

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

A

ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Hospodaření s dešťovými vodami při odvodňování
místních komunikací**

Vedoucí práce: Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Diplomant: Bc. David Lambert

© 2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Lambert

Regionální environmentální správa

Název práce

Hospodaření s dešťovými vodami při odvodňování místních komunikací

Název anglicky

Rainwater management in the drainage of local roads

Cíle práce

Diplomová práce je zaměřena na hospodaření s dešťovou vodou při výstavbě místních komunikací. V problematice technického řešení nakládání s dešťovými vodami v urbanizovaném území je zřejmá nutnost komplexního přístupu, jelikož se zde prolínají prvky mnoha technických disciplín.

Cílem práce je navržení konkrétního řešení odvodnění a zasakování srážkových vod ve vybrané lokalitě v Městci Králové.

Metodika

- literární rešerše k tématu HDV
- přehled platné legislativy
- návrh hospodaření s dešťovými vodami na modelovém území
- zhodnocení zjištěných informací
- shrnutí

Doporučený rozsah práce

Dle metodických pokynů

Klíčová slova

hospodaření s dešťovou vodou; urbanizované území; zasakování; místní komunikace

Doporučené zdroje informací

Butler D., Davies J. W., 2004: Urban drainage. 2nd. London: Spon Press. 543 p.

Krejčí, V., 2002: Odvodnění urbanizovaných území – koncepční přístup. Brno: Noel 2000. 560 s.

TNV 75 9011, 2013: Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt, 69 s.

Vítek, J., Stránský, D., Kabelková, I., Bareš, V., Vítek, R., 2015: Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 128 s.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 4. 3. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 3. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2024

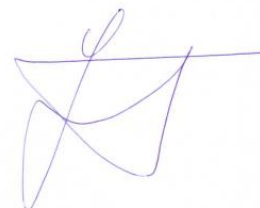
Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma: "Hospodaření s dešťovými vodami při odvodňování místních komunikací" vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právním autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

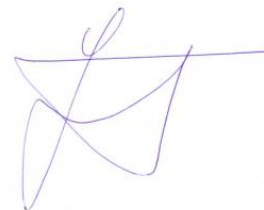
Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti GDPR.



V Praze dne 27. 3. 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Petře Sychové, Ph.D., za rady a veškeré připomínky v průběhu zpracování této práce.



V Praze dne 27. 3. 2024

Hospodaření s dešťovými vodami při odvodňování místních komunikací

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá řešením zasakování dešťových vod z místních komunikací. Zasakování srážkových vod je důležitým nástrojem k řešení zadržování vody v krajině a k doplňování zásob podzemních vod a také k obnově přirozeného vodního cyklu. S přeměnou přirozených povrchů na povrchy zpevněné se zasakování srážkových vod řeší různými způsoby podle prostorových podmínek, geologických poměrů a také míry znečištění dešťových vod. Pro neznečištěné srážkové vody lze v příznivých geologických podmínkách využít podzemní vsakovací objekty, v husté zástavbě však může být tento způsob problematický právě z důvodu blízkosti staveb a podzemní infrastruktury.

Předmětem diplomové práce je návrh odvodnění a způsob zasakování srážkových vod ze zpevněných ploch v lokalitě Za Školou v Městci Králové. Místní komunikace bude zhotovena z asfaltobetonu. Chodníky a vjezdy budou provedeny ze zámkové dlažby. Dešťová voda ze zpevněných ploch bude odváděna podélným a příčným sklonem do průlehy. Pod průlehy bude provedena zasakovací rýha, která bude obalena geotextílií a vyplněna voštinovými bloky.

Při návrhu vsakovacích objektů je třeba myslet na udržitelnost a ochranu životního prostředí a při výběru materiálů se zaměřit na druhotně využitelné suroviny nejlépe z místních nebo blízkých zdrojů.

Klíčová slova: hospodaření s dešťovou vodou; urbanizované území; zasakování;
místní komunikace

Rainwater management in the drainage of local roads

Abstract

This master's thesis deals with solving the issue of rainwater infiltration from local roads. Infiltration of precipitation is an important tool for water retention in the landscape and replenishing groundwater reserves, as well as restoring the natural water cycle.

With the transformation of natural surfaces into paved surfaces, the infiltration of rainwater is addressed in various ways depending on spatial conditions, geological conditions, and the degree of rainwater pollution. For unpolluted rainwater, underground infiltration facilities can be utilized in favorable geological conditions, but in dense urban areas, this method may be problematic due to the proximity of buildings and underground infrastructure.

The subject of the thesis is the design of drainage and rainwater infiltration methods from paved surfaces in the location "Za Školou" in Městec Králové. Local roads will be made of asphalt concrete, while sidewalks and driveways will be constructed from cobblestone paving. Rainwater from paved surfaces will be directed into longitudinal and transverse trenches. Beneath the trenches, an infiltration channel will be constructed, lined with geotextile and filled with gravel blocks.

When designing infiltration facilities, sustainability and environmental protection must be considered, and materials should be chosen with a focus on reusable resources, preferably from local or nearby sources.

Keywords: rainwater management; urbanized area; infiltration;

local roads

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce	2
3. Rešerše.....	3
3.1. Místní komunikace.....	3
3.1.1 Odstavné a parkovací plochy	4
3.1.2 Obytné zóny	5
3.1.3 Rozdělení krytů komunikací dle materiálů	6
3.2. Srážkoodtokové procesy	9
3.2.1. Srážky	9
3.2.2. Srážkové poměry v ČR	9
3.2.3. Vsakování srážkové vody a koncentrace odtoku	10
3.2.4. Výpar	11
3.2.5. Retence.....	11
3.2.6. Infiltrace	11
3.2.7. Vodní eroze.....	12
3.2.8. Znečištění srážkových vod.....	12
3.2.9. Modro-zelená infrastruktura	13
3.3. Vodní cyklus a změna klimatu	13
3.4. Odvodňovací zařízení dopravních staveb	14
3.4.1. Rigoly.....	15
3.4.2. Příkopy.....	15
3.4.3. Otevřené žlaby, odvodňovací žlábký a štěrbinové žlaby	16
3.4.4. Skluzy, kaskády, stupně, prahy a vývary	16
3.4.5. Uliční vpusti a horské vpusti	16
3.4.6. Vsakovací jámy a vsakovací prostory	16
3.4.7. Odvodňovací potrubí, kryté žlaby a stoky	16
3.4.8. Drenáže	17
3.4.9. Technické parametry.....	17
3.5. Objekty pro hospodaření s dešťovou vodou	18
3.5.1. Zařízení pro vsakování srážkových vod	18
3.5.2. Povrchová vsakovací zařízení.....	19
3.5.2.1. Plošné vsakování	19
3.5.2.2. Vsakovací průleh	20
3.5.2.3. Vsakovací nádrž	21
3.5.3. Podzemní vsakovací zařízení.....	21
3.5.3.1. Vsakovací průleh s rýhou	21

3.5.3.2.	Vsakovací rýha s povrchovým plošným přítokem	22
3.5.3.3.	Vsakovací rýha s podpovrchovým přítokem	22
3.6.	Využití srážkových vod v ČR a zahraničí	23
4.	Legislativa	24
4.1.	Právní rámec HDV	24
4.2.	Plán hlavních povodí České republiky	24
4.3.	Politika územního rozvoje	25
4.4.	Zákony a vyhlášky	25
4.5.	Normy a technologické postupy	26
5.	Metodika	28
5.1.	Odvodňovaná plocha	29
5.2.	Vsakovací plocha	30
5.3.	Retenční objem vsakovacího zařízení	31
5.4.	Doba prázdnění vsakovacího zařízení	32
6.	Popis území	33
7.	Výsledky	34
7.1.	Výpočet odvodňované plocha	34
7.2.	Výpočet vsakovací plochy	34
7.3.	Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení	35
7.4.	Výpočet doby prázdnění vsakovacího zařízení	37
7.5.	Návrh zasakovacího zařízení	38
8.	Diskuse	40
9.	Závěr	43
10.	Seznam použitých zdrojů	44

1. Úvod

Infiltrace dešťové vody je proces, kdy se voda vsakuje do půdy a dále se dostává horninovým prostředím do podzemních kolektorů, nebo se uvolňuje do prostředí a tím zlepšuje mikroklima v místě dopadu. V této souvislosti má tento proces významný vliv na předcházení povodní a sucha.

S rostoucím počtem populace je spojeno zastavování doposud nezastavěných území. To způsobuje, že v hustě osídlených místech dešťová voda odtéká povrchově místo toho, aby zůstala v místě dopadu.

V současnosti je snaha srážkovou vodu zasakovat s místě spadnutí srážky a zamezit tím poklesu hladiny podzemních vod.

Různorodost podnebí ČR má vliv na úhrny a výskyt srážek. Mírné zimy, které jsou doprovázené minimálními sněhovými srážkami spolu se suchými a horkými léty negativně ovlivňují množství podzemních i povrchových vod. Vzhledem k této situaci je důležité, aby se celá veřejnost přizpůsobila současným podmínkám a podpořila přirozený koloběh vody tím, že bude snaha srážkovou vodu zadržovat v místě dopadu.

2. Cíl práce

Diplomová práce je zaměřena na řešení hospodaření s dešťovými vodami při odvodňování místních komunikací. Odvedení srážkových vod z povrchu místních komunikací je vnímána zejména ve smyslu podpory zadržetí vody v krajině.

Cílem této práce je na základě literární rešerše vyhodnotit využitelnost různých způsobů zasakování srážkových vod. Vhodný návrh opatření umožní alternativní nakládání se srážkovou vodou v místě jejího dopadu.

Konkrétním cílem je výpočet a návrh zasakovacích objektů při odvodnění místních komunikací v lokalitě Za Školou v Městci Králové.

3. Rešerše

3.1. Místní komunikace

Prostory místních komunikací jsou nejdůležitější veřejné prostory v obcích a městech všech velikostí. Ve velké míře dávají obci její jedinečnost a prožitek daného okolního prostředí. Tyto prostory neslouží jenom dopravě, ale poskytují také rámec rozmanitým jiným projevům života, což se projevuje nejrůznějšími požadavky a funkcemi. Tvorba prostoru místní komunikace má proto prvořadý význam při řešení problematiky zastavěného prostředí a navrhování komunikací uvnitř zastavěného území je těsně spojeno s urbanismem a architekturou v utváření tohoto prostoru (ČSN 73 6110, 2006).

Pozemní komunikace (PK) jsou rozdělovány do 4 kategorií: dálnice, silnice, místní komunikace (MK) a účelové komunikace.

„Místní komunikace je veřejně přístupná pozemní komunikace“ sloužící především k přesunu osob a zboží pomocí dopravních prostředků na území obce, která je většinou jejím vlastníkem. Dle zákona 13/1997 Sb. o pozemních komunikacích se MK rozdělují podle dopravního významu, určení a stavebně technického vybavení do těchto tříd:

- a) místní komunikace I. třídy,
- b) místní komunikace II. třídy, kterou je dopravně významná sběrná komunikace s omezením přímého připojení sousedních nemovitostí,
- c) místní komunikace III. třídy, kterou je obslužná komunikace,
- d) místní komunikace IV. třídy, kterou je komunikace nepřístupná provozu silničních motorových vozidel nebo na které je umožněn smíšený provoz.

Podle své urbanisticko-dopravní funkce se dle ČSN 73 6110 místní komunikace dělí na čtyři funkční skupiny:

A – rychlostní, s funkcí dopravní

B – sběrné, s funkcí dopravně-obslužnou

C – obslužné, s funkcí obslužnou

D – komunikace se smíšeným provozem a komunikace s vyloučením motorového provozu

D1 – komunikace se smíšeným provozem

D2 – komunikace nepřístupné provozu silničních motorových vozidel

Prostor místní komunikace se skládá z hlavního dopravního prostoru a přidruženého prostoru, který slouží především k dopravě chodců a cyklistů a zahrnuje se do něj i zeleň. Z důvodu bezpečnosti jsou navrhována opatření vedoucí k dodržování dovolené rychlosti, např. zmenšení šířky jízdního pruhu a prvky zklidňující dopravu. MK musí splňovat následující rozměry: šířka prostoru MK min. 3,5 m, šířka mezi obrubami min. 3,0 m, šířka jednopruhového jízdního pásu zpevněné části komunikace min. 2,5 m. Hodnoty maximálního podélného sklonu se liší pro každou funkční skupinu MK. Minimální podélný sklon je shodný pro všechny funkční skupiny a je roven 0,5 %. Příčný sklon MK je stanoven na 2,5 %. Pro odvodnění se na směrově rozdělených komunikacích používá jednostranný příčný sklon pro každý jízdní pás, zatímco na směrově nerozdělených komunikacích je prováděn i sklon střežovitý (ČSN 73 6110, 2006).

3.1.1 Odstavné a parkovací plochy

Parkovací a odstavné plochy jsou plochy určené ke krátkodobému i k dlouhodobému stání vozidel. Dle ČSN 73 6056 se umísťují mimo jízdní pruhy PK:

- a) na parkovací pruhy podél jízdního pásu (podélné stání),
- b) na parkovací pásy podél jízdního pásu (kolmé, šikmé stání),
- c) na středním dělicím pásu směrově rozdělené pozemní komunikace,
- d) na samostatném parkovišti s podélným, šikmým nebo kolmým řazením parkovacích stání,
- e) v jednotlivé, řadové nebo hromadné garáži.

