



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATERMANAGEMENT

APLIKACE PRINCIPU HOSPODÁŘENÍ SE
SRÁŽKOVOU VODOU PŘI REVITALIZACI
BÝVALÉHO PRUMYSLOVÉHO AREÁLU

SCHEME OF PRECAUTIONS TO REDUCE IMPACT OF DROUGHT IN CITY
INTRAVILAN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lívia Záchenská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN RUČKA, Ph.D.

BRNO 2023



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3656 Městské inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program
Studijní obor	Městské inženýrství
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Lívia Záchenská
Název	Aplikace principů hospodaření se srážkovou vodou při revitalizaci bývalého průmyslového areálu
Vedoucí práce	Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Datum zadání	21.10.2022
Datum odevzdání	26. 5. 20223

V Brně dne 8. 11. 2022

doc. Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

[1] Stránský, D. a kol.: Srážkové vody a urbanizace krajiny, ČKAIT, Praha, 2012, ISBN 978-80-87438-28-2

[2] TNV 75 9011: Hospodaření se srážkovými vodami, Sweco Hydroprojekt, a.s., Praha, 3/2013

[3] Žabička, Z., Vrána, K.: Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech, ČKAIT, Praha, 2011, ISBN 978-80-87438-14-5

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V rámci bakalářské práce bude ve vybrané části prostoru bývalého areálu Zbrojovky v Brně Zábřdovicích, vyřešena problematika hospodaření se srážkovou vodou. V úvodní části práce bude proveden průzkum lokality a popis vytipovaných objektů a ploch, pro které budou následně navržena technická opatření pro nakládání se srážkovými vodami. Práce bude obsahovat část rešeršní i praktickou. Jednotlivé objekty budou navrhovány na základě hydrotechnických výpočtů a bude pro ně vypracována základní technická dokumentace.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Ručka, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Hlavnou témou bakalárskej práce je nakladanie so zrážkovými vodami v intraviláne obce, a to konkrétne v areáli mestského brownfieldu. Práca sa zaoberá analýzou a návrhom na obnovu konkrétneho brownfieldu, a neskôr sa ku nemu viaže riešenie pre nakladanie so zrážkovými vodami. Jej cieľom je navrhnúť hospodárske využitie zrážok v prospech obyvateľov a životného prostredia.

V úvodnej časti je pozornosť upriamená na informácie o problematike nakladania s vodou ako sú napríklad: spotreba pitnej vody, klimatické zmeny, preťaženie stokových sietí, šedá voda a dopad na životné prostredie. V teoretickej časti sa okrem témy zrážkových vôd rieši aj otázka ziskovosti brownfieldov, ďalej bola vyhotovená analýza vybraného brownfieldu, ku ktorej bol následne vytvorený návrh na obnovu.

V praktickej časti sa nachádza zoznámenie s konkrétnymi spôsobmi nakladania s dažďovými vodami, ktoré sú doplnené o legislatívnu a matematickú stránku. Územie brownfieldu bolo rozdelené na menšie celky, kde sa implementovali konkrétne zariadenia pre vsakovanie alebo retenciu, a návrhy boli doplnené o tabuľkové výpočty a grafický náčrty.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zrážková voda, nakladanie so zrážkovými vodami, vsakovanie, retencia, brownfield, intravilán, klimatické zmeny, urbanizmus

ABSTRACT

This bachelor's thesis examines rainwater management in an urban intravillan, focusing on the revitalization of a former industrial brownfield in Brno. The study analyses the challenges associated with rainwater management and proposes an economical solution that benefits both citizens and the environment.

The introduction provides insights into water management, including consumption, climate change, sewer line overloading, greywater utilization, and environmental impacts. The theoretical section explores the profitability of brownfield revitalization, incorporating an analysis of the former industrial area. Based on this analysis, a renewal plan for the brownfield is developed.

The practical part introduces specific rainwater management facilities, addressing legislation and mathematical considerations. The brownfield is divided into sections, and the implementation of rainwater management facilities is proposed for each section. The facilities are accompanied by calculated charts and graphics for better visualization.

This thesis contributes to the field of rainwater management in urban intravillan areas by presenting a practical approach to address the challenges associated with rainwater in a former industrial brownfield. The proposed economical solution aims to enhance citizen well-being and promote environmental sustainability.

