezpečnostním přelivem do stávající kanalizace.

Většina kolmých stání bude nahrazena šikmými pod úhlem 60°. Tímto krokem se sice sníží počet stání zhruba o 11 %, ale umožní se zúžení průjezdové komunikace o 1,5 m a tím možnost vzniku zelených ploch mezi parkovacími pruhy. V těchto plochách je navrhován průleh v kombinaci se vsakovací rýhou ze šterkodrti pro podpoření vsakovacího procesu, která však není uvažována ve výpočtu stejně jako u Makro Stodůlky. Důvodem těchto řešení je nízká hydraulická vodivost místních hornin a dlouhá doba prázdnění jednotlivých průlehů. V průlezích budou příčně nainstalovány betonové obruby, které budou sloužit jako přehrážky. Jejich funkce je totožná jako u Makro Stodůlky. V některých částech parkoviště je navrhována v prostoru stání betonová dlažba. Podobně jako u Makro Stodůlky je obsahem návrhu i zatravnovací dlažba v prostoru mezi koly vozidel. Tímto krokem dojde ke snížení redukované plochy a nižší nároky na vsakovací plochy. (Popis 1) (Vzorový příčný řez 1,2)

V jižní části areálu, kde se pohybují jen zásobovací vozidla je povrch komunikace vyspádován do stávajícího šterbinového odvodňovacího žlabu. Ten bude následně zaústěn do plošného vsakovacího zařízení, pod kterým bude v celé ploše v tloušťce 0,3 m vrstva ze šterkodrti pro zvýšení kapacity zařízení. Stejně jako u předchozích řešení je uvažováno pro zajištění bezpečnosti nainstalování dvojice uličních vpustí. Počet navrhovaných vpustí pro jednotlivé průlehy se vždy odvíjí od velikosti odvodňovaných ploch. (Popis 2)

Prostor v okolí čerpací stanice je odvodněn pomocí dešťových vpustí a vede přímo do odlučovače kvůli zvýšenému riziku úkapu pohonných hmot.

S ohledem na vodu stékající ze střechy, by bylo možné navrhnout akumulční nádrž s využitím pro zálivku. Dle ČSN 75 9010 byl stejně jako u Marko Stodůlky stanoven orientační objem nádrže, který je 80 m³. Ve východní části v prostoru zeleně by mohla být naistalována akumulční nádrž s bezpečnostním přelivem do kanalizace. Voda bude sloužit na zalévání nově vzniklé zeleně, která bude umístěna v průlezích.

2.3.8 Situace, řezy – Makro Průhonice

V příloze jsou vyhotoveny jednotlivé situace a řezy, kde je podrobněji popsáno celé návrhové řešení.

2.1.Situační výkres širších vztahů

2.2.Katastrální situační výkres

2.3.Koordinační situace – 1.část (výpočet č.2)

+ výřez situace pro výpočet č.1

2.4.Koordinační situace – 2.část (výpočet č.2)

2.5.Koordinační situace – 3.část

2.6.Vzorové příčné řezy

2.3.9 Stanovení orientačních investičních nákladů

Podle cenové soustavy ÚRS byl stanoven hrubý odhad nákladů na návrhové řešení. Ceny jsou uváděny bez DPH. Jednotlivé položky jsou včetně práce a materiálu.

Tabulka 21: Stanovení orientačních investičních nákladů pro finální řešení

	Počet	Jedn.	Cena za jednotku	Cena celkem v Kč
Vybourání stávajících vrstev (komplet)	4450	m ²	900	4 005 000,00
Realizace nové konstrukce s dlažbou (komplet)	3000	m ²	1000	3 000 000,00
Realizace průleहů (komplet vč. šterkodrti)	6000	m ²	400	2 400 000,00
Osazení obrub (komplet vč materiálu)	2450	m	1400	3 430 000,00
Osazení podélného šterbinového žlabu	115	m	2500	287 500,00
Výsadba stromů (komplet vč. samotných stromů)	70	ks	7500	525 000,00
Instalace nových UV (vč. výkopu a přípojky)	17	ks	5000	85 000,00
Cena celkem				13 732 500,00