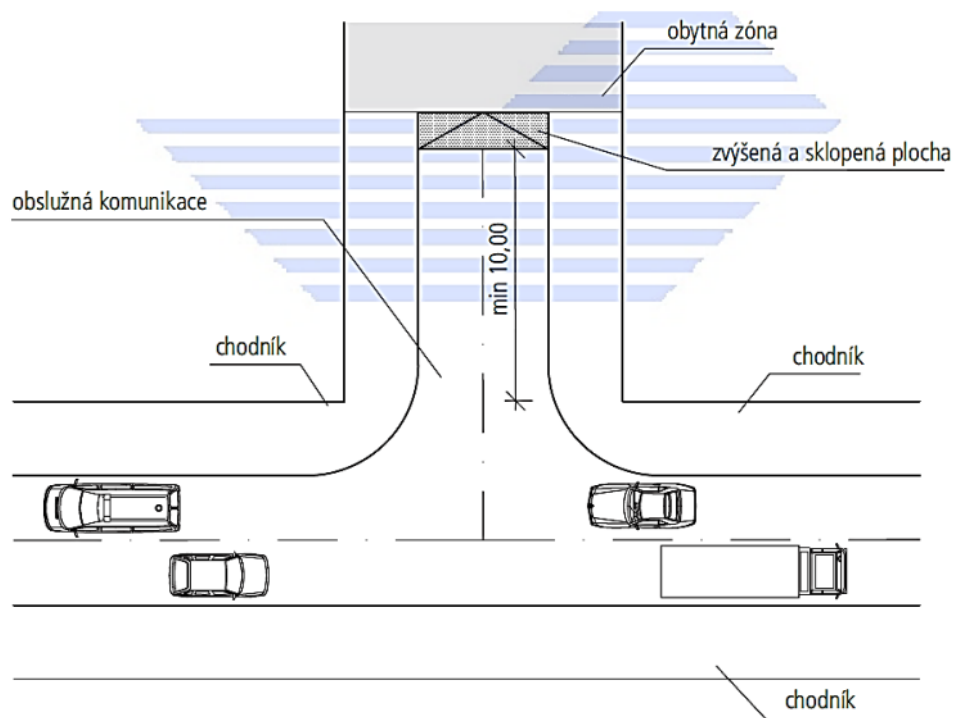
Parkovací stání je až na výjimky zakázáno z důvodu bezpečnosti navrhovat na křižovatky a jejich rozhledová pole, minimálně 5 m od hranice křižovatky a na přechodech pro chodce a v jejich blízkosti. Maximální příčný sklon parkovacích stání je stanoven na 5 %, v případě parkovacího pásu podél jízdního pruhu až na 9 %. Podélný sklon stání smí činit maximálně 3 %, v případě parkovacího stání v parkovacích pruzích maximálně 6 %. Rozměry parkovacích stání závisí na vnějších rozměrech směrodatných vozidel, bezpečnostních odstupech včetně odstupů vozidla od pevné překážky a mezi vozidly, na způsobu parkování a na prostoru pro nástup, výstup osob a manipulaci s přepravovanými předměty, přičemž k umožnění otevření zavazadlového prostoru je vyhrazen prostor minimálně 2,4 m nad parkovacím stáním. Dále je nutno zajistit odvodnění parkovacích stání, v případě stání podél jízdního pásu je doporučeno zahrnout i vegetační úpravy (ČSN 73 6056, 2011).

Pro osoby s omezenou schopností pohybu se délka parkovacího stání prodlužuje na 7 m a šířka se zvětšuje na 3,5 m včetně 1,2 m široké manipulační plochy (Vyhláška č. 398/2009 Sb.).

3.1.2 Obytné zóny

Obytné zóny jsou tvořeny MK funkční podskupiny D1. Skládají se z dopravního prostoru o minimální šířce 3,5 m a pobytového prostoru. Zpravidla je obytná zóna napojena na MK funkční skupiny C. Pokud by byl předpokládán na napojované MK zvýšený provoz, je doporučeno vjezd do obytné zóny odsadit 10 m od hranice křižovatky (Obr. 1).

Obytná zóna nesmí být napojena na MK funkční skupiny A a B. Vzdálenost vjezdu smí být maximálně 300 m od nejbližšího místa obytné zóny [9]. Vjezd do obytné zóny musí být opatřen příslušným dopravním značením, veřejným osvětlením a varovným a signálním pásem pro osoby s omezenou schopností orientace. Je řešen vhodným umístěním prvku zklidňujícího dopravu, např. vjezdem přes snížený průběžný obrubník nebo vjezdem přes dlouhý zpomalovací práh (ČSN 73 6110, 2006; TP 103, 2008).



Obr. č. 1. Příklad uspořádání vjezdu do obytné zóny (TP 103, 2008)

V obytných zónách je povrch obvykle navrhován v jedné výškové úrovni, k odlišení jednotlivých funkčních ploch dochází opticky (barevně) či hmatově. Parkovací stání jsou navrhována pouze pro osobní vozidla. Vedle parkovacího stání musí být zajištěna průjezdná šířka minimálně 3 m. Minimální rozměry podélného parkovacího stání činí 2 x 5,5 m (ČSN 73 6110, 2006).

3.1.3 Rozdělení krytů komunikací dle materiálů

Komunikace se dle krytu vozovek a v závislosti na vlastnostech konstrukčních vrstev dělí na vozovky asfaltové, cementobetonové a dlážděné ze silničních dílců. Místní komunikace se převážně realizují s krytem z asfaltových vrstev. V obytných zónách se zachovávají vozovky s krytem z dlažebních prvků. Cementobetonové kryty se v rámci místních komunikací realizují jen zřídka (TP 170, 2004).

Asfaltové vrstvy jsou nejrozšířenějším typem vrstev, které se používají pro kryt vozovky. Výroba probíhá na obalovnách, kde se směs kameniva obaluje asfaltem za vysoké teploty. Asfaltová směs je tvořena z kostry vzájemně zaklíněných zrn kameniva, která je na povrchu obalena tenkou vrstvou asfaltu. Při výrobě těchto směsí se neříká, že se míchají, ale že se obalují, a proto se zařízení na výrobu těchto směsí nazývají obalovny. Po dopravení materiálu na stavbu se směsí pokládají finišery (obr. č. 2) a hutní se pomocí vibračních válců (Zajíček, 2021).



Obr. č. 2. Pokládka asfaltových vrstev v areálu firmy Weber (autor, 2021)

Cementobetonové vozovky jsou určeny pro velmi vysoké dopravní zatížení. Používají se zejména při stavbě dálnic, rychlostních komunikací a letištních drah. Vyrábějí se z betonu, který musí splňovat přísné požadavky na zpracovatelnost (obr. č. 3). Cementobetonové kryty musí být z důvodu teplotních změn opatřeny dilatačními spárami (Zajíček, 2021).



Obr. č. 3. Cementobetonový kryt u plnicí stanice LNG v Dobšicích D11 (autor, 2023)

Vozovky z dlažeb jsou z historického hlediska první masově rozšířené zpevněné vozovky. Jejich použití má dnes význam především estetický v historických oblastech. Vozovky z dílců se uplatňují při stavbě dočasných vozovek nebo zpevněných manipulačních ploch (Zajíček, 2021). V dnešní době převládá trend vozovek ze zámkových dlažeb a odstavných parkovacích ploch s dlážděným povrchem s drenážními spárami.

Propustné zpevněné plochy jsou často používány ke vsakování dešťových vod v zastavěném území. Jedná se o povrchy, které jsou tvořeny z komunikací a veřejných prostranství, ale umožňují pohyb automobilové dopravy i pěších a zároveň umožňují vsakování srážkových vod do podloží a tím podporovat hydrologickou obnovu (Sansalone, 2012). Povrch těchto systémů je tvořen především z různých druhů dlažby, propustný asfaltů či betonů (obr. č. 4).

V případě nových staveb, ale i rekonstrukcí, nahrazují propustné povrchy ve prospěch hospodaření s dešťovými vodami konvenční povrchy. Propustné povrchy z asfaltu a betonu se těm konvenčním do velké míry podobají, rozdíl je pouze v tom, že neobsahují jemný materiál, který zaplňuje mezery a umožní vodě protéci touto vrstvou (Hein, 2014).



Obr. č. 4. Pokládka propustné zámkové dlažby na parkovišti Borky v Kolíně (autor, 2023)

3.2. Srážkoodtokové procesy

Srážkoodtokové procesy představují komplexní systém interakcí mezi atmosférou, povrchem země a vodními tělesy, který ovlivňuje tok vody a transportuje různé látky v krajině. Tyto procesy mají významný dopad na hydrologický cyklus, ekosystémy, lidské aktivity a krajinu obecně. (Krejčí, 2002).

3.2.1. Srážky

Procesy vzniku atmosférických srážek vznikají kondenzací ve vzduchu obsažených par.

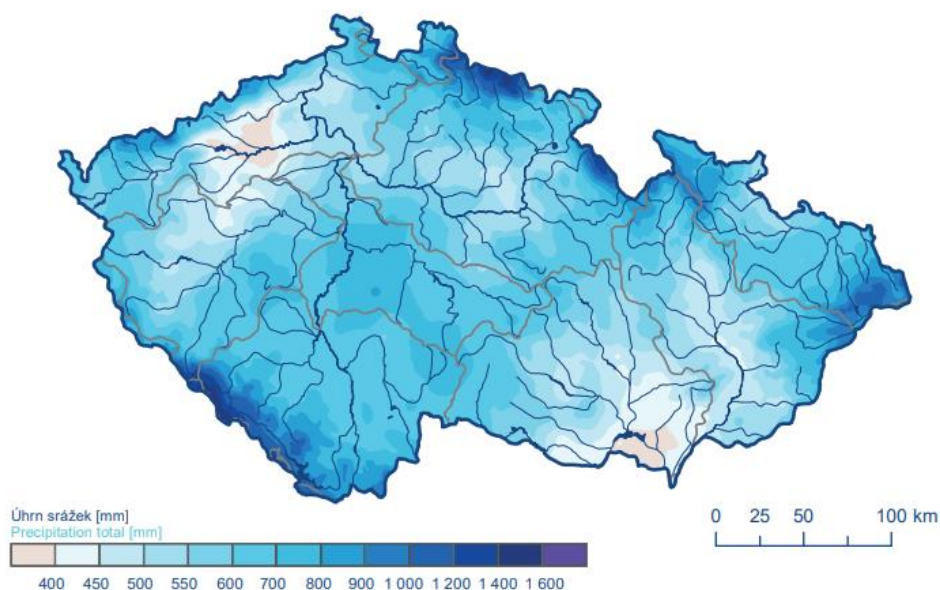
Srážky se dělí podle několika hledisek:

- dle skupenství na kapalně (déšť), tuhé (sníh) a smíšené (déšť se sněhem),
- dle původu na vertikální (déšť, sníh) a horizontální (rosa, námraza).

Množství srážek se vyjadřuje zpravidla jako srážková výška v mm, což je výška vrstvy vody, která se vytvořila z deště (případně roztopením pevných srážek) na dané ploše bez odtoku, výparu a vsaku (Synáčková, 2014).

3.2.2. Srážkové poměry v ČR

Srážkové úhrny jsou na území České republiky vzhledem k její velké vertikální členitosti velmi proměnlivé v čase a prostoru. Vliv nadmořské výšky na srážkové úhrny se projevuje jen u nejvyšších pohraničních pohoří. Významné jsou návětrné a závětrné efekty horských překážek (obr. č. 5). Roční srážkové úhrny kolísají na území ČR od 410 mm (v Žatecké pánvi, kde se projevuje závětrí Krušných hor) po více než 1700 mm v Jizerských horách. Na více než 60 % území potom roční úhrn srážek dosahuje 600-800 mm. Nejsušší oblasti České republiky jsou Kladenská tabule, Žatecká pánev, Řípská tabule, Drnholecká a Jaroslavická pahorkatina, kde jsou srážkové úhrny nižší než 500 mm. Výrazně nízké srážkové úhrny jsou v celé západní polovině Čech, kde spadne průměrně ročně méně než 550 mm. Směrem k východu srážkové úhrny rostou, na Českomoravské vrchovině jsou průměrné srážkové úhrny okolo 700 mm, v pohraničních horách pak mohou dosahovat i více než 1400 mm (Honsová, 2006).