KEYWORDS

Rainwater management, rainwater, retention, infiltration, environment, brownfield, industrial area, urbanism

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ZÁCHENSKÁ, Livia. Aplikace principů hospodaření se srážkovou vodou při revitalizaci bývalého průmyslového areálu. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/150108>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Jan Ručka.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Urbanistická analýza a teorie veřejného prostoru pro 21. století* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2022

Lívia Záchenská
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Aplikace principů hospodaření se srážkovou vodou při revitalizaci bývalého průmyslového areálu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26.5. 2023

Lívia Záchenská
autor práce

POĎAKOVANIE

Pod'akovanie patrí najmä môjmu vedúcemu bakalárskej práce pánovi Ing. Jánovi Ručkovi, Ph.D., za trpezlivosť, odborné rady, profesionalitu a ochotu počas konzultačných hodín. Ďalej by som sa chcela poďakovať svojej rodine, ktorá ma podporovala počas celej dĺžky môjho štúdia, a spolužiakom za ochotu pomôcť počas všetkých spoločných rokov.

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
1.1	CIEĽ PRÁCE	11
2	PROBLEMATIKA ZRÁŽKOVEJ VODY	12
2.1	ÚVOD DO PROBLEMATIKY	12
2.2	ŠEDÁ VODA A INÉ ODPADOVÉ VODY Z DOMÁCNOSTÍ	13
2.3	ODTOK VODY	15
2.4	ZMENA PRÍSTUPU K DAŽĎOVEJ VODE	16
3	POPIS BROWNFIELDU ZBROJOVKA BRNO.....	20
3.1	BROWNFIELD AKO TAKÝ	20
3.2	VÝVOJ BRNOWNFIELDOV.....	21
3.3	ABC KATEGÓRIE.....	22
3.4	OPIS STAREJ ZBROJOVKY	23
3.5	ANALÝZA BROWNFIELDU STAREJ ZBROJOVKY.....	25
3.5.1	POLOHA	26
3.5.2	DOPRAVA	28
3.5.3	PRÍRODNÉ PODMIENKY.....	28
3.5.4	LIMITY V ÚZEMÍ.....	28
3.5.5	INŽINIERSKE SIETE	29
3.6	NÁVRH OBNOVY BROWNFIELDU	30
3.6.1	VÝSTAVBA NOVÝCH BYTOVÝCH DOMOV	31
3.6.2	VÝSTAVBA SLUŽIEB OBČIANSKEHO VYBAVENIA.....	31
3.6.3	REKONŠTRUKCIA EXISTUJÚCICH FUNKČNÝCH BUDOV.....	31
3.6.4	OPTIMALIZÁCIA DOPRAVNEJ INFRAŠTRUKTÚRY AREÁLU.....	32
3.6.5	OPTIMALIZÁCIA VEREJNÝCH PRIESTRANSTIEV	32
3.6.6	ZVELADENIE A PODPORA RASTU ZELENE	32
3.7	ZHODNOTENIE NÁVRHOVÉHO RIEŠENIA.....	33
4	NAKLADANIE SO ZRÁŽKOVÝMI VODAMI	34
4.1	GEOLOGICKÝ PRIESKUM.....	34
4.2	VSAKOVANIE	35
4.2.1	POVRCHOVÉ VSAKOVANIE	35
4.2.2	PODPOVRCHOVÉ VSAKOVANIE.....	38
4.3	RETENCIA	41
4.4	MATEMATICKÝ MODELOVÝ ZÁKLAD OBJEMOVÝCH ZRÁŽKOVÝCH VÔD ...	48

4.4.1	VÝPOČET OBJEMU ZRÁŽKOVÝH VÔD,.....	48
4.4.2	PRIETOK ZRÁŽKOÝCH VÔD.....	48
4.4.3	VSAKOVACIA SKÚŠKA.....	49
4.4.4	VSAKOVACIA PLOCHA	49
4.4.5	VSAKOVACÍ ODTOK	50
4.4.6	RETENČNÝ OBJEM VSAKOVACIEHO ZARIADENIA	50
4.4.7	DOBA PRÁZDNENIE VSAKOVACIEHO ZARIADENIA.....	51
4.5	LEGISLATÍVNY RÁMEC A PRÁVNA ÚPRAVA	52
4.5.1	POLITIKA ÚZEMNÉHO ROZVOJA ČR	52
4.5.2	PLÁN HLAVNÝCH POVODÍ ČR	52
4.5.3	ZÁKON Č. 254/2001 Sb.,.....	53
4.5.4	VYHLÁŠKA Č. 501/2006 Sb.,.....	53
4.5.5	VYHLÁŠKA Č. 268/2009 Sb.,.....	54
4.6	TECHNICKÉ PŘEDPISY SOUVISEJÍCÍ S HDV	54
4.7	NÁVRH NA HOSPODÁRENIE S DAŽĎOVOU VODOU V AREÁLI.....	56
5	DISKUSIA	69
6	ZÁVER.....	70
7	POUŽITÁ LITERATÚRA	71
	ZOZNAM OBRÁZKOV.....	74
	ZOZNAM TABULIEK	76
	ZOZNAM PRÍLOH	77

1 ÚVOD

Bakalárska práca sa na začiatku zaoberala základnými informáciami o problematike dažďovej vody ako takej, a presiahla až do tém decentrálneho riešenia nakladania so zrážkovými vodami.