Dle dostupných informací o stočném platí odhadem Makro Průhonice za odvádění srážkových vod 39,82 Kč/m³ bez DPH. (31)

Tabulka 22: Odhad ceny, kterou Makro Průhonice platí za odvádění srážkových vod

Počet	Jedn.	Cena za jednotku	Cena za měsíc	Za rok	Za 10 let
10086	m ³	39,82	401 622,99 Kč	4 819 475,89 Kč	48 194 758,91 Kč

Návratnost investice je tedy zhruba 2,9 roku. V rámci realizace zeleně je nezbytné uvažovat i s údržbou pro správnou funkčnost systému. Ta vychází dle rozsahu odhadem na 380 000 Kč/rok bez DPH.

2.4 Porovnání a zhodnocení dvou obchodních domů

Výpočet stanovil, že u většiny vsakovacích zařízení sice nevyjde maximální požadovaná doba prázdnění T_c , avšak objem vsakovacího zařízení je stanovený alespoň tak, aby návrhová srážka nepřesahovala velikost průlehu. V případě Makro Průhonice, kde je hladina podzemní vody hlouběji, jsou navrženy kapacitní vsakovací rýhy ze štěrku, čímž je průleh schopný pojmout dvojnásobný objem návrhové srážky. Ve výpočtu rýhy nejsou uvažovány z důvodu zvýšení bezpečnosti celého systému. To nelze realizovat ve Stodůlkách, kde je nedostatek prostoru a vysoká hladina podzemní vody.

Navrhované řešení u obou obchodních domů se v maximálně možné míře snaží respektovat stávající stav. To znamená snaha o co nejmenší snížení počtu parkovacích stání a respektování stávajících sklonů ploch, čímž by se v případné realizaci dosáhlo minimalizace nákladů a rozsahu stavebních prací.

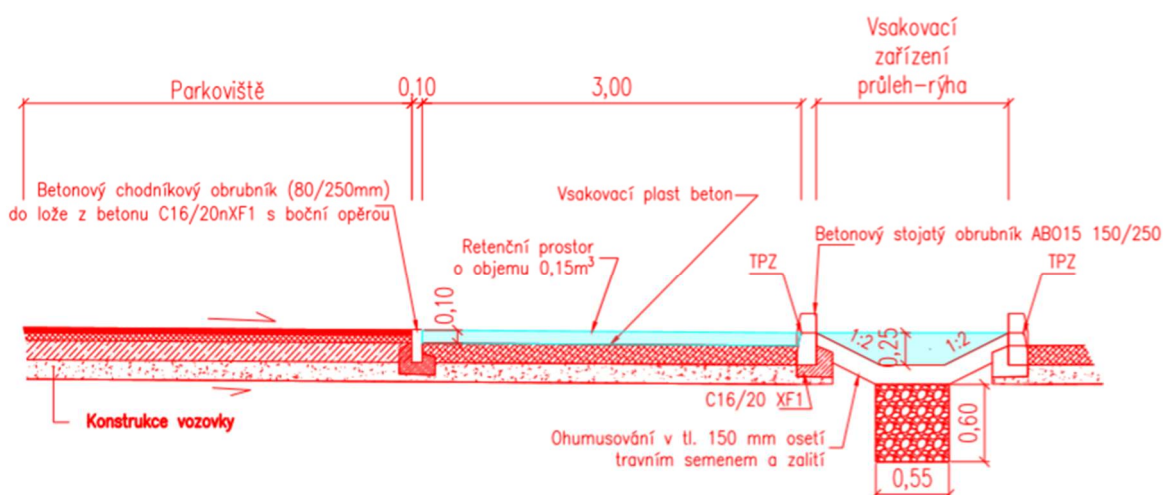
Pokud by se investor rozhodl pro rozsáhlejší investici, lze instalovat například konstrukci podobné na obrázku níže. V tomto systému je patrovým parkováním snížena půdorysná zpevněná plocha, a proto v části parkoviště, kde budou zrušena parkovací stání lze realizovat poměrně rozsáhlá opatření k hospodaření se srážkovou vodou. Výhodou je rychlá montáž, takže není nutnost uzavření fungujícího parkoviště na dlouhou dobu.