Obr. č. 5. Úhrn srážek v roce 2022 (ČHMÚ, 2022)

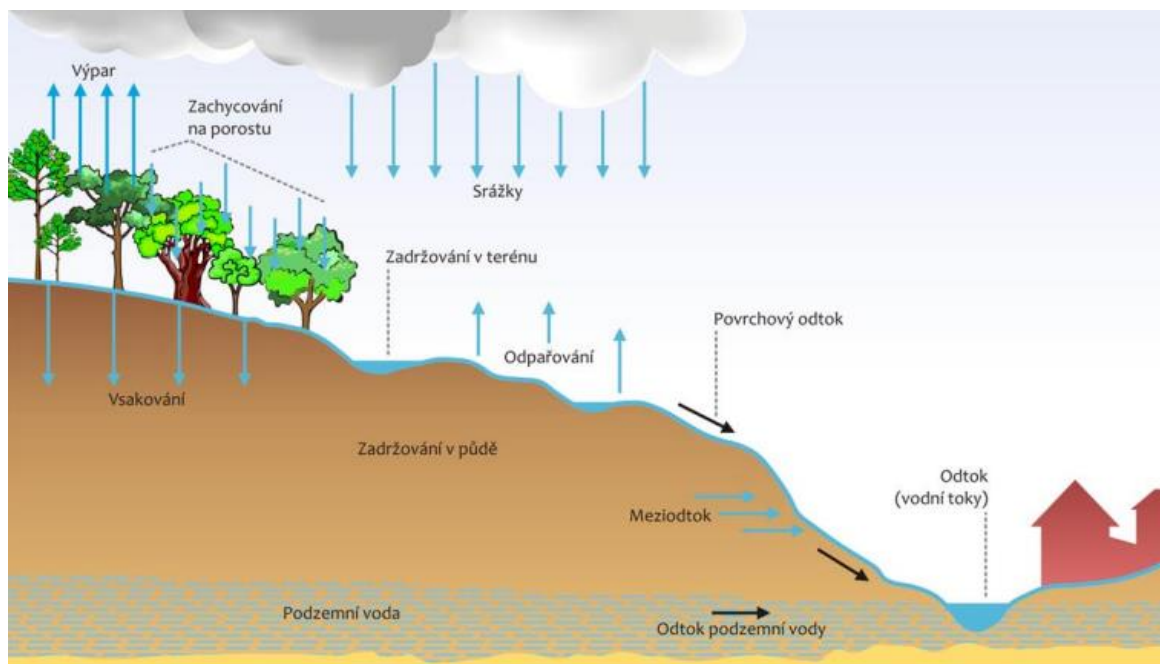
3.2.3. Vsakování srážkové vody a koncentrace odtoku

U přibývajících zpevněných ploch je nutno řešit otázku efektivního odvedení srážkových vod. V minulosti se srážkové vody zasakovaly přirozeně a doplňovaly tak deficit spodních vod. V současnosti je převážná část dešťové vody, která odteče ze zpevněných ploch, odváděna přes kanalizační sběrače do recipientu, čímž se odtok vody významně zrychluje. Tato voda se zpět do podzemních vod na našem území už nevrátí.

Ekologickým a vodohospodářským cílem je, aby srážkové vody zůstávaly v místě dopadu a včlenit je do přirozeného koloběhu. Proto je třeba, při zohlednění místních podmínek, sledovat v první řadě redukci povrchového odtoku a jeho lokální vsakování a teprve v druhé řadě se uchýlit k zavedení vod do stokové sítě (Hlavínek, 2000).

Velikost a průběh odtoku jsou ovlivněny hydrologickými srážkami (déšť, sníh), charakterem prostředí (klíma, ruční období), charakterem povrchu (zpevnění, vegetace, spád), charakterem podloží (propustnost, hladina podzemní vody) a parametry koryta (spád, drsnost) (Krejčí, 2002).

Při vydatných srážkách se voda shromažďuje na povrchu a odtéká spádem v praménkách a potocích (obr. č.6). Z pohledu od ústí řeky lze přesně určit, ze které oblasti do ní voda přitéká. Tuto oblast nazýváme povodím řeky. To je na okrajích ohraničeno tzv. rozvodími. Povodí větších řek zahrnuje také povodí všech jejích přítoků.



Obr. č. 6. Srážkový odtok v přirozeném povodí (Slavíková, 2007)

3.2.4. Výpar

Během dešťových srážek nemá výpar téměř žádný vliv na tvorbu povrchového odtoku, ale hraje významnou roli během dešťových přestávek a významně ovlivňuje podmínky v povodí na počátku příštího deště. Tyto okolnosti jsou významné při dlouhodobé kontinuální simulaci srážkoodtokových procesů. Nejčastější používané hodnoty ve středoevropských podmínkách se pohybují mezi 1–3 mm/den (Krejčí, 2002).

3.2.5. Retence

Každé urbanizované území způsobuje změnu charakteru přímého srážkového odtoku. Problém velkých urbanizovaných ploch se dá řešit retencí (akumulací objemu vody a jejím regulovaným vypouštěním do recipientu). Retenční nádrže zajišťují nejen ochranu před velkými vodami, ale zachycují i smyvy. Ochranná funkce je však převažující (Hlavínek, 2007).

3.2.6. Infiltrace

Infiltrace znamená vsakování vody do zemin a propustných hornin. Spolu s kondenzací vodních par v zeminách se podílí na vzniku podzemní vody. Infiltrace dešťové vody je nejdůležitějším procesem na propustných plochách po tvorbě srážkového odtoku. Na nepropustných urbanizovaných plochách není většinou nejdůležitější složkou srážkového odtoku (Krejčí, 2002).

3.2.7. Vodní eroze

Vodní eroze je definována jako komplexní proces, zahrnující rozrušování půdního povrchu, transport a sedimentaci uvolněných půdních částic, působením vody. Negativní působení vodní eroze spočívá v odnosu organických a minerálních částic půdy z erodovaných ploch a v jejich ukládání na jiných místech. Zvláště negativně lze hodnotit především škody na obecním a soukromém majetku, zanášení vodních toků a vodních nádrží, které je velmi často spojeno s přísunem nadměrného množství živin, pronikání zbytků agrochemikálií a rizikových látek do vodního prostředí. Přestože mechanismus působení větrné eroze je mírně odlišný než u eroze vodní, důsledky jsou velmi podobné (Novotný a kol., 2014).

3.2.8. Znečištění srážkových vod

Srážková voda obsahuje rozpuštěné i nerozpuštěné látky, různé plyny (kyslík, oxid uhličitý, oxidy dusíku a síry) a organismy, např. bakterie. K dalšímu znečištění dochází smyvem látek z povrchů, případně reakcí s nimi. Srážkové vody se dle rozdělují na:

- neznečištěné,
- znečištěné,
- znečištěné srážkové vody z extrémně znečištěných ploch.

Znečištění se na urbanizovaných plochách akumuluje během bezdeštného období. Během dešťové srážky jsou nečistoty smývány a odváděny srážkovou vodou. Srážkové vody jsou znečištěnými z důvodu oplachu znečištěných ploch (např. průmyslové areály). Znečištěné vody by měly být čištěny.

Neznečištěné dešťové vody odtékají z povrchů, které nejsou kontaminovány nebo jen minimálně. Těmito povrchy jsou pěší zóny, parky, střechy a pozemní komunikace s nízkou intenzitou. Mezi tyto povrchy lze zařadit i znečištěné, které se mohou po oplachu stát neznečištěnými. Neznečištěné vody nejsou vodami odpadními a doporučují se vsakovat nebo odvádět přímo do recipientu (Krejčí, 2002).

Na složení znečištění závisí volba způsobu předčištění srážkové vody, které probíhá pomocí fyzikálních, chemických a biologických procesů. Mezi fyzikální procesy patří např. zachycování hrubých nečistot česlemi, sedimentace pevných částic, filtrace vody a oddělení látek s rozdílnou hustotou v odlučovačích.

3.2.9. Modro-zelená infrastruktura

V urbanizovaném prostředí, zejména ve městech, roste potřeba transformovat změny týkající se hospodaření s vodou. Tyto změny by měly reagovat na neustále rostoucí urbanizaci, výkyvy počasí a na období sucha. Rostoucí urbanizace má za následek snižování propustnosti zeleně a posouvá městské prostředí dále od klasických přirozených procesů. Které souvisí s vodním cyklem v naší krajině. Bylo zjištěno, že více než 50 % naší světové populace žije převážně ve městech a očekává se nikoliv pokles, ale naopak růst. My, lidé, jsme součástí vodního koloběhu na Zemi, a právě toto nese riziko v přetížení kanalizačních sítí ve městech a zvýšení rizika povodní. Zasáhne to samozřejmě i dopravu, energetiku a celkovou městskou infrastrukturu (O'Donnell, 2020). Modro-zelená infrastruktura souvisí s přírodě blízkými opatřeními, která zajišťují udržování vodního koloběhu. Města se takto čím dál více adaptují v důsledku změny klimatu (Macháč, 2017). Například prostřednictvím aplikování zeleně a vsakovacích ploch ve městech se zajistí přirozené vsakování srážkových vod a zvýší se tak i výpar. Srážková voda najde spoustu smysluplných možností, jak ji opakovaně využívat. Další výhodou aplikování zeleně ve městech je určitě i ochrana člověka před horkými dny, jelikož nepropustné plochy jsou v horkých letních dnech rozpálené a od nich se následně ohřívá i vzduch. Zelené povrchy zvyšují vlhkost a zároveň tak plní i estetickou funkci. Modro-zelená infrastruktura patří právě do těch opatření, která přispívají k adaptaci na klimatické změny zejména v urbanizovaných oblastech. A v neposlední řadě snižuje riziko sucha a povodní (Vítek, 2018).

3.3. Vodní cyklus a změna klimatu

Snížená retenční schopnost krajiny má kromě vlivu na odtokové poměry a s tím spojené povodně ještě další negativní vliv, a to na klima. Zvýšený odtok srážkových vod způsobuje rychlejší vysychání krajiny a zvyšování teploty zemského povrchu a vzduchu. Tento jev bude zesilovat s tím, jak se bude měnit klima globální. Pokud nebude v krajině voda, která by díky evapotranspiraci snižovala teplotu vzduchu, teplota nadále poroste. Je známo, že nad přehřátým povrchem nedochází ke srážení vodních par, tak jak je tomu např. nad územím porostlým vegetací (Makarjeva a Gorškov, 2007).

Narůstající teplota a teplotní rozdíly s sebou přináší extrémní projevy počasí v podobě častějších povodní a delších období sucha. Povodně mají za následek vodní erozi, smyv půdy, která má vodu v krajině přirozeně zadržovat.

Problémy krajiny České republiky, zejména v oblastech s intenzivní zemědělskou činností a velkými sídly, jsou úzce propojené a dále se prohlubují. Zadržování dešťové vody v krajině přispěje k ochlazení povrchu, a tedy k obnově malého vodního cyklu. I přes výrazné odchylky a nepravidelnost mezi jednotlivými roky lze pozorovat trend nárůstu průměrné roční teploty o 0,3 °C za 10 let. V posledních dvou desetiletích se průměrná teplota zvýšila o 0,8 °C. Lze tedy konstatovat, že teplota vzduchu na našem území se skutečně zvyšuje, s čímž koresponduje i zvýšený výskyt tropických a letních dní v roce (MŽP, 2015).

3.4. Odvodňovací zařízení dopravních staveb

Odvodnění krytu vozovky se zajišťuje podélným a příčným sklonem komunikace. Dešťová voda z povrchu vozovky se může zachytit na okraji zpevněné plochy do rigolů nebo přetéká přes nezpevněnou krajnici do příkopů (zpevněných nebo nezpevněných). U komunikací nižších tříd může odtékat srážková voda přímo do okolí, zejména pokud se terén snižuje směrem od komunikace. Z rigolů jsou dešťové vody obvykle odváděny pomocí dešťových vpustí do kanalizace nebo vyústěny jednotlivě do svahu tělesa pozemní komunikace a pomocí skluzů do podélných příkopů.

Koncepci odvodnění městských sídel můžeme rozdělit na:

- klasická koncepce odvodnění
- moderní koncepce odvodnění

Klasická koncepce odvodnění představuje již nedostačující koncepci odvodnění zejména z hlediska přístupu k srážkovým vodám. Tento přístup k odvodnění byl však ještě před 10–15 lety označován za moderní a dostačující. Pohled na tuto koncepci zásadně mění nejnovější poznatky a potřeby v nakládání právě s již zmiňovanými srážkovými vodami.

Za moderní pojetí koncepce odvodnění urbanizovaných území, které naplňuje náročné požadavky na dynamický rozvoj sídel a hospodaření s dešťovou vodou, považujeme snahu decentralizovat a zadržet co největší množství srážkových vod přímo v místě dopadu atmosférických srážek. Důraz je kladen na následné využití těchto vod, nejde jen o umožnění vsaku srážkové vody (Hlavínek, 2020).

Odvodňovací zařízení dopravních staveb mohou mít otevřený či krytý charakter (TP 83, 2014):

Otevřená:

- rigoly;
- příkopy;
- odvodňovací proužky;
- otevřené žlaby, odvodňovací žlábký a štěrbinové žlaby;
- skluzy, kaskády, stupně, prahy a vývary;
- uliční vpusti a horské vpusti;
- vsakovací jámy a vsakovací prostory.

Krytá:

- odvodňovací potrubí, kryté žlaby a stoky;
- drenáže.

3.4.1. Rigoly

V rigolech se shromažďuje povrchová voda, která přitéká z ploch pozemních komunikací. Podélný sklon dna rigolu sleduje obvykle podélný sklon okraje vozovky. Pokud tento sklon není pro další vedení vody dostatečný, lze průtočnost zvýšit zvětšením sklonu dna, zvětšením průřezu, vestavbou hladkého zpevnění dna nebo nahrazením rigolu štěrbinovými žlaby. Opevnění rigolů musí vždy odpovídat množství a agresivitě převáděné vody (TP 83, 2014).

3.4.2. Příkopy

Příkopy plní stejné úkoly jako rigoly, vykazují však zpravidla větší průtočnost. Protože příkopy oddělují komunikaci od přilehlého terénu, tvoří často recipientní prostor pro zachycení vod přitékajících z přilehlých povodí. V základním návrhu odvodnění je třeba vždy posoudit příkopy z hlediska dostatečné kapacity pro vody z přilehlých ploch. Podélný sklon příkopu musí být větší nebo rovný 0,5 %, u zpevněného dna 0,3 %. Příkopy je možno opevňovat buď tvárnici, pohozen kamenitým materiálem nebo vegetačně osetím. O typu opevnění rozhoduje podélný sklon dna (TP 83, 2014).