Z problematiky zrážkových vôd sa práca presúva na problematiku brownfieldov v mestách, a po stručnom úvode nastáva analýza brownfieldu bývalej Zbrojovky. V analýze sa zisťuje poloha, prírodné podmienky, limity a hodnoty územia. Samotný návrh obnovy brownfieldu obsahuje textové aj grafické prvky.

Hlavná časť bakalárskej práce sa zaoberá nakladaním so zrážkovými vodami, kde najskôr predstavuje všetky možné riešenia a zariadenia, následne predstavuje metodiku ako matematické výpočty a legislatívu.

V závere hlavnej časti sú navrhnuté samostatné riešenie nakladania s dažďovými vodami pre určité časti brownfieldu bývalej Zbrojovky, ktoré sú podložené grafickými náčrtmi a tabuľkovými výpočtami.

Pri návrhu bola rešpektovaná mierka, bola zachovaná poloha a rozmer priestoru.

1.1 CIEĽ PRÁCE

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo navrhnuť systém pre nakladanie so zrážkovými vodami v areáli bývalej Zbrojovky v Brne – Zábrdovicích.

2 PROBLEMATIKA ZRÁŽKOVEJ VODY

2.1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Problematika klimatických zmien a ich dopad na každodenný život človeka je téma, ktorá sa v posledných rokoch šíri celým svetom. Popularitu si táto problematika získala najmä, keď začala ovplyvňovať životy Európanov a ľudí z takzvane vyspelých oblastí sveta.

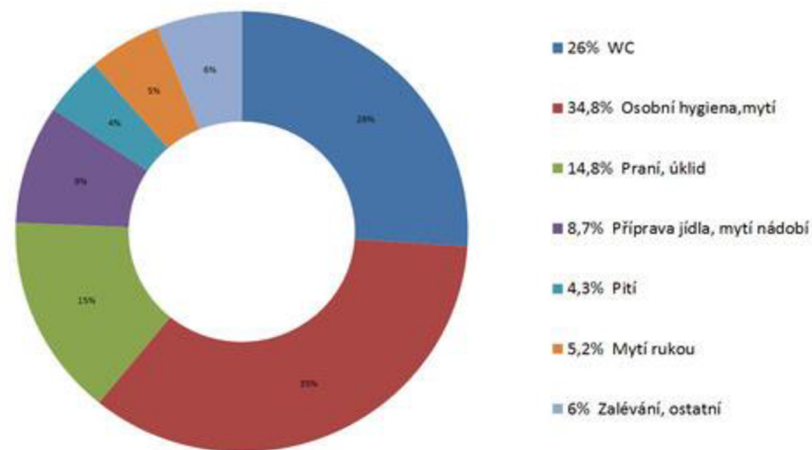
V roku 2018 sa neslávne dostala do popredia Juhoafrická republika, a to vďaka problematike nedostatku pitnej vody a extrémneho sucha, odborníci v tej dobe uvádzali, že pokiaľ ľudia nezmenia svoje návyky spotrebovania pitnej vody hrozí im totálne vyčerpanie pitných zdrojov, lehota, v ktorej malo nastať úplné sucho bola nazvaná „Day zero“, alebo aj deň nula, ktorý bol stanovený na dátum 16.4.2018. Obyvatelia Juhoafrickej republiky znížili svoju spotrebu na 53 litrov os/deň a tým posunuli hrozbu osudného dňa o niekoľko rokov neskôr. [1]