Tabulka 23: Ocelové nadzemní parkoviště (Lucembursko) (32)



Dalším možným opatřením je vytvoření retenčního prostoru s možností vsakování pod jednotlivými parkovacími místy v ose stání o šířce například 0,5 m, kde se zachycuje počátek srážky a zpomaluje se odtok. Horní vrstvu, která je v přímém kontaktu s okolím, je možné vytvořit například ze šterkodrti prolévanou plast-betonem. Toto složení zajistí soudržnost vrstvy, ale zároveň umožní i vsakování vody. Tato varianta je složitá z hlediska realizace jednotlivých prohlubní pod auty a pravděpodobně bude velmi nákladná, proto je uváděna až jako možnost rozšířeného opatření.

Tabulka 24: Řez parkovacím stáním s retenčním prostorem



Opatření, které lze realizovat pouze u Makro Průhonice, z důvodu hlouběji postavené hladiny podzemní vody, je podzemní vsakovací zařízení. To může být realizováno například z plastových segmentů vyplněných kamenivem jako na obrázku níže.

Tabulka 25: Vsakovací bloky svody ze střechy a parkovacího stání (33)



Závěr

Cílem této diplomové práce bylo nalézt vhodná eventuální řešení realizace zařízení pro hospodaření s dešťovou vodou ve dvou areálech obchodních domů Makro. Práce se konkrétně zaměřuje na jejich rozsáhlé zpevněné plochy. Tyto dva areály byly vybrány z důvodu složitých podmínek jak z hlediska prostorového, tak hydrogeologického.

V první části diplomové práce je popsána problematika vztahující se k parkovacím plochám. V průběhu práce jsou postupně uváděny relevantní legislativní předpisy a normy. Další část obsahuje shrnutí parkovacího procesu od systému a chování zákazníka, znečištění srážkových vod, až po materiály použitelné na parkovací plochy. Dále jsou uvedeny jednotlivé druhy opatření pro vsakování srážkových vod, které lze použít pro tyto plochy a kritéria pro vybrání zeleně dle místních podmínek.

Krátce se práce věnuje zeleni v urbanizovaných oblastech a shrnuje jednotlivé výhody a nevýhody pro výsadbu. V kapitole „Zelená střecha“ je uvedena i možnost ozelenění střech, ovšem k této problematice se již následný návrh neváže, protože by investiční náklady na realizaci byly pro Makro příliš velké z důvodu nutnosti vytvoření silnější podpůrné konstrukce.

Na základě úvodní rešerše a dalších získaných podkladů byl vytvořen návrh ve formě studie na zadržení srážkové vody z parkovacích ploch v místě spadu. Návrh se snaží, co nejvíce respektovat stávající poměry, aby nutná finanční investice nebyla příliš vysoká a společnost Makro tak měla vyšší motivaci vložit peníze do hospodaření se srážkovou vodou. Stávající poměry jsou respektovány ve smyslu zachování stávajících materiálů a sklonů, minimální snižování počtu parkovacích stání a množství zemních úprav.

V obou areálech nejsou příliš vhodné podmínky pro vsakování srážkových vod a v areálu Stodůlek je navíc hladina podzemní vody poměrně blízko povrchu, a proto byly návrhy značně omezeny. V obou areálech lze realizovat povrchová vsakovací zařízení a v případě Makro Průhonice i podzemní vsakovací zařízení. Povrchový vsakovací systém je navrhnout jako průleh se vsakovací rýhou, která ovšem není uvažována ve výpočtu z důvodu zvýšení bezpečnosti, vyplněnou šterkodrtí pro podpoření vsakovacího procesu, jelikož v obou areálech mají horniny nízkou hydraulickou vodivost.