3.4.3. Otevřené žlaby, odvodňovací žlábký a štěrbinové žlaby

Otevřené žlaby se používají ke zpevnění dna příkopů a skluzů, štěrbinové žlaby k liniovému odvodnění komunikací. Velikost se stanoví dle průtočného množství (TP 83, 2014).

3.4.4. Skluzy, kaskády, stupně, prahy a vývory

Skluzy svým opevněním odpovídají příkopům. Opevnění musí spolehlivě odolávat působení tekoucí vody. Při návrhu skluzů je nutno dodržet podmínku odolnosti opevnění minimálně na dvacetiletou vodu. U skluzů nutno provést zabezpečení proti podélnému posunu (např. prahy) a na koncové části navrhnout vhodný tlumicí objekt (TP 83, 2014).

3.4.5. Uliční vpusti a horské vpusti

Dešťové vpusti jsou součástí komunikace a jsou zpravidla provozované správcem pozemní komunikace. Dešťové vpusti se zřizují k odvodnění vozovek, zpevněných ploch a popř. chodníků. Při optimálním návrhu odvodňování vozovek se vpusti rozmísťují tak, aby byla využita jejich hltnost, která při dostatečné kapacitě odtokového potrubí závisí především na velikosti a hydraulické účinnosti vtokové mříže, sklonu a způsobu osazení (TP 83, 2014).

3.4.6. Vsakovací jámy a vsakovací prostory

Vsakování se děje přes oživenou vrstvu půdy v zemní nádrži. Pro vsakovací jámy je zpravidla poměr mezi napojenou nepropustnou plochou a plochou vsakovací větší než 1:15. Smysluplné použití je jen při větších odvodňovaných územích nebo v nových zástavbách a územích s dostatečnou využitelnou plochou (Hlavínek, 2000).

3.4.7. Odvodňovací potrubí, kryté žlaby a stoky

Srážková kanalizace je podzemní trubní vedení sloužící k odvádění srážkových vod do příslušného vodního recipientu. Při vyšších rychlostech může docházet k rychlejšímu opotřebení materiálu stěny stoky a tím k rychlejšímu vzniku netěsností a zkrácení její životnosti. Snížení rychlosti srážkových vod lze provést například snížením spádu stokového potrubí a navržením spadiště, či tlumením kinetické energie proudící vody v šachtách se speciálním vnitřním tvarem (TP 83, 2014).

Maximální sklony stok jsou dány maximální rychlostí, kterou může dosáhnout odváděná voda. Při příliš velkých rychlostech může dojít k poškození potrubí. Maximální přípustná rychlost ve stokách při kapacitním plnění je 5 m/s. V objektech a stokách z vhodných a odolných materiálů může být maximální rychlost až 10 m/s. V betonových a železobetonových stokách je doporučená rychlost 3 m/s.

Při sklonu vyšším než 3 % je třeba brát v úvahu provzdušnění proudu. To zmenšuje kapacitu stokové sítě. Minimální sklon je také možné určit pomocí minimální transportní rychlosti a to tak, že minimální transportní rychlost pro dešťovou kanalizaci je 0,75 m/s. Pro posouzení se použije srážka s těmito charakteristikami – 15 min déšť s periodicitou 0,2 (Metodická pomůcka MMR, 2019).

3.4.8. Drenáže

Drenáže jsou zařízení zachycující a svádějící podpovrchovou a podzemní vodu do vhodného místa. Dle potřeby mají umožnit volný průchod vody horizontálně či vertikálně. Drén tedy nemusí být jen perforované potrubí, ale též i šterková vrstva či konstrukce ze speciální geotextilie (TP 83, 2014).

3.4.9. Technické parametry

Při volbě způsobu odvodnění musí být zohledněna jeho místní proveditelnost a přípustnost, z nichž vyplyne technické řešení včetně případné nutnosti předčištění srážkových vod. Volba způsobu odvodnění se řídí těmito prioritami (TNV 75 9011, 2013):

- 1) odvádění srážkových vod do půdního a horninového prostředí (vsakování)
- 2) retence a regulované odvádění srážkových vod do povrchových vod
- 3) retence a regulované odvádění srážkových vod jednotnou kanalizací.

3.5. Objekty pro hospodaření s dešťovou vodou

Hospodaření se srážkovými vodami je velice aktuální disciplínou ve vodním hospodářství. Snaha je o co nejoptimálnější hospodaření s dešťovými vodami především v urbanizovaných oblastech, kde až téměř do dnešní doby byla veškerá srážková voda odváděna jednotnou stokovou sítí na ČOV nebo oddílnou dešťovou kanalizací do vodního recipientu a nedocházelo k žádnému výraznějšímu hospodaření s těmito vodami.

3.5.1. Zařízení pro vsakování srážkových vod

Zařízení pro vsakování lze rozdělit na zařízení:

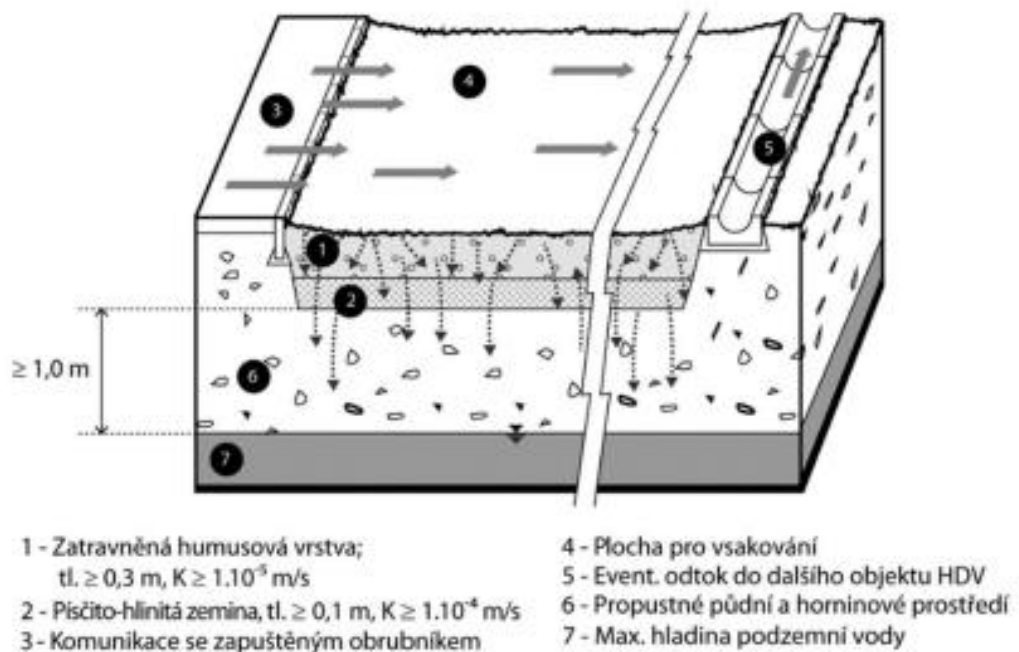
- povrchová vsakovací zařízení;
- podzemní vsakovací zařízení

Tato zařízení mají za úkol vsáknout množství srážkových vod do půdního profilu, a také případně podpořit jejich výpar, což vede ke zlepšení mikroklimatu v urbanizovaných oblastech (TNV 75 9011, 2013).

3.5.2. Povrchová vsakovací zařízení

3.5.2.1. Plošné vsakování

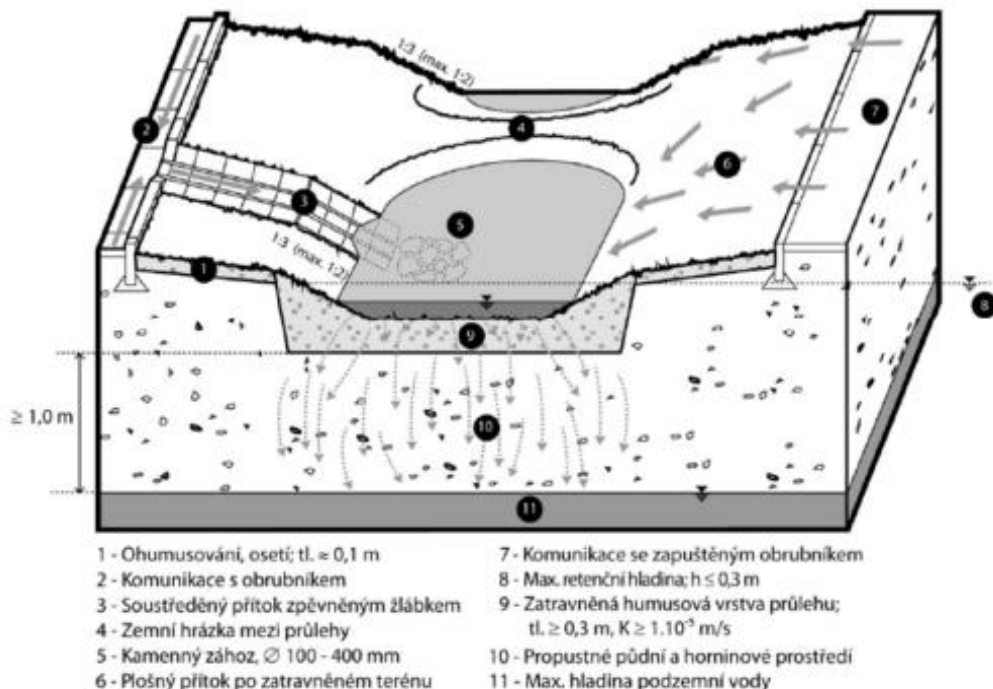
Objekt plošného vsakování je objektem, kde není uvažováno s větší retencí dešťové vody a natékání do objektu je rovnoměrné z přilehlých komunikace (obr. č. 7). Je zde snahou hydraulicky zatížit vsakovací plochu rovnoměrně.



Obr. č. 7. Příklad plošného vsakování (TNV 75 9011, 2013)

3.5.2.2. Vsakovací průleh

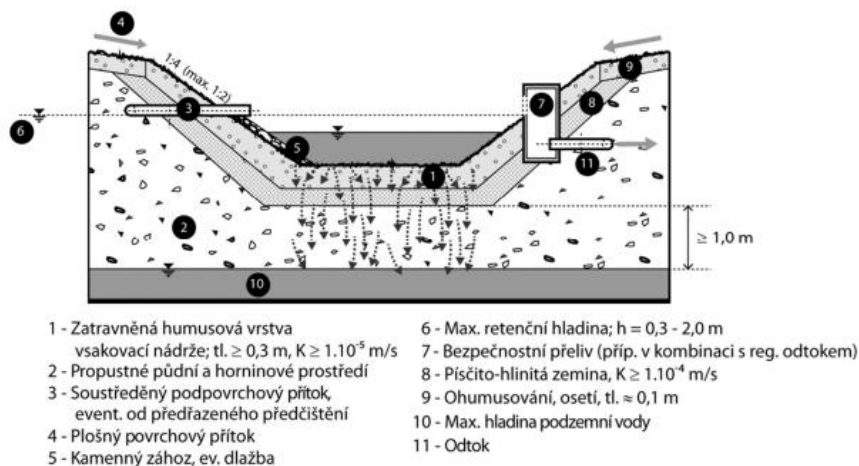
Vsakovací průleh je navrhován tam, kde je vysoký požadavek na prostorovou hospodárnost, zejména v uličních prostorech, kde tento prvek pro vsakování nachází hojně uplatnění. Průleh je navrhován na co nejkratší dobu prázdnění, aby nedošlo k poškození vegetačního krytu průlehu. Ideálním nátokem do tohoto objektu je plošný nátok se zatravněnou plochou. Pokud plošný nátok není možný a je nutno uvažovat soustředěný nátok, tak tento nátok musí být opevněn a místo pod nátokem by mělo být taktéž opevněno, aby nedocházelo k erozivní činnosti v průlehu pod soustředěným nátokem (obr. č. 8).



Obr. č. 8. Příklad vsakovacího průlehu (TNV 75 9011, 2013)

3.5.2.3. Vsakovací nádrž

Vsakovací nádrž je využívána především pro větší odvodňované plochy nebo jako zařízení pro vyřešení vsakování pro více pozemků najednou. Hloubky vsakovací nádrže se pohybují v rozmezí od 0,3 m až do 2,0 m (obr. č. 9). Objekt bezpečnostního přelivu může být řešen i jako sdružený objekt s regulovaným odtokem.