Tento fenomén vidíme aj v Českej Republike, kde sa množstvo zdrojov pitnej vody začalo znižovať a ohrozovať budúcnosť kvality a dostupnosti pitnej vody pre bežného občana. V roku 2019 bola priemerná denná spotreba vody 89 litrov na osobu. [2] Pri počte občanov Českej republiky sa jedná o neskutočné množstvo spotrebovanej vody, ak rátame s 10 miliónmi občanov ČR, z ktorého odrátame dva milióny za obyvateľov, ktorí sa nenachádzajú na území ČR, deti, ktorých spotreba je nižšia a ľudí, ktorí nemajú pravidelný prístup ku zdrojom pitnej vody, tak za rok sa spotrebuje objem vody rovný 259 880 000 m³, aj napriek tomuto zdanlivo obrovskému číslu sa Česká republika radí medzi krajiny s nižšou spotrebou vody, dokonca od roku 1989 klesla spotreba občana o 45,5%. [3]

Avšak s narastajúcou populáciou a potrebami ľudí na využívanie vody, je potrebné sa zamyslieť, či sa pitná voda v republike využíva optimálne.

Na zníženie zbytočnej spotreby je nutné identifikovať spôsoby, ako je voda spotrebovávaná. Najčastejšou je spotreba človeka na: pitnú vodu, hygienu (sprchovanie, umývanie), pranie, splachovanie. Pridružené činnosti, pri ktorých je voda spotrebovaná sú: závlaha zelene, napúšťanie bazénov, kúrenie, či stavebné práce.

Najlepším riešením pre uchovanie stávajúceho množstva pitnej vody, ktoré máme, je zníženie jej spotreby a to implementáciou využívania šedej a dažďovej vody.



Obrázok 1 Spotreba vody [2]

2.2 ŠEDÁ VODA A INÉ ODPADOVÉ VODY Z DOMÁCNOSTÍ

Šedou vodou nazývame podľa európskej normy EN 12056 splaškové a odpadové vody, ktoré neobsahujú fekálie, moč a odtekajú z umývadiel, sprích, drezov a podobne. [2] V českej verzii normy ČSN 75 6780 je šedá voda označovaná ako všetky splaškové domové odpadné vody, okrem odpadných vôd z WC a pisoárov.

Pre šedú vodu je charakteristické kolísanie hodnôt znečistenia, tie priamo ovplyvňuje životný štýl obyvateľstva, obecné však môžeme povedať, že najčistejšie a tým pádom najľahšie na využívanie sú vody z umývadiel a sprích, na druhú stranu, odpadné vody z kuchynských drezov a umývačiek, ktoré obsahujú veľké množstvo tukov a nečistôt sú omnoho zložitejšie na opätovné využívanie a označujú sa za podmienenčne použiteľné, tým pádom je vhodných na recykláciu 50-70% šedej vody [4]. Celkovo môžeme deliť odpadové vody z domácností na tieto kategórie:



Obrázok 2 Kategórie odpadovej vody [vlastná tvorba]

Zatiaľ čo sa šedá voda môže prečistiť a opätovne využívať (tzv. biela voda), s čiernou, ktorá pochádza z toaliet a pisoárov to nie je také jednoduché.

V dnešnej dobe sa môžeme stretnúť s toaletami, ktoré oddelia žltú a hnedú vodu, pričom žltá, ktorá pochádza z moču je bohatá na dusík, fosfor a draslík [4], a tým pádom je aj veľmi dobre použiteľná ako hnojivo, s týmito praktikami sa zatiaľ často nestretávame.

Okrem odpadových vôd sa v domácnostiach rieši aj nakladanie s vodami dažďovými. Z bytových domov alebo väčších komplexov je táto zrážková voda väčšinou odvádzaná rovno do jednotnej alebo v lepšom prípade do dažďovej kanalizácie. V rodinných domoch je zvykom už dlhé roky takúto vodu zachytiť do aspoň provizórnej nádoby alebo sudu a neskôr ju využívať na zálievku.

Dažďová voda predbieha šedú vodu v smere čistoty, zatiaľ čo šedú vodu je nutné prečistiť na ďalšie užívanie, dažďová voda síce obsahuje radu látok, ktorú získala počas dopadu cez atmosféru ale spravidla je čistejšia než voda šedá. Tento fakt ale môže byť ovplyvnený najmä miestom dopadu. Zatiaľ čo na streche domu kvapka vody na seba nabalí vtáčí trus, lístie alebo prach, tak z povrchu parkoviska alebo odstavných plôch sa už môže jednať o riziko znečistenia ropnými látkami, preto je potrebné usúdiť, či je vhodné takto získanú vodu ďalej vsakovať do pôdnej vrstvy vid'. Tabuľka 1.