Výpočtem byly stanoveny jednotlivé objemy vsakovacích zařízení a jejich doba prázdnění. V některých případech nebyl v prvním výpočtu zajištěn dostatečný objem

pro návrhovou srážku, a proto bylo vytvořeno další variantní řešení. U některých vsakovacích zařízení vypočtená doba prázdnění překračuje doporučené hodnoty dle normy, a tak bezpečnost proti překročení maximální hladiny v průlehu zajišťují uliční vpusti zaústěné do dešťové kanalizace. Kvůli delší době vsakování, pokud to prostorové podmínky dovolovaly, byla zvětšena objemová kapacita průlehů na dvojnásobek, aby zvládly obsáhnout dvě po sobě jdoucí návrhové srážky. V závěru praktické části byly stanoveny orientační náklady návrhů pro oba areály a porovnány s odhadovanou platbou provozovateli kanalizací za odvod srážkových vod.

Hospodaření se srážkovou vodou je velmi aktuální téma a je nezbytné se jím zabývat, jelikož vývoj klimatických změn v posledních letech nemá zlepšující se tendenci. Zdá se, že vodné roky už jsou minulostí a zásoba vody v podzemních vodách konstantně klesá. Ačkoli jsme více méně teprve na počátku této dlouhé cesty, je třeba tomuto tématu začít věnovat vzrůstající pozornost a postupovat jednotlivými kroky k potřebnému cíli, kdy bude s dešťovou vodou šetrně a účelně nakládáno a bude využíváno všech možných způsobů pro její opětovné využití.

Jelikož lze předpokládat, že finanční náklady nutné pro výstavbu vsakovacích systémů budou v průběhu následujících let narůstat v závislosti na rostoucích cenách materiálů a práce, měla by být brzká realizace prioritním cílem pro společnosti jako je Makro. Dalším faktorem, který motivuje k řešení dané problematiky v co nejkratším časovém intervalu, je zpoplatnění odvodu srážkové vody pro Makro a obdobné obchodní domy s velkými parkovacími plochami. Avšak problémem zůstává, že návrh nového systému hospodaření se srážkovou vodou je často obtížný v místech, kde odvodnění již dlouhodobě probíhá jiným způsobem, protože předchozí řešení s touto potřebou nepočítalo. Častým problémem se stává nedostatek prostoru na realizaci vsakovacích objektů, ať už povrchového nebo podzemního vsakování, například kvůli umístění inženýrských sítí.

Ačkoli se může zdát, že vytváření jednotlivých systémů pro účelné hospodaření s dešťovou vodou jsou pouze drobná opatření, která nemají valný význam, je nutné brát v potaz zvětšující se aktuálnost dané problematiky a že jednotlivé části vedou k dosažení fungujícího celku. Zároveň, pokud by bylo dosaženo změny smýšlení lidí k tomuto problému a navrhování účelných systémů, by bylo aplikováno nejen pro nové stavby, ale i pro revitalizace stávajících problémových oblastí, může být díky těmto drobným změnám v konečném důsledku dosaženo velkého významu. Snahou této diplomové práce

bylo poukázat, že ačkoliv může být realizace změny hospodaření s dešťovou vodou omezující a značně finančně nákladná, je úkolem každého, aby se snažil jistým způsobem realizovat opatření k zadržování vody na svém pozemku a zlepšoval tak prostředí pro sebe i své okolí.