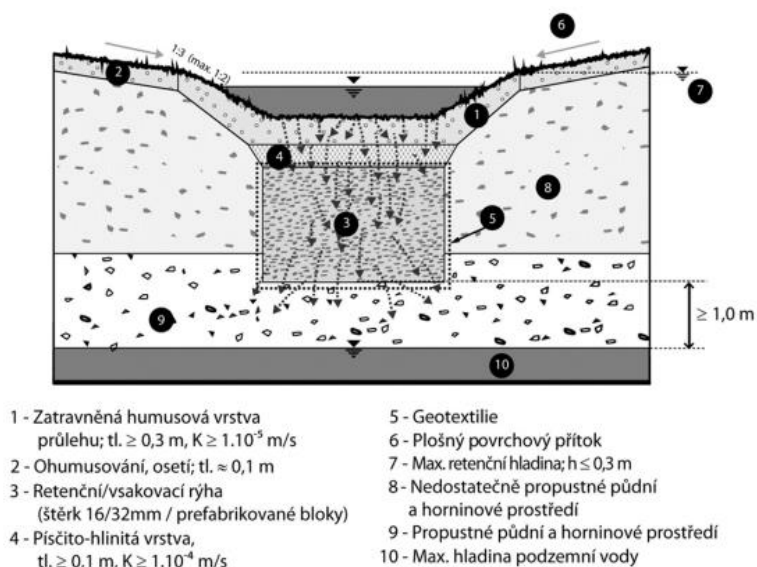


Obr. č. 9. Příklad vsakovací nádrže (TNV 75 9011, 2013)

3.5.3. Podzemní vsakovací zařízení

3.5.3.1. Vsakovací průleh s rýhou

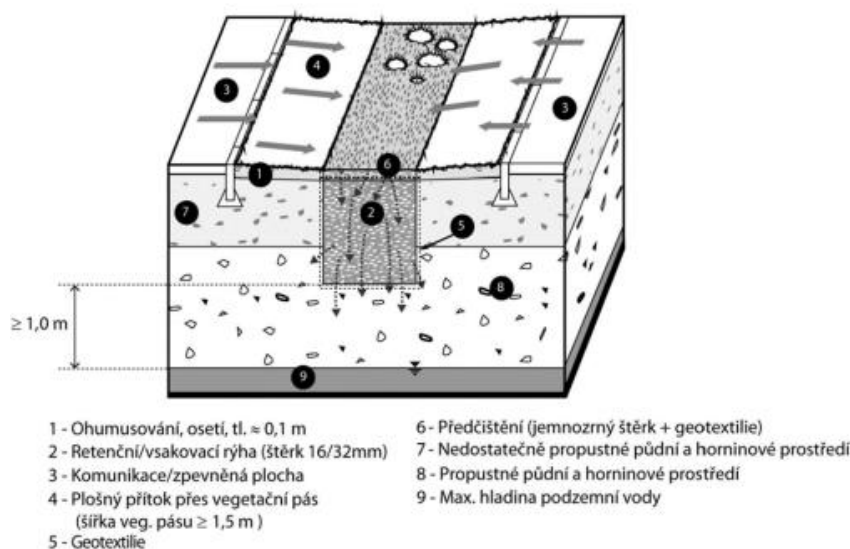
Vsakovací průleh s rýhou se navrhuje pro vytvoření preferenční cesty pro vsakování do propustnějšího půdního a horninového prostředí, dochází také ke zvýšení retence (obr. č. 10). Podzemní prostor rýhy může být vyplněn štěrkem o frakci 16/32 mm nebo vsakovacími bloky.



Obr. č. 10. Příklad vsakovacího průlehu s rýhou (TNV 75 9011, 2013)

3.5.3.2. Vsakovací rýha s povrchoým plošným přítokem

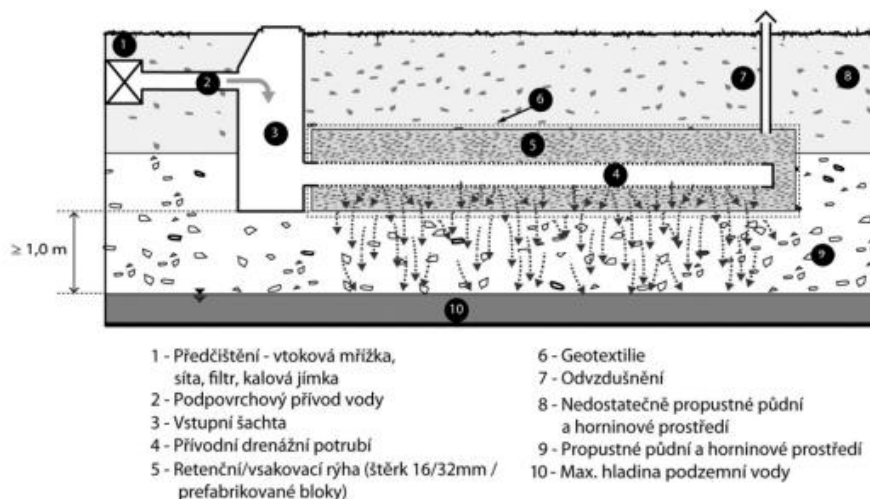
Přítok do rýhy musí být řešen jako plošný přes vegetační pás kvůli předčištění. Pro dodatečnou ochranu je také vhodná vrchní filtrační vrstva a geotextilie. Toto vsakovací zařízení nachází využití v místech, kde je opět kladen velký požadavek na prostorovou hospodárnost (obr. č. 11). Retenční/vsakovací prostor je vyplněn štěrskem o frakci 16/32 mm nebo vsakovacími bloky.



Obr. č. 11. Příklad vsakovací rýhy s povrchoým plošným přítokem (TNV 75 9011, 2013)

3.5.3.3. Vsakovací rýha s podpovrchoým přítokem

Rýhu s podpovrchoým přítokem je nutné opatřit objektem pro předčištění, které zachytí hrubé a jemné nerozpuštěné látky. Retenční/vsakovací prostor může být vyplněn štěrskem frakce 16/32 mm nebo vsakovacími bloky (obr. č. 12). Zde už je nutné objekt opatřit odzdušněním, které je vyvedeno nad povrch (TNV 75 9011, 2013).



Obr. č. 12. Příklad vsakovacího průlehu s rýhou (TNV 75 9011, 2013)

3.6. Využití srážkových vod v ČR a zahraničí

Srážková voda byla ještě před pár lety v městských oblastech vnímána jako něco, co tam nepatří. V ideálním případě se lidé chtěli vody hned zbavit prostřednictvím veřejné kanalizace. V dnešní době tomu už tak naštěstí není. Veřejná prostranství měst dávají příležitost ukázat světu vhodná řešení našich prostorů, které spolu sdílíme a která zároveň plní funkci sociální a přírodní (Kopp a Marval, 2021).

Co se týče dostupnosti technologií, které se využívají pro fungování systémů hospodaření s dešťovou vodou v České republice, lze říct, že je jich na trhu dostatečně.

V některých případech se i stává, že hospodaření s dešťovou vodou je na daném pozemku vynucené vzhledem k zvláštním okolnostem, jako může být například horší přístup k připojení stokové sítě, nebo také omezení takovéto sítě kapacitou. Což právě lze vyřešit aplikací systémů HDV (Stránský a kol., 2008).

V poslední době se jako alternativní zdroj vody stalo velmi populární zachycování srážkové vody již v mnoha zemích světa. Zachycování a následné využívání srážkové vody se stalo jednou z možností, kterou lze zmírnit přetrvávající vodní krizi kvůli nedostatku srážek. Každá země má jiné zkušenosti, možnosti a postupy při shromažďování srážkových vod.

U našich západních sousedů v Německu nabývá sběr srážkových vod na popularitě. Rostoucí zájem lze vidět zejména v oboru stavebnictví v důsledku znečištěného ovzduší způsobeného převážně z průmyslového odvětví. V mnoha větších městech v Německu se každý rok odvádí poplatek za odvod dešťové vody. Tento poplatek se odpouští v případě, pokud se srážková voda shromažďuje do zařízení pro to určená nebo se vsakuje do půdního prostředí. Města také poskytují granty a dotace na podporu zachycování srážkové vody včetně doplňování vody podzemní (Syed, 2016).

Ve Spojeném království se bere využívání srážkových vod jako tradice obzvláště v domácnosti. Doporučuje se zde srážkovou vodu využívat pro splachování toalet, praní prádla, zalévání zahrady a mytí auta.

Ve Spojeném království se předpokládá, že cca 25 % spotřeby vody v domácnostech lze snížit díky náhradě této vody za vodu dešťovou. Spojené království podporuje sběr srážkové vody pomocí poskytování finančních pobídek hlavně v komerčním sektoru. Podniky, které mají schválený systém pro sběr srážkové vody, mají dovoleno odepsat daně z jejich nákladů (Hassell, 2005).

4. Legislativa

4.1. Právní rámec HDV

Tento právní rámec má za cíl zajistit, aby byla dešťová voda správně řízena a využívána s ohledem na ochranu životního prostředí, udržitelnost a prevenci povodní. Je důležité, aby subjekty zapojené do stavebních projektů a infrastruktur pro hospodaření s dešťovou vodou dodržovaly právní předpisy a normy, aby se minimalizovaly negativní dopady na životní prostředí a lidské zdraví.

Pro zajištění kontinuity vývoje a strategických cílů v jednotlivých oblastech působnosti státu jsou prostřednictvím ministerstev vypracovány strategické plány rozvoje. Oblast hospodaření se srážkovými vodami je akcentována zejména Plánem hlavních povodí České republiky a Politikou územního rozvoje České republiky.

4.2. Plán hlavních povodí České republiky

Plán hlavních povodí České republiky je strategický dokument, který má za cíl koordinované a udržitelné hospodaření s vodními zdroji v rámci jednotlivých povodí v České republice. Tento plán je založen na konceptu řízení povodí a zahrnuje opatření k ochraně, hospodaření a užívání vodních zdrojů v souladu se zásadami udržitelného rozvoje.

Plán hlavních povodí ČR je klíčovým nástrojem pro řízení vodních zdrojů v České republice a slouží jako základní strategický dokument pro tvorbu dalších plánů a opatření v oblasti vodohospodářství. Je vypracováván v souladu s evropskými směnicemi a národní legislativou týkající se vodního hospodářství a ochrany vodních zdrojů.

4.3. Politika územního rozvoje

Politika územního rozvoje se zabývá plánováním a správou území s cílem dosáhnout udržitelného a vyváženého rozvoje ve všech oblastech života. Tato politika zahrnuje strategie, plány a opatření, které směřují k efektivnímu využívání územních zdrojů, ochraně životního prostředí, podpoře hospodářského růstu, sociální soudržnosti a kvalitnímu bydlení.

V zastavěných územích a zastavitelných plochách je snaha vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využívání dešťových vod jako zdroje vody a s cílem zmírňování účinků povodní (Vítek, 2015).

4.4. Zákony a vyhlášky

V urbanizovaném prostředí zasakování dešťových vod funguje jinak než v přírodě a je řešeno platnými zákony a vyhláškami.

Srážkové vody komplexně podléhají ochraně dle zákona č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) a při jejich odtoku zákonu č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Při stavbě nebo rekonstrukci staveb se řídí zákonem č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

Vodní zákon tedy jednoznačně požaduje, že při provádění staveb nebo jejich změn nebo změn jejich užívání je stavebník povinen podle charakteru a účelu užívání těchto staveb je zabezpečit zásobováním vodou a odváděním odpadních vod kanalizací k tomu určenou. Není-li kanalizace v místě k dispozici, odpadní vody se zneškodňují přímým čištěním s následným vypouštěním do vod povrchových nebo podzemních. V případě technické neproveditelnosti způsobů podle vět první a druhé lze odpadní vody akumulovat v nepropustné jímce (žumpě) s následným vyvážením akumulovaných vod na zařízení schválené pro jejich zneškodnění. Dále je stavebník povinen zabezpečit omezení odtoku povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby akumulací a následným využitím, popřípadě vsakováním na pozemku, výparem, anebo, není-li žádný z těchto způsobů omezení odtoku srážkových vod možný nebo dostatečný, jejich zadržováním a řízeným odváděním nebo kombinací těchto způsobů.

Bez splnění těchto podmínek nesmí být povolena stavba, změna stavby před jejím dokončením, užívání stavby ani vydáno rozhodnutí o dodatečném povolení stavby nebo rozhodnutí o změně v užívání stavby (§ 5, odst. 3, zákon č. 254/2001 Sb.). Resp. vyhlášku č. 501/2006 Sb., tedy pokud se neplánuje jiné využití srážkové vody pak přednostně vsakování, pokud nejde pak zadržetí s regulovaným odvodem do dešťové kanalizace, není-li možné odvádění do vod povrchových, tak regulovaným odváděním do jednotné kanalizace (§20, odst. 5, písm. c, vyhláška 501/2006 Sb.).

4.5. Normy a technologické postupy

Norma ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací řeší nejdůležitější veřejné prostory v obcích (městech) všech velikostí. Ve velké míře vtiskují obci její jedinečnost a prožitek daného okolního prostředí. Tyto prostory neslouží jenom dopravě, nýbrž poskytují také rámec rozmanitým jiným projevům života, což se projevuje nejrůznějšími požadavky a funkcemi. Tvorba prostoru místní komunikace má proto prvořadý význam při řešení problematiky zastavěného prostředí a navrhování komunikací uvnitř zastavěného území je těsně spojeno s urbanismem a architekturou v utváření tohoto prostoru. Projektování komunikací v zastavěném území souvisí vždy s utvářením prostorů místních komunikací, tj. veřejného uličního prostoru a musí se vždy chápat jako komplexní projektování (ČSN 73 6110, 2006).

Norma ČSN 75 9010 reaguje na současné trendy a předpisy. Norma se zabývá vsakováním srážkových povrchových vod jako jedním ze způsobů hospodaření se srážkovými vodami. Stanovuje hlavní zásady pro navrhování, výstavbu a následný provoz povrchových a podzemních vsakovacích zařízení (ČSN 75 9010, 2017).

Norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami reaguje na současné trendy a předpisy v oblasti vodního a stavebního práva a zabývá se způsoby nakládání se srážkovými vodami odtékajícími z povrchu urbanizovaného území. Jedná se o návod pro návrh a provoz odvodnění urbanizovaného území způsobem blízkým přírodě (TNV 75 9011, 2013).