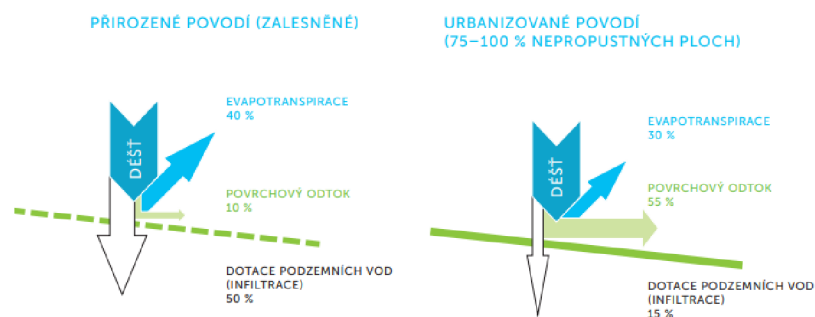
Tabuľka 1 Orientačné hodnotenie znečistenia zrážkových vôd z hľadiska znečistenia nerozpustenými látkami [5]

Míra rizika znečistení srážkových vod a prípustnosť vsakování	Typ odvodňované plochy
Prípustné vsakování	zatravněné plochy, louky a kulturní krajina s možným odtokem srážkových vod do odvodňovacích systémů
	střechy o redukované odvodňované (redukované) ploše <200 m ² (výpočet redukované plochy viz ČSN 75 9010)
	terasy v obytných částech a jim podobné plochy
	komunikace pro pěší a cyklisty
Podmínečně přípustné vsakování	vjezdy do individuálních garáží a příjezdy k rodinným domům a stavbám pro individuální rekreaci
	střechy o redukované odvodňované redukované ploše ≥ 200 m ² (výpočet redukované plochy viz ČSN 75 9010)
	pozemní komunikace pro motorová vozidla;
	parkoviště motorových vozidel do 3,5 t a autobusů
Nevhodné vsakování*)	letištní plochy pro startování a přistávání letadel
	parkoviště u opraven vozidel a ploch opraven vozidel, autobazarů a autovrakovišť
	komunikace průmyslových a zemědělských areálů
	letištní plochy, na nichž je prováděna zimní údržba letadel (rozmrazování povrchu pomocí chemických prostředků)
	plochy pro uskladnění aut (ošetřených z výroby)
plochy pro hospodaření s odpady a pro manipulaci s nebezpečnými a zvláště nebezpečnými látkami	
další plochy dle individuálního zvážení možných rizik	

2.3 ODTOK VODY

Zatiaľ čo opätovné využívanie šedej vody v domácnostiach je založené skôr na vôli jednotlivcov, mestá a obce začínajú kvôli zvýšenej urbanizácii implementovať efektívne využívanie dažďovej vody.

Urbanizované územia sú známe hustotou spevnených plôch, jedná sa najmä o chodníky, cesty, parkoviská a strechy budov, ktoré dažďovú vodu nevedia vsiaknuť a jediná možnosť je túto vodu odvieŕť ďalej. V prirodzenom zalesnenom prostredí, kde sa nachádza veľmi nízke percento nepriepustných plôch sa 50% zrážok infiltruje do podzemných vôd, 10% odteká a 40% je vyparovaných, na druhej strane spektra máme vysoko urbanizované priestranstvá s obsahom 75-100% nepriepustných plôch, kde sa len 15% infiltruje do podzemných vôd, 30% sa vyparí a až 55% zrážkových vôd je odvádzaných do dažďových vpustí a stokovou sieťou preč z urbanizovaných povodí [6], to má za následok preťaženie stokovej alebo dažďovej kanalizácie a ochudobnenie podzemných vôd, ktoré ďalej spôsobujú nedostatky pitnej vody.



Obrázok 3 Porovnanie odtoku dažďových vôd [6]

Ďalším dôsledkom zvýšeného objemu povrchového odtoku je zmena rýchlosti hydrologického režimu [7], ktorá sa prejavuje zvýšeným výskytom lokálnych povodní, čo spôsobujú škody na hmotnom majetku, prípadne aj na zdraví človeka, ako povodne bežné.

Veľký objem povrchového odtoku, môže v mnohých prípadoch prekročiť kapacitu stokovej siete, tento jav nastáva hlavne v období dažďov, kedy klimatické zmeny ovplyvnili periodicitu dažďov s vysokou intenzitou. Intenzita dažďovej zrážky závisí na dobe trvania dažďa (čím kratšia doba, tým intenzívnejší dažď) a na periodicite zrážkovej činnosti, tá udáva koľkokrát do roka sa dažď určitej intenzity v danom mieste vyskytuje (periodicita 1 udáva, že dažď príslušnej intenzity sa vyskytuje len

1-krát do roka). Na základe štatistických meraní boli zhromaždené údaje o veľkosti intenzívnych zrážok v rôznych mestách Českej republiky.