Seznam literatury

1. **HYDROPROJEKT CZ a.s.** ČSN 75 9010 (75 9010) *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. ICS 13.060.10.
2. **Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.** ČSN 73 6056 - *Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. ISC 93.080.
3. **Sweco Hydroprojekt, a.s.** TNV 75 9011 (75 9011) *Hospodaření se srážkovými vodami*. místo neznámé : Ministerstvo zemědělství, 2013.
4. **Odbor státní správy ve vodním hospodářství a správy povodí MZe, Odbor ochrany vod MŽp.** eAgri. *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2018*. [Online] 2019. http://www.akcr.cz/data_ak/19/v/Modra_zprava_2018.pdf. ISBN 978-80-7434-523-4.
5. **Hruška, Martin, a další.** eAgri. *Situační a výhledová zpráva půda*. [Online] 2018. http://eagri.cz/public/web/file/611976/SVZ_Puda_11_2018.pdf. ISBN 978-80-7434-476-3.
6. **Pražské vodovody a kanalizace.** Spotřeba vody. *Pražské vodovody a kanalizace*. [Online] <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>.
7. **Vlasák, Oldřich.** Diskuze k zpoplatnění odvádění srážkových vod do veřejné kanalizace. *Průmyslová ekologie.cz*. [Online] SOVAK ČR, 16. červen 2017. <https://www.prumyslovaekologie.cz/transfer.asp?aspxerrorpath=/Dokument/102402/diskuze-k-zpoplatneni-odvadeni-srazkovych-vod-do-verejne-kanalizace.aspx>.
8. **Kopačková, Dagmar.** Platba za srážkové vody. *tzb info*. [Online] Topinfo s.r.o., 12. září 2005. <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/2713-platba-za-srazkove-vody>. ISSN 1801-4399.
9. **ČESKO.** Vyhláška 504/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území. *Zákony pro lidi*. [Online] 10. listopad 2006. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-501>.
10. **ČESKO.** Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. *Zákony pro lidi*. [Online] 12. srpen 2009. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>.
11. **ČESKO.** Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). *Zákony pro lidi*. [Online] 28. čerevn 2001. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>.

12. **ČESKO.** Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). *Zákony pro lidi*. [Online] 10. červenec 2001. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>.
13. **Hlavní město Praha.** Pražské stavební předpisy (nařízení č.10/2016 Sb. Hl. m. Prahy). *Praha.eu*. [Online] 27. květen 2016. http://www.praha.eu/public/e3/f8/f9/2567000_839045_narizeni_10_2016_stavebni_predpisy.pdf.
14. **Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.** ČSN 73 6110 (736110) - *Projektování místních komunikací*. Praha : Český normalizační institut, 2006. ICS 93.080.10.
15. **Stavební fakulta ČVUT v Praze.** ČSN 73 6114 - *Vozovky pozemních komunikací (Základní ustanovení pro navrhování)*. Praha : Český normalizační institut, 1995.
16. **Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.** ČSN 73 6133 - *Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací*. místo neznámé : Český normalizační institut, 2010. ICS 93.080.10; 93.080.01.
17. **ČESKO.** Vyhláška č.398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. *Zákony pro lidi*. [Online] 5. listopad 2009. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-398>.
18. **Vysoké učení technické v Brně; České vysoké učení technické; Stavby silnic a železnic a.s.; ODS – Dopravní stavby Ostrava, a.s.; Technická a redakční rada.** *Technické podmínky 170 - Navrhování vozovek pozemních komunikací*. místo neznámé : Ministerstvo dopravy České republiky, 2004.
19. **Horký, Filip a Dvořák, Dalibor.** *Technické podmínky 83 - odvodnění pozemních komunikací*. Praha : Ministerstvo dopravy - Odbor infrastruktury, 2008.
20. **Arnika.** Význam stromů pro město. *Arnika*. [Online] <https://arnika.org/stromy-a-zelen>.
21. **Desatero úspěšné výsadby v obcích.** *Větvení z.s.* [Online] 22. srpen 2013. <https://www.vetveni.cz/2013/08/22/desatero-uspesne-vysadby-v-obcich/>.
22. **Liapor.** Extenzivní a intenzivní ozelenění střech. *Liapor*. [Online] <https://www.liapor.cz/produkty/kamenivo/liadrain/aplikace/ozeleneni-strech>.
23. **Makro.** Makro Cash & Carry ČR s.r.o. - základní údaje. *Makro*. [Online] 18. březen 2008. https://web.archive.org/web/20080523190240/http://www.makro.cz/index.php?page_id=106&s=131.