TP 83 Odvodnění pozemních komunikací obsahují zásady pro návrh odvedení srážkové vody z pozemních komunikací a případné úpravy kvality před jejím vsakováním či odváděním do povrchových vod či jiného recipientu a pro případné další nakládání s těmito vodami. TP obsahují soubor požadavků na způsob navrhování, posuzování a provádění objektů odvodnění pozemních komunikací (dále PK). TP jsou určeny zejména projektantům, zadavatelům staveb a správcům PK (TP 83, 2014).

TP 103 Navrhování obytných a pěších zón slouží k zajištění kvality života obyvatel a udržitelného rozvoje městských a obecních oblastí. Jeho cílem je zajistit harmonické a funkční prostředí pro bydlení a pobyt obyvatel s ohledem na urbanistické, architektonické, sociální, ekonomické a environmentální faktory (TP 103,2008).

TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací uvádí nové označení konstrukčních vrstev podle platných evropských norem ČSN EN, jejich národních příloh a navazujících ČSN (TP 170, 2004).

5. Metodika

Počátečním krokem diplomové práce bylo shromáždění dostupných odborných rešeršních podkladů. Po prostudování odborných publikací byly zpracovány teoretické kapitoly a dále po prostudování legislativních předpisů a normativních dokumentů byla zpracována legislativní kapitola.

V praktické části práce jsou provedeny výpočty a návrhy zasakovacího zařízení pro výstavbu místní komunikace a její odvodnění v lokalitě Za Školou ve městě Městec Králové. Stavba se nachází v jihovýchodní části města na stávající orné půdě.

Výstavba místní komunikace bude provedena z asfaltobetonu. Tato komunikace je navržena jako obousměrná o dvou jízdnicích pruzích o šířce 3 m v režimu zóny 30 km/h. Celková výměra asfaltobetonové komunikace bude 4 897 m². V trase komunikace jsou pro dodržování rychlosti navrženy zpomalovací prvky. Komunikace bude ukotvena do betonových obrubníků 150/250/1000 mm, které budou uloženy v betonovém loži.

Součástí výstavby je rovněž výstavba chodníku a sjezdů k nemovitostem, které budou provedeny z betonové zámkové dlažby. Chodník bude realizován podél asfaltové komunikace a jeho výměra bude 1087 m². Sjezdy k nemovitostem, kde se nebude nacházet chodník, budou mít celkovou plochu 185 m².

Povrchové odvodnění zpevněných ploch a komunikací je zajištěno podélnými a příčnými sklony vyspádovanými k navrženým průlehům a vsakovacímu zařízení.

Při výpočtu bude uvažováno s koeficientem vsaku 10^{-5} . Návrhová periodičita srážek pro dimenzování vsakovacích zařízení je pro tento návrh stanovena 0,1. Při dimenzování vsakovacích zařízení je nutné stanovit retenční objemy vsakovacích zařízení a dobu jejich prázdnění. Způsob výpočtu vsakovacích zařízení je navržen dle ČSN 75 9010.

Dále musí být dodrženo obecné pravidlo, že dno vsakovací rýhy musí být v hloubce 1 m nad hladinou podzemní vody.

Při realizaci tohoto záměru není uvažováno s odlučovačem ropných látek, jelikož se jedná o místní komunikaci pro 25 RD, kde se nepředpokládá znečištění kapalnými látkami.

Variantní řešení v tomto zájmovém území není reálné řešit s ohledem na životní prostředí. S variantou dešťové kanalizace nebylo uvažováno z důvodu vzdálenosti k možnému místu napojení. Tato lokalita je dobrý příklad k nově realizovaným komunikacím a zasakováním dešťových vod s ohledem na životnímu prostředí a udržitelnost.

5.1. Odvodňovaná plocha

Redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy A_{red} [v m^2] se stanoví podle vztahu:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \psi_i$$

kde je

A_i – půdorysný průmět odvodňované plochy určitého druhu v m^2

ψ_i – součinitel odtoku srážkových povrchových vod pro odvodňovanou určitýho druhu (tab. č. 1)

n – počet odvodňovaných ploch určitého druhu

Druh odvodňované plochy; druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1 %	1 % až 5 %	nad 5 %
	Součinitelé odtoku srážkových povrchových vod ψ		
Střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce větší než 100 mm (střešní zahrady)	0,7 ⁿ	0,7 ⁿ	0,7 ⁿ
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě nebo střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce do 100 mm (střešní zahrady)	0,9 ⁿ	0,9 ⁿ	0,9 ⁿ
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
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 záhlvkou 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 tvárníc	0,2	0,3	0,4
Komunikace ze vsakovacích tvárníc	0,2	0,3	0,4
Sady, hřiště	0,1	0,15	0,2
Zatravněné plochy	0,05	0,1	0,15

ⁿ Tyto součinitelé odtoku srážkových povrchových vod platí pouze pro dimenzování vsakovacích zařízení.

Tab. č. 1. Součinitelé odtoku srážkových povrchových vod (Vrána, 2011)

5.2. Vsakovací plocha

Vsakovací plocha vsakovacího zařízení A_{vsak} [m²] se stanoví podle vztahu:

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

kde je

L – délka podzemního prostoru, v m

b – šířka podzemního prostoru v m

b' – šířka vsakovací plochy podzemního prostoru v m

h_{vz} – výška propustných stěn v m

Při nepropustných stěnách vsakovacího zařízení nebo pro zjednodušení výpočtu lze předpokládat, že vsakovací plocha A_{vsak} se rovná ploše propustného dna vsakovacího zařízení. Vsakovací plocha kombinovaných vsakovacích zařízení se stanoví individuálně.

Před výpočtem retenčního objemu povrchových vsakovacích zařízení nebo podzemních prostorů a tunelových podzemních vsakovacích zařízení je možné odhadnout vsakovací plochu vsakovacího zařízení A_{vsak} [m²] podle vztahu:

$$A_{vsak} = (0,1 \text{ až } 0,3) \cdot A_{red}$$

kde je

A_{red} - redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy v m²

5.3. Retenční objem vsakovacího zařízení

Přítok do vsakovacího zařízení je zpravidla rychlejší než odtok (vsakování). Proto je nutné, aby povrchová i podzemní vsakovací zařízení měla určitý retenční objem V_{vz} [m³], který se pro odvodňované plochy do 3 ha stanoví podle vztahu:

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

kde je

h_d – návrhový úhrn srážek podle přílohy A normy ČSN 75 9010 s odpovídající dobou trvání t_c a stanovenou periodicitou dle ČSN 75 9010, v mm (tab. č. 4)

A_{red} – redukovaný půdorysný průmět odvodňované plochy v m²

f – součinitel bezpečnosti vsaku dle ČSN 75 9010

k_v – koeficient vsaku, v m·s⁻¹

A_{vsak} – vsakovací plocha vsakovacího zařízení v m²

A_{vz} – plocha hladiny vsakovacího zařízení (jen u povrchových vsakovacích zařízení), v m²

t_c – doba trvání srážky určité periodicity dle přílohy A ČSN 75 9010 nebo přesnějších místě platných hydrologických údajů ‰ (tab. č. 2)

Nadmožská výška (m n. m.)	Periodicita P (rok ⁻¹)	Doba trvání srážek t_c (min)																
		5	10	15	20	30	40	60	120	240	360	480	600	720	1080	1440	2880	4320
		Návrhové úhrny srážek h_g (mm)																
Do 650	0,2	12	18	21	23	25	27	29	35	39	44	49	50	51	54	55	73	85
	0,1	14	21	24	27	30	32	35	42	46	54	56	58	59	63	66	88	100
Nad 650	0,2	11	15	17	20	23	26	30	40	49	58	67	76	85	99	104	156	179
	0,1	12	17	20	22	26	30	35	46	56	67	77	87	98	122	130	200	235

Tab. č. 2. Návrhové úhrny srážek v ČR (Vrána, 2011)

5.4. Doba prázdnění vsakovacího zařízení

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr} [s] se stanoví podle vztahu:

$$T_{pr} = \frac{f \cdot V_{vz}}{k_v \cdot A_{vsak}}$$

kde je

f – součinitel bezpečnosti vsaku

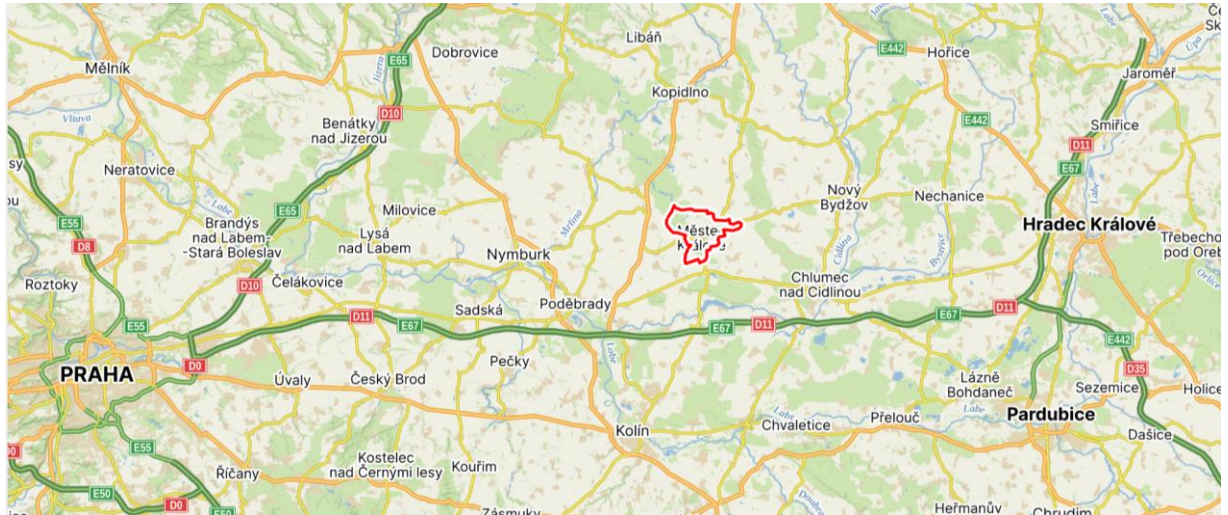
V_{vz} – retenční objem vsakovacího zařízení v m^3

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

A_{vsak} - největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení v m^3

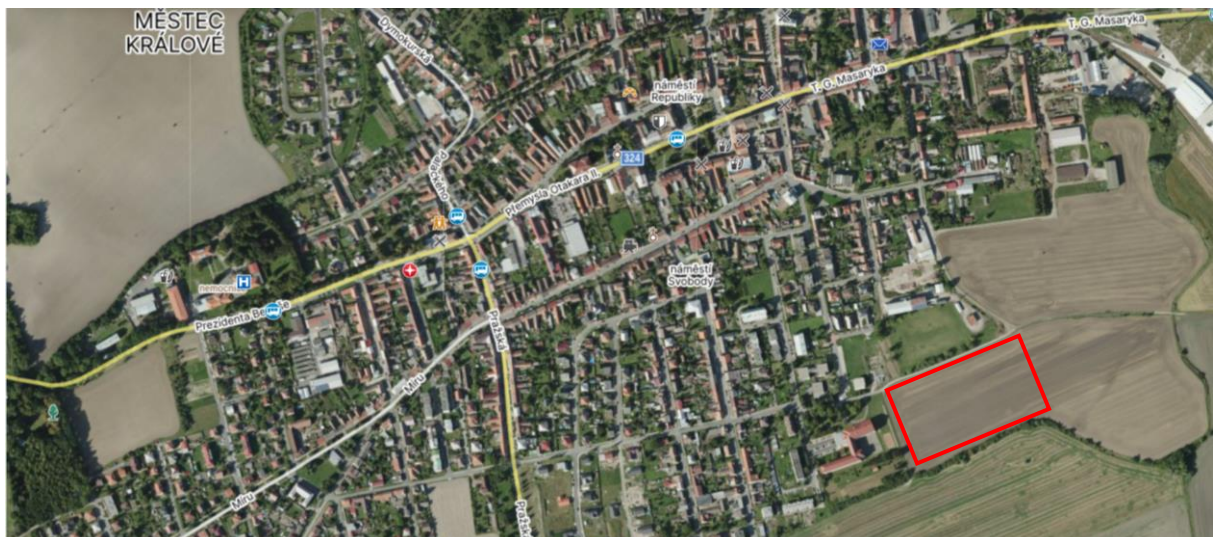
6. Popis území

Zájmové území se nachází ve městě Městec Králové ve středočeském kraji v okrese Nymburk, asi 15 km severovýchodně od města Poděbrady (obr. č. 13).



Obr. č. 13. Umístění sledovaného území v rámci ČR (Mapy, 2024)

Budoucí výstavba lokality Za Školou se nachází v jihovýchodní části města na stávající orné půdě v nadmořské výšce 212 m.n.m. Výstavbou místní komunikace a odvodnění bude zabezpečena obsluha nově vznikající rodinné zástavby. Rozsah stavby je patrný dle přiloženého obrázku (obr. č. 14).



Obr. č. 14. Zájmové území vznikající lokality Za Školou v Městci Králové (Mapy, 2024)

7. Výsledky

7.1. Výpočet odvodňované plocha

Celkový součet zpevněných ploch je $6\,169\text{ m}^2$ a ten bude z důvodu rozdílného součinitele odtoku rozdělen na asfaltobetonovou komunikaci o výměře $4\,897\text{ m}^2$ a chodník s vjezdy ze zámkové dlažby o výměře $1\,272\text{ m}^2$.

Součinitel odtoku srážkových povrchových vod je dle ČSN 75 9010 pro odvodňovanou plochu:

- Asfaltové a betonové plochy při sklonu povrchu komunikace 1-5 % stanoven 0,8 (tab. č. 1),
- Dlažba s pískovými spárami ve sklonu povrchu 1-5 % stanoven 0,6 (tab. č. 1).

$$\text{Asfaltová komunikace } A_{red} = 4\,897 \times 0,8 = \underline{\underline{3\,917,6\text{ m}^2}}$$

$$\text{Chodník a vjezdy } A_{red} = 1\,272 \times 0,6 = \underline{\underline{763,2\text{ m}^2}}$$

7.2. Výpočet vsakovací plochy

Pro zjednodušení výpočtu lze předpokládat, že vsakovací plocha A_{vsak} se rovná ploše propustného dna vsakovacího zařízení. Vsakovací plocha kombinovaných vsakovacích zařízení se stanoví individuálně. Vsakovací plochu vsakovacího zařízení A_{vsak} [m²] lze odhadnout podle výše uvedeného vztahu:

$$\text{Komunikace } A_{vsak} = 0,1 \times 3\,917,6$$

$$\text{Komunikace } A_{vsak} = \underline{\underline{391,76\text{ m}^2}}$$

$$\text{Chodník a vjezdy } A_{vsak} = 0,1 \times 763,2$$

$$\text{Chodník a vjezdy } A_{vsak} = \underline{\underline{76,32\text{ m}^2}}$$

7.3. Výpočet retenčního objemu vsakovacího zařízení

Přítok do vsakovacího zařízení je zpravidla rychlejší než odtok (vsakování). Výpočet se provede pro všechny návrhové úhrny srážek s dobou trvání 5 min až 4 320 min (72 hodin). Za návrhový objem se považuje největší vypočtený retenční objem vsakovacího zařízení. Návrhová periodičita srážek pro dimenzování vsakovacích zařízení je pro tento návrh stanovena 0,1. Pro výpočet jsou použity hodnoty h_d uvedené z tab. č. 2. Výpočty V_{vz} pro komunikaci a V_{vz} pro chodník a vjezdy jsou uvedeny v tab. č. 3. pro jednotlivé návrhové úhrny srážek.

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

Komunikace $A_{red} = 3\,917,6 \text{ m}^2$

Komunikace $A_{vsak} = 391,76 \text{ m}^2$

Chodník a vjezdy $A_{red} = 763,2 \text{ m}^2$

Chodník a vjezdy $A_{vsak} = 76,32 \text{ m}^2$

$f = 2$

$P = 0,1$

$k_v = 10^{-5}$

t_c [min]	h_d [mm]	V_{vz} [m ³] Komunikace	V_{vz} [m ³] Chodník a vjezdy
5	14	59,74	11,64
10	21	89,32	17,40
15	24	101,66	19,81
20	27	114,00	22,21
30	30	125,75	24,50
40	32	133,20	25,95
60	35	143,78	28,01
120	42	166,89	32,51
240	46	170,02	33,12
360	54	190,40	37,09
480	56	184,91	36,02
600	58	179,63	34,95
720	59	169,63	33,05
1080	63	144,56	28,16
1440	66	115,18	22,44
2880	88	40,74	7,94
4320	100	-76,78	-14,96

Tab. č. 3. Výpočet V_{vz} komunikace a V_{vz} chodník a vjezdy

Navrhuje se návrhový objem vsakovacího zařízení V_{vz} komunikace = 190,40 m³, který je největším vypočteným retenčním objemem.

Navrhuje se návrhový objem vsakovacího zařízení V_{vz} chodník a vjezdy = 37,09 m³, který je největším vypočteným retenčním objemem.

Celkový návrhový objem vsakovacího zařízení V_{vz} = **227,49 m³**, který je součtem největších vypočtených retenčních objemů V_{vz} komunikace a V_{vz} chodník a vjezdy.

7.4. Výpočet doby prázdnění vsakovacího zařízení

Doba prázdnění vsakovacího zařízení T_{pr} je uvedena pro součet největších hodnot retenčních objemů V_{vz} celkem při návrhové hodnotě úhrnu srážky s dobou trvání 360 min je uvedena v tab. č. 4.

$$T_{pr} = \frac{f \cdot V_{vz}}{k_v \cdot A_{vsak}}$$

$$f = 2$$

$$V_{vz} \text{ celkem} = 227,49 \text{ m}^3$$

$$k_v = 10^{-5}$$

$$A_{vsak} \text{ celkem} = 468,08 \text{ m}^2$$

t_c [min]	f	V_{vz} [m ³]	k_v	A_{vsak} [m ²]	T_{pr} [s]
360	2	227,49	10^{-5}	468,08	97 201

Tab. č. 4. Výpočet doby prázdnění T_{pr}

$$T_{pr} = 97\,201 \text{ s} = \underline{\underline{27 \text{ hodin} - \text{vyhovuje}}}$$

Doba prázdnění vsakovacího zařízení je 27 hodin, tedy menší než 72 hodin

Jelikož je retenční objem počítán pro srážky s periodicitou 0,1/rok, může být doba prázdnění nejvíce 72 hodin.

7.5. Návrh vsakovacího zařízení

Zájmové území se nachází v okrajové části města Městec Králové za základní školou v intravilánu obce. V místě stavby se v současné době nachází zeleň a travní porost. Výstavba místní komunikace je v souladu s územním plánem města Městec Králové. Stavba bude probíhat mimo chráněná území, památkové rezervace a nenachází se v záplavovém území.

Povrchové odvodnění zpevněných ploch a komunikací je zajištěno podélnými a příčnými sklony vyspádovanými k navrženým průlehům a vsakovací rýze.

Prvním krokem po prozkoumání zájmového území je provedení výpočtu odvodňovaných ploch pomocí součinitele odtoku srážkových povrchových vod a následně vsakovací plochy. Výpočet pro retenční objemy vsakovacích zařízení byl proveden pro všechny návrhové úhrny s periodicitou 0,1. Za návrhové objemy se považují největší hodnoty. Celkový retenční objem vsakovacích zařízení je 227,49 m³. Pod úrovní terénu v místě průlehu budou osazeny ve dvou řadách voštinové bloky o rozměrech 800 x 800 x 350 mm (obr. č. 15). Retenční objem jednoho kusu voštinového vsakovacího bloku činí 0,224 m³. Celkový potřebný počet voštinových bloků je 1016 kusů.

EcoBloc Light

- Možnost pojíždění 12 t
- Zásadní úspora místa během dopravy a skladování díky stohování
- Kombinovatelný s EcoBloc Inspect, EcoBloc Maxx a šachtovým systémem VARIO 800
- Záruka 5 let



Tělo bloku						
Brutto objem (l)	Netto objem (l)	Délka (mm)	Šířka (mm)	Výška (mm)	Hmotnost (kg)	Objednací číslo
225	219	800	800	350	7	402300

Dno bloku						
Brutto objem (l)	Netto objem (l)	Délka (mm)	Šířka (mm)	Výška (mm)	Hmotnost (kg)	Objednací číslo
25	20	800	800	40	4	402301

Zakončení bloku – Připojení DN 100/150/200/250	
Položka	Objednací číslo
Zakončení bloku – 2 ks	402303

Obr. č. 15. Příklad voštinového bloku ECOBLOC Light (Aliaxis, 2024)

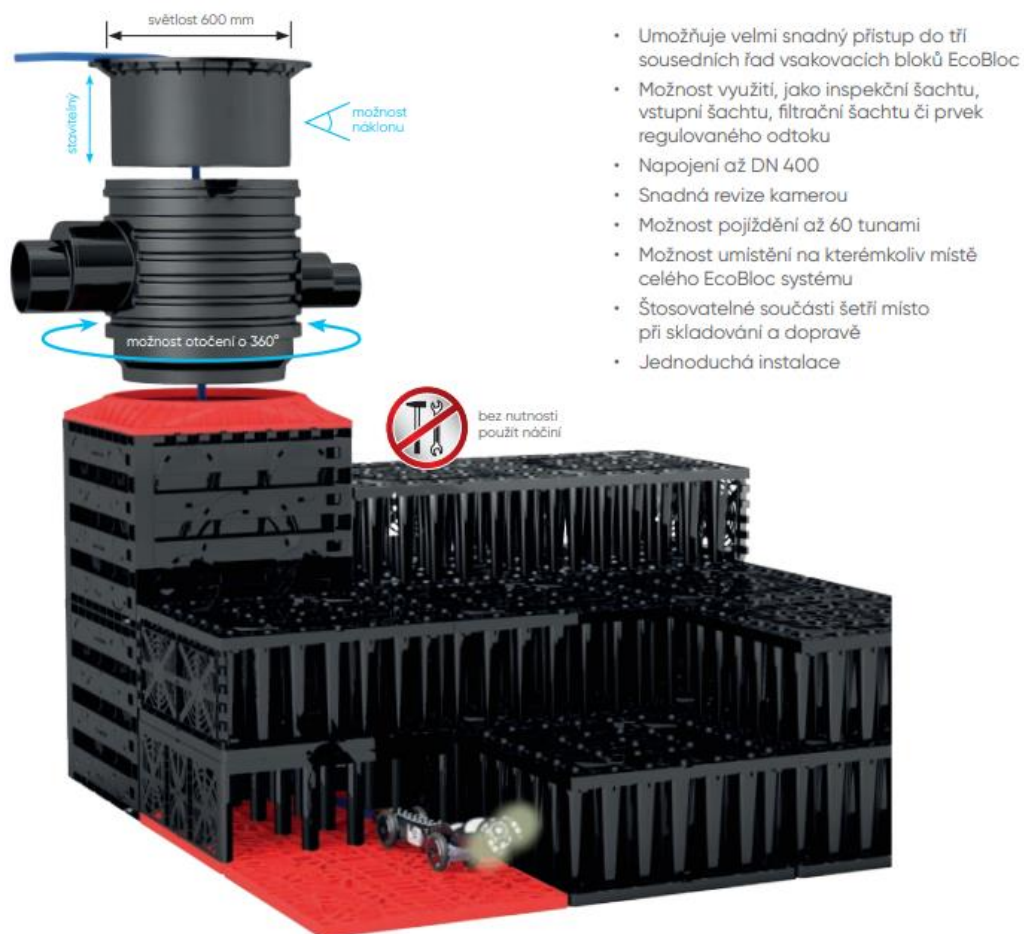
Dno vsakovací rýhy je nutné umístit dle normy v hloubce 1 m nad hladinou podzemní vody. Vsakovací objekty je nutné umístit mimo ochranná pásma veškerých inženýrských sítí po jejich přesném vytyčení.

Vsakovací průlehy budou provedeny tak, aby srážková voda nezůstávala na místní komunikaci nebo na pozemcích soukromých vlastníků.

V místních podmínkách lokality Za Školou v Městci Králové se neuvažuje s velkým dopravním zatížením, tudíž se nepočítá s realizací odlučovače ropných látek. Pro údržbu a funkčnost systému jsou navrženy kontrolní revizní šachty (obr. č. 16), kterými bude možno realizovat čištění zasakovacích objektů.

2. 5. Šachtový systém Vario 800

Důležitým prvkem systému EcoBloc je i integrovaná revizní šachta EcoBloc VARIO 800. Tato šachta má půdorys 800 x 800 mm a variabilní výšku dle potřeby. Šachta je součástí kompaktního kvádru vsakovacích bloků EcoBloc a může plnit hned několik funkcí. Na nátok do vsakovacího/retenčního objektu může být v šachtě EcoBloc VARIO 800 umístěn filtrační koš, v jiných případech čerpadlo na využití dešťové vody nebo prvek regulovaného odtoku.



Obr. č. 16. Příklad šachtového systému Vario 800 (Aliaxis, 2024)

8. Diskuse

Nakládání se srážkovou vodou se začalo řešit již od samotného začátku rozvoje člověka na Zemi. Vše začalo před 4000 lety v Izraeli, kde obyvatelé shromažďovali srážkový odtok do jednoduchých nádob a využívali ho ke svému bytí a hospodaření (Syed, 2016).

Otázka zní, jak udržet více vody v naší krajině? Jedná se o neustálý koloběh vody, který bez lidského snažení a rostoucího zavádění nepropustných ploch nemůže sám o sobě udržet více vody na Zemi. V důsledku rostoucí populace v městském prostředí a tím pádem i velkého množství zastavěných ploch se snižuje infiltrace srážkové vody do půdy (Vítek, 2015; O'Donnell, 2020).

Tato diplomová práce se zaměřuje na řešení této problematiky. Snahou je tedy zvyšovat retenční schopnost povrchů a minimalizovat povrchový odtok dopadající srážkové vody na naši krajinu. Jednou z nejdůležitějších oblastí, kam se srážková voda vsakuje je půda. Na retenčním potenciálu spolupracuje mnoho faktorů, jako je například obsah organických látek v půdě, póry, ale také funkce žíhal v půdním prostoru, která také přispívá ke zlepšení retenční schopnosti půdy (Jačka a kol., 2021).

Shromažďování srážkové vody lze uskutečnit několika různými typy a záleží na každém, jaké má možnosti a úmysly se srážkovou vodou nakládat.