24. **IPR Praha; ČÚŽK.** Mapy online. *Geoportal Praha*. [Online] 2019. <http://www.geoportalpraha.cz/cs/mapy-online>.
25. **Kovanda, Jiří.** Neživá příroda Prahy a jejího okolí. *monet*. [Online] 2001. <http://www.monet.cz/atlas/>. ISBN 80-200-0835-7.
26. **4G consite s.r.o.** *Závěrečná zpráva Praha 5 - Makro retenční nádrže, Inženýrskogeologický průzkum*. Praha : autor neznámý, 2018.
27. **Trupl, Josef.** *Intensita krátkodobých dešťů v povodích Labe, Odry a Moravy*. Praha : Výzkumný ústav vodohospodářský, 1958.
28. **Pražské vodovody a kanalizace.** Cena vodného a stočného. *Pražské vodovody a kanalizace*. [Online] 21. listopad 2018. <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/>.
29. **Třešňák, David, Tuček, Roman a Charouzek, Josef ml.** Vyhodnocení vlivů návrhu změny č.1 územního plánu Čestlic na životní prostředí. *Průhonice - oficiální webové stránky obce*. [Online] srpen 2014. https://www.pruhonice-obec.cz/assets/File.ashx?id_org=13396&id_dokumenty=78512.
30. **Vejr, Martin.** CP Čestlice. *Informační systém EIA*. [Online] červen 2014. https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX1NUQzE4MDBfb3puYW11bmlET0NfNTAxODcxNTE0MjMzODIxODUwMy5wZGY/STC1800_oznameni.pdf.
31. **Technické služby Průhonice s.r.o.** Cenové podmínky pro rok 2019. *Průhonice - oficiální webové stránky obce*. [Online] 7. leden 2019. https://www.pruhonice-obec.cz/assets/File.ashx?id_org=13396&id_dokumenty=79906.
32. **Lindab s.r.o.** Ocelové nadzemní parkoviště Lucembursko. *Lindab*. [Online] <http://www.lindab.com/cz/pro/cases/pages/parking.aspx>.
33. **Eco Aqua Solution s.r.o.** Vsakovací systémy - vsakovací bloky, vsakovací tunely a jímky. *Eco Aqua shop*. [Online] <http://www.eco-aqua-shop.cz/vsakovaci-systemy-bloky-tunely-jimky-pro-vsakovani-ploch>.
34. **Crhová, Lenka.** Mimořádně teplý rok 2018. *Informační stránky Českého hydrometeorologického ústavu*. [Online] 2. leden 2019. <http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1546437271>.
35. **GEOTest, a.s.; Sweco Hydroprojekt a.s.** Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR. *Povodňový informační systém*. [Online] září 2015. http://www.povis.cz/mzp/132/vsak_destovych_vod.pdf.

36. Exkurze do Rakouska za příklady dobré praxe hospodaření s dešťovou vodou a za zelenou infrastrukturou. *Moravská Třebová, oficiální stránky města.* [Online] Říjen 2017. <http://www.moravskatrebova.cz/filemanager/files/357238.pdf>.

37. Parking lots with permeable ground stabilization. *Ecoraster.* [Online] <https://www.ecoraster.com/en/applications/parking-lots/>.

38. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v.v.i.; Oddělení společenského rozměru globální změny. Příklady možných adaptačních řešení a pilotní oblast Praha 6. *Portál životního prostředí hl. m. Prahy.* [Online] prosinec 2017. http://portalzp.praha.eu/file/2634764/Priklady_moznych_adaptacnich_reseni_a_pilotni_oblast_Praha_6.pdf.