Hospodaření se srážkovou vodou v poslední době nabývá na své popularitě, jak v evropských státech, tak po celém světě. Opatření pro správné hospodaření se srážkovými vodami závisí i na ekonomice daného státu a každý stát určuje své konkrétní podmínky pro aplikování těchto systémů. Bohužel, ne všechny země mají souzonné návrhy a projekty pro stejnou funkci systémů hospodaření se srážkovou vodou. Většina států má jako primární cíl těchto systémů šetření s vodou, ale povětšinou se dále nepokračuje s řešením dalších možných a výhodných funkcí spojených s těmito systémy. Primární cíl šetření se srážkovou vodou je v pořádku, ale zrealizování takovýchto projektů by se dalo využít i sekundárně. Lze tímto přinést i další funkce, jako například protipovodňové funkce, snížení eroze, snížení rizika požárů a dalších přínosných funkcí, které naše krajina jistě ocení, a které napomáhají ke snížení změny klimatu. Mezi další výhody také může patřit snížení prašnosti ve městech, zvýšení vlhkosti, snížení teploty vzduchu, a dále tyto systémy přispívají k rekreační a estetické funkci urbanizovaných prostředí (Campisano a kol., 2017).

Tato práce řeší nově vznikající lokalitu Za Školou v Městci Králové v oblasti odvedení srážkových vod z povrchu komunikací a zpevněných ploch. Zasakování dešťových vod je klíčovým prvkem udržitelného hospodaření s dešťovou vodou a přináší celou řadu výhod pro životní prostředí a infrastrukturu ve městech i ve venkovských oblastech. Provedení variant v této lokalitě s dešťovou kanalizací není možné z důvodu nepřítomnosti stávající stoky a možnosti napojení nově vznikající lokality. Využití jednotné kanalizace zde také nepřichází v úvahu, jelikož z důvodu sklonitosti pozemku je navržena tlaková splašková kanalizace. S ohledem na životní prostředí je návrh zasakovacího zařízení vhodné řešení pro danou lokalitu a dobrým příkladem pro řešení dalších nově vznikajících záměrů.

Asfaltová místní komunikace a chodníky s vjezdy budou odvodněny příčným a podélným sklonem ke kraji vozovky, kde komunikace bude ukotvena do silničních obrub bez převýšení, tudíž srážková voda bude z místních komunikací volně přetékat do provedených průlehů. Pod zmíněnými průlehy bude provedena zasakovací rýha, která bude vyplněna voštinovými bloky 800 x 800 x 350 mm, které budou osazovány dva vedle sebe v celé délce rýhy. Celý tento blokový zasakovací systém se obaluje do geotextilie. Povrch, kam bude geotextilie instalována, musí být zbaven veškerých nečistot. U jemných geotextilií se jedná především o ostré kameny, pařezy a větve. Všechny tyto předměty by mohly způsobit poškození geotextilie a tím i ztrátu požadovaných vlastností. Obsyp rýhy se provede rovnoměrně štěrkem frakce 16/32 mm. Zásyp se provede vhodným zásypovým materiálem, který nesmí padat na zasakovací systém z výšky, aby nehrozilo poškození. Rozhrnutí materiálu se provede pomocí lžice rypadla nebo nakladače.

Řešený prostor lokality je odvodňován k jihu k bezejmenné občasně vodoteči, která v těsné blízkosti sleduje jižní hranici lokality.

Blokové zasakovací systémy budou mezi sebou propojeny kanalizačním potrubím PVC DN 200. Propojení systémů bude sloužit jako bezpečnostní přepad, aby přebytečná voda mohla být odvedena do občasně vodoteče probíhající podél jižní hranice lokality a tam se z části zasakovat a z částí odtékat ve směru toku. Každé podzemní vsakovací zařízení musí být odvětráno a v místech s očekávaným přítokem jemných částic se musí instalovat zařízení pro jejich odstranění.

Reliéf terénu je v zájmovém prostoru mírně skloněný směrem k jižní části lokality a vsakovací prvky budou současně v bezpečné vzdálenosti od objektů, kterým by mohlo hrozit vyplavení vztlakem.

Tento návrh je vypočten na plochu zpevněných ploch v uličním prostoru na veřejném prostranství.

Dle zákona 254/2001 Sb. Vodního zákona vzešla v roce 2001 v platnost novela zákona, která všem majitelům novostaveb ukládá povinnost zachytávat dešťové vody přímo v místě, kde spadnou, tedy na svém pozemku. Se záchytem dešťové vody je dobré počítat ještě před zahájením samotné stavby rodinného domu. Ideálním řešením je akumulace a následně efektivní využití dešťové vody přímo na pozemku, nebo dokonce v domácnosti.

Záchyt dešťové vody z RD je ošetřen výše uvedeným zákonem, ale často se setkáváme se situací, kde zpevněné plochy na pozemku majitelů RD jsou vyspádovány směrem na veřejné prostranství. S takovýmto množstvím srážkových vod není v návrhu uvažováno.

V této zájmové lokalitě vznikne 25 RD. Při odhadu, že každý pozemek bude mít zpevněnou plochu 100 m² vyspádovanou na veřejné prostranství, tak hovoříme o ploše 2 500 m². Celková plocha zpevněných ploch veřejného prostranství, na kterou je proveden návrh zasakovacího zařízení je 6 169 m². Při uvažování, že by se plocha přibližně o 40 % zvětšila, tak bude tento návrh nedostatečný. Přesně proto je v návrhu uvedeno, že dešťová voda bude z komunikace svedena do navržených průlehů, aby se zvýšila retenční schopnost. Kapacita návrhu zasakovacího zařízení by se dala takto zvýšit, aby se umožnilo zasakování srážkových vod v co největší míře v místě spadu srážky. Srážková voda, která se při případném naplnění zasakovacího zařízení nestihne vsáknout, má možnost se bezpečnostními přepady dostat do bezejmenné občasně vodoteče, do které je bezpečnostní přepad vyveden.

A právě na tuto problematiku se tato diplomová práce zaměřuje. Snahou je tedy zvyšovat retenční schopnost našich povrchů a minimalizovat povrchový odtok dopadající srážkové vody na naši krajinu.

9. Závěr

V rámci zastavěného území, které klade vysoké nároky na vybavenost inženýrskými sítěmi a jinou veřejnou infrastrukturu, je vhodné v maximální míře použít taková opatření, která hospodaří se srážkovými vodami v místě jejich dopadu. Taková opatření nezatěžují kanalizační systémy a přispívají ke snížení odtoku povrchových vod.

Typy opatření umožňující vsakování srážkových vod se navzájem liší jak podobou a konstrukcí, tak i funkcemi, které určují vhodnost jejich použití. Typ opatření musí vždy vycházet z poměrů v daném místě. Jedná se především o infiltrační schopnosti podloží, prostorové podmínky a využití povrchu a uložení inženýrských sítí.

Obnova povrchů v městech a obcích by měla napomoci ke snížení odtoku povrchových vod a díky filtrační funkci použitých materiálů, ať už jsou součástí systémů propustných povrchů nebo vegetačních opatření, tak také ke snížení jejich znečištění.

V rámci území měst a obcí by bylo vhodné zmapovat objekty silničních vpustí, dešťové a jednotné kanalizace. V návaznosti na to vytipovat objekty, které lze od kanalizace odpojit a současně s tím naleznout plochy, u nichž je možné nahradit povrchy za propustné, v kombinaci s vhodnými opatřeními k odvádění přebytečných srážkových vod nebo novými prvky zeleně.

Téma hospodaření se srážkovými vodami je v dnešní době slyšet čím dál více, a proto se také neustále rozvíjí nové možnosti a technologie pro využívání těchto vod na našem území.

10. Seznam použitých zdrojů

ALIAxis, 2024: Hospodaření s dešťovou vodou Garantia.

(citováno) [cit. 2024.03.23.]

dostupné z:

http://www.aliaxis.cz/website/aliaxis-cz/downloads/katalogy/HDV/hospodareni_DEST_VODA.pdf

CAMPISANO A., a kol., 2017: Urban rainwater harvesting systems: Research, implementation and future perspectives. *Water Research* 115. 195-209 s.

ČHMÚ, ©2022: Mapy charakteristik klimatu (citováno) [cit. 2024.01.22.]

dostupné z:

http://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/hydrologicke_rocenky/HR_2022.pdf

ČSN 73 6110: Projektování místních komunikací. Český normalizační institut, Praha. 5, 2006. 126 s.

ČSN 73 6056: Odstavné a parkovací plochy silničních vozidel.

Praha: ÚNMZ, 2011. 28 s.

ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2017. 44 s.

HASSELL, C., 2005: Rainwater harvesting in the UK—a solution to increasing water shortages. In: *Proceedings of the 9th International Conference on Rainwater Catchment Cistern Systems*. Petrolina, Brazil.

HEIN D.K., 2014: Permealbe Pavement Design and Construction Case Studies in North America. Conference: Transportation Association of Canada 2014 Annual Meeting (citováno) [cit. 2024.02.01.]

dostupné z:

http://www.researchgate.net/publication/290946871_Permeable_Pavement_Design_and_Construction_Case_Studies_in_North_America.

HONSOVÁ, M., 2006: Srážkové poměry v České republice
(citováno) [cit. 2023.12.27.]

dostupné z:

[http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=650.](http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=650)

HLAVÍNEK, P. a kol., 2000: Příručka stokování a čištění. Brno: Noel, 2000. ISBN 80-860-2030-4.

HLAVÍNEK, P. a kol., 2007: Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. 1. Vydání. Brno: NOEL 2000. 164 s.

JÁČKA L. a kol., 2021: Effects of different tree species on infiltration and preferential flow in soils developing at a clayey spoil heap. *Geoderma*, 403: 115372.

KREJČÍ, V. a kol., 2002: Odvodnění urbanizovaných území - Koncepční přístup. 1. Vydání. Brno: NOEL 2000, 562 s.

KOPP, J., MARVAL, Š., 2021: Využití srážkových vod na veřejných prostranstvích. *Geografické rozhledy*, ročník 30. Plzeň.

MACHÁČ, J. a kol., 2017: Ekonomická analýza přírodě blízkých adaptačních opatření ve městě. Výsledky případových studií z Prahy, Brna a Plzně, 25 s.

MAKARIEVA A. M., GORSHKOV V. G., 2007: Biotic pump of atmospheric moisture as driver of the hydrological cycle on land, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, 1013-1033 (citována) [cit. 2024.03.17]

dostupné z:

<http://doi.org/10.5194/hess-11-1013-2007>, 2007

MAPY, ©2024: (citováno) [cit. 2024.02.10.]

dostupné z:

<http://mapy.cz/turisticka?q=Městec%20Králové&source=muni&id=4107&ds=2&x=15.3088313&y=50.2115283&z=13>

METODICKÁ POMŮCKA MMR, ©2019: Vsakování srážkových vod. Odbor stavebního řádu (citováno) [cit. 2024.02.04.]

dostupné z:

http://www.mmr.cz/getattachment/e16069fa-3bf8-4a1d-82af-28a17df865c5/Metodika-vsakovani_srpen2019.pdf.aspx?lang=cs-CZ&ext=.pdf.

Ministerstvo životního prostředí v meziresortní spolupráci s využitím klimatologických podkladů Českého hydrometeorologického ústavu, 2015: Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, (citováno) [cit. 2024.03.17]

dostupné z:

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

NOVOTNÝ I., a kol., 2010: Maximální přípustná hodnota faktoru ochranného vlivu vegetace. (citováno) [cit. 2024.03.20.]

Dostupné z:

<http://geoportal.vumop.cz>

O'DONNELL, E. a kol., 2020: The blue-green path to urban flood resilience. Blue-Green Systems, 45 s.

SANSALONE, J. a kol., 2012: Filtration and clogging of permeable pavement loaded by urban drainage. Water Research 46. 6763-6774 s.

SLAVÍKOVÁ, L., 2007: Ochrana před povodněmi v urbanizovaných územích. IREAS, Institut pro strukturální politiku, Praha: 82 s.

SYNÁČKOVÁ, M., 2014: Základy vodního hospodářství. Studijní texty ČZU v Praze. 96 s.

SYED, A. H., 2016: Harvesting Rainwater from Buildings. Springer. Dhaka. 266 s.

TNV 75 9011, 2013: Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., (citováno) [cit. 2024.01.30.]

dostupné z:

<http://eagri.cz/public/portal/-q363041---QOCSTmOG/tnv-75-9011-hospodareni-se-srazkovymi>

TP 83: Odvodnění pozemních komunikací. Ministerstvo dopravy České republiky, Praha, 2014. 60 s.

TP 103: Navrhování obytných a pěších zón. Ministerstvo dopravy České republiky, Praha, 2008. 99 s.

TP 170: Navrhování vozovek pozemních komunikací. Ministerstvo dopravy České republiky, 2014. 23 s.

VÍTEK, J. a kol., 2015: Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Praha, 128 s.

VRÁNA, J., 2011: Dimenzování vsakovacích zařízení dle nové ČSN 75 9010 (citováno) [cit. 2024.02.10.]

dostupné z:

<http://www.voda.tzb-info.cz/destova-voda/7558-dimenzovani-vsakovacich-zarizeni-dle-nove-normy-csn-75-9010>

VYHLÁŠKA Č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.

VYHLÁŠKA Č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.

ZAJÍČEK, J. a kol., 2021: Technologie stavby vozovek. Praha: ČKAIT. 394 s.

ZÁKON Č. 13/1997 Sb. Zákon o pozemních komunikacích.

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

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

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