39. Výsadba městské zeleně a její úskalí. *Arnika.* [Online] 21. listopad 2011. http://arnika.org/soubory/dokumenty/stromy/seminare/2008/10HamernikBorysek2008Usk_alivysadby.pdf.

40. Wavin Ekoplastic. Jak změnit přístup k dešťové vodě ve městě. *Wavin.* [Online] 14. leden 2019. <https://www.wavin.com/cs-cz/Novinky/Novinky/Jak-zmenit-pristup-k-destove-vode-ve-meste>.

41. Ing. David Stránský, Ph.D. Přírodně blízké hospodaření se srážkovými vodami na stavebním pozemku a jeho důsledky pro územní plánování. *Doc Player.* [Online] 2013. <http://docplayer.cz/9092901-Prirodne-blizke-hospodareni-se-srazkovymi-vodami-na-stavebnim-pozemku-a-jeho-dusledky-pro-uzemni-planovani.html>.

42. Samek, Ondřej. Motivace k hospodaření s dešťovou vodou. *tzb info.* [Online] GLYNWED s.r.o., 28. květen 2013. <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>.

43. Trnka, Miroslav, a další. Metodika pro praxi - Využití předpovědi půdní vlhkosti a intenzity sucha pro lepší rozhodování v rostlinné výrobě. *Intersucho.* [Online] 2017. https://www.intersucho.cz/userfiles/file/Metodika_predpoved%20sucha%20a%20pudni%20vlhkosti_FINAL.pdf. 978-80-87902-23-3.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Obnovitelné vodní zdroje v letech 2013-2018 (4).....	12
Tabulka 2: Výpočet ročního množství odváděných srážkových vod (8).....	15
Tabulka 3: Stanovení procentuálního počtu vázaných a návštěvnických stání pro daný účel užívání na základě m^2 (13)	22
Tabulka 4: Rozměry parkovacích stání pro osobní a lehká užitková vozidla při kolmém a šikmém řazení a šířka přilehlého jízdního pruhu/pásu (2).....	25
Tabulka 5: Orientační klasifikace znečištění srážkových vod z hlediska zatížení nerozpuštěnými látkami, těžkými kovy a uhlovlíky (3)	29
Tabulka 6: Typické znečišťující látky na pozemních komunikacích a očekávaná míra znečištění srážkových vod (19).....	29
Tabulka 7: Doporučené způsoby vsakování dešťových vod z různých typů ploch s ohledem na jejich znečištění (3).....	31
Tabulka 8: Velikost potřebné plochy pro rozvoj kořenového systému (39).....	37
Tabulka 9: Srovnání počtu parkovacích stání u Makro Stodůlky.....	45
Tabulka 10: Součinitel odtoku srážkových povrchových vod (1)	46
Tabulka 11: Úhrny srážek dle dané periodicity a doby trvání pro stanici Praha – Hostivař (27).....	47
Tabulka 12: Výpočet redukovaných ploch dle jednotlivých materiálů	48
Tabulka 13: Výpočet objemů V_{vz} a dob prázdnění T_c pro finální návrhové řešení.....	49
Tabulka 14: Srovnání hodnot jednotlivých návrhových řešení	50
Tabulka 15: Stanovení orientačních investičních nákladů pro finální řešení	53
Tabulka 16: Odhad ceny, kterou Makro Stodůlky platí za odvádění srážkových vod	54
Tabulka 17: Srovnání počtu parkovacích stání u Makro Průhonice.....	57
Tabulka 18: Výpočet redukovaných ploch dle jednotlivých materiálů	58
Tabulka 19: Výpočet objemů V_{vz} a dob prázdnění T_c pro finální návrhové řešení.....	59
Tabulka 20: Srovnání hodnot jednotlivých návrhových řešení	60
Tabulka 21: Stanovení orientačních investičních nákladů pro finální řešení	62
Tabulka 22: Odhad ceny, kterou Makro Průhonice platí za odvádění srážkových vod ..	63
Tabulka 23: Ocelové nadzemní parkoviště (Lucembursko) (32)	64
Tabulka 24: Řez parkovacím stáním s retenčním prostorem.....	65
Tabulka 25: Vsakovací bloky svody ze střechy a parkovacího stání (33).....	65

Seznam obrázků

Obrázek 1:Průměrné roční teploty na území ČR v letech 1961-2018 s proložením lineární přímkou (34)	11
Obrázek 2: Nejvyšší zasažení ČR zemědělských suchem k 25. 6. 2017 (43)	12
Obrázek 3:Rozdíl v odtoku mezi přirozeným a urbanizovaným povodím (41)	12
Obrázek 4:Postupné rozšiřování cílů hospodaření s dešťovou vodou ve městech (40) .	14
Obrázek 5: Pitná voda nahraditelná vodou dešťovou (42)	14
Obrázek 6: Vývoj rozměrů osobních automobilů na normovém kolmém parkovacím stání (vpravo Škoda Favorit, která byla vyráběna v době vypracování normy a dnešní automobily).....	23
Obrázek 7: Parkovací stání s kolmým a šikmým řazením vozidel (2)	24
Obrázek 8: Prostorové uspořádání parkovacích stání s kolmým řazením pro vozidla přepravující osoby pohybově postižené (2)	24
Obrázek 9: Letecký snímek parkovací plochy Makro Průhonice, kde je znázorněna zóna A blíže ke vchodu do obchodního domu viditelně využívanější než zóna B, která je vzdálenější (24).....	26
Obrázek 10:Vsakovací průleh s povrchovým přívodem vody (3).....	32
Obrázek 11:Vsakovací průleh-rýha (3).....	33
Obrázek 12: Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem (3).....	33
Obrázek 13:Vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem a regulovaným odtokem (3).	34
Obrázek 14:Podzemní prostor vyplněný štěrkem (1)	35
Obrázek 15:Vsakovací šachta (1)	36
Obrázek 16:Příklad propustných povrchů – mezerovitý pórobeton (38)	39
Obrázek 17: Odvodnění propustně zpevněného parkoviště přerušovaným obrubníkem na trávník (Německo, Mnichov-Riem) (35)	39
Obrázek 18: Vsakovací průleh k odvodnění parkoviště (36)	40
Obrázek 19: Parkovací plochy Německo – kombinace vsakovací dlažba a travnatých pásů (37).....	40
Obrázek 20: Vsakovací průleh v kombinaci c řešením odvodnění zpevněné plochy mezer mezi obrubníky (kampus Masarykovy univerzity v Brně) (35)	40
Obrázek 21:Logo Makro (23)	41
Obrázek 22:Letecký snímek – Makro Stodůlky (24).....	42

Obrázek 23: Výpočet počtu stání Marko Stodůlky dle ČSN 73 6110	44
Obrázek 24: Letecký snímek – Makro Průhonice (24)	55
Obrázek 25: Výpočet počtu stání Marko Průhonice dle ČSN 73 6110	57

Seznam grafů

Graf 1: Úbytek zemědělské plochy v ha v letech 1999-2017 (5)	13
--	----

Seznam příloh

Makro Stodůlky

- 1.1. Situační výkres širších vztahů
- 1.2. Katastrální situační výkres
- 1.3. Koordinační situace stavby – 1.část
- 1.4. Koordinační situace stavby – 2.část
- 1.5. Vzorové příčné řezy
 - výřez situace pro výpočet č.1
 - výřez situace pro výpočet č.2

Makro Průhonice

- 2.1. Situační výkres širších vztahů
- 2.2. Katastrální situační výkres
- 2.3. Koordinační situace – 1.část (výpočet č.2)
- 2.4. Koordinační situace – 2.část (výpočet č.2)
- 2.5. Koordinační situace – 3.část
- 2.6. Vzorové příčné řezy
 - výřez situace pro výpočet č.1