Tabuľka 2 Intenzita dažďa v niektorých mestách [5]

MIESTO	DOBA TRVANIA DAŽĎA [min]								
	5	10	15	15	15	15	30	60	60
	PERIODICITA DAŽĎA								
	1	1	5	1	0,5	0,2	1	1	0,5
INTENZITA DAŽĎA [l/s.ha]									
Brno	220	163	62	129	161	203	76	44	74
České Budejovice	200	144	56	113	143	190	69	40	72
Hradec Králové	250	155	55	113	143	182	66	37	62
Karlovy Vary	212	139	52	107	139	184	65	38	68
Olomouc	260	172	62	130	162	206	77	45	73
Ostrava	242	167	66	128	157	198	76	44	73
Praha	240	163	57	126	164	217	72	41	75
Zlín	243	174	69	138	170	213	82	48	78

2.4 ZMENA PRÍSTUPU K DAŽĎOVEJ VODE

Najdôležitejšia zmena musí nastať v pohľade na dažďovú vodu, konvenčne je vnímaná ako problém a jediné riešenie je odvieť ju, čo najkratšou cestou do recipientu, ktorým je buď kanalizácia alebo vodný tok. Kanalizácia vo väčšine miest je jednotná, čo znamená, že voda splašková a dažďová je odvádzaná spoločne a preťažuje kanalizačné siete. V posledných rokoch mestá riešia tento problém budovaním retenčných nádrží, ktoré majú za úlohu vodu dažďovú zachytiť, a až pri preťažení majú za úlohu ich vypúšťať do vodného recipientu – vodného toku, tieto nádrže sú však najmä kvôli nedostatku voľných plôch v okolí a ich výkupu finančne a priestorovo náročné, [6].

Aj keď sa toto riešenie zdá ako efektívne, tak pri zvýšenej urbanizácii a zmene klimatických podmienok je nedostačujúce.

Východiskom týchto negatívnych dôsledkov je centrálné odvádzanie zrážkových vôd a ich decentrálna hospodárenie, v našich končinách tiež označované ako Hospodárenie so zrážkovými vodami HDV [6].

Hospodáriť s vodou znamená jej zmysluplné užívanie, a to napodobením prirodzeného hydrologického režimu pomocou decentrálnych objektov, ktoré vodu zadržujú, vsakujú, vyparujú alebo čistia.

Medzi základné pravidlá HDV patrí:

- 1) Redukcia a transformácia odtoku zrážkovej vody sa koná na pozemku, to znamená v mieste dopadu zrážky a za finančné prostriedky majiteľa odvodňovanej nehnuteľnosti;
- 2) Zrážkové vody nie sú miešané s vodami splaškovými, iba tak je možné ich účinne vyparovať, vsakovať, či využívať k ďalšiemu užitiu;
- 3) Množstvo odtoku zrážkových vôd zo zastavanej parcely je rovnaké ako množstvo, ktoré by odtieklo z prirodzeného zemskeho povrchu.

Za najväčšiu výhodu HDV sa považujú jej kvantitatívne prednosti, okrem týchto vodohospodárskych vlastností však disponuje aj zvýšením kvality vyššej, či nižšej vegetácie v meste, ktorú môžeme nazvať zelenou infraštruktúrou priamo zlepšujúcou komfort bývania v danej oblasti.

Tento spôsob odvodňovania umožňuje udržateľný rozvoj miest a obcí v environmentálnych, ekonomických a bezpečnostných kategóriách.

Samotné vsakovanie alebo retencia, sú docielené jednoduchými objektami na pozemkoch nehnuteľností. „Aplikace HDV do koncepcí odvodnění je vytvořen perspektivní předpoklad pro rozšiřování, rekonstrukce, a revitalizace měst a obcí podle vodohospodářských principu udržitelného rozvoje. Jednotlivé objekty a zařízení HDV tedy nejsou jen projevem technické dovednosti pro řešení lokálních problémů při odvodnění, tak jak je dnes mylně interpretováno. HDV představuje přechod k jiným principům a hodnotám.“ [6]

V urbanizovaných oblastiach je to aspoň snaha o napodobenie prirodzeného cyklu vody, napriek tomu je HDV v mnohých prípadoch vnímané ako nezmyselné predražovanie stavieb, a implementuje sa len s veľkou nevôľou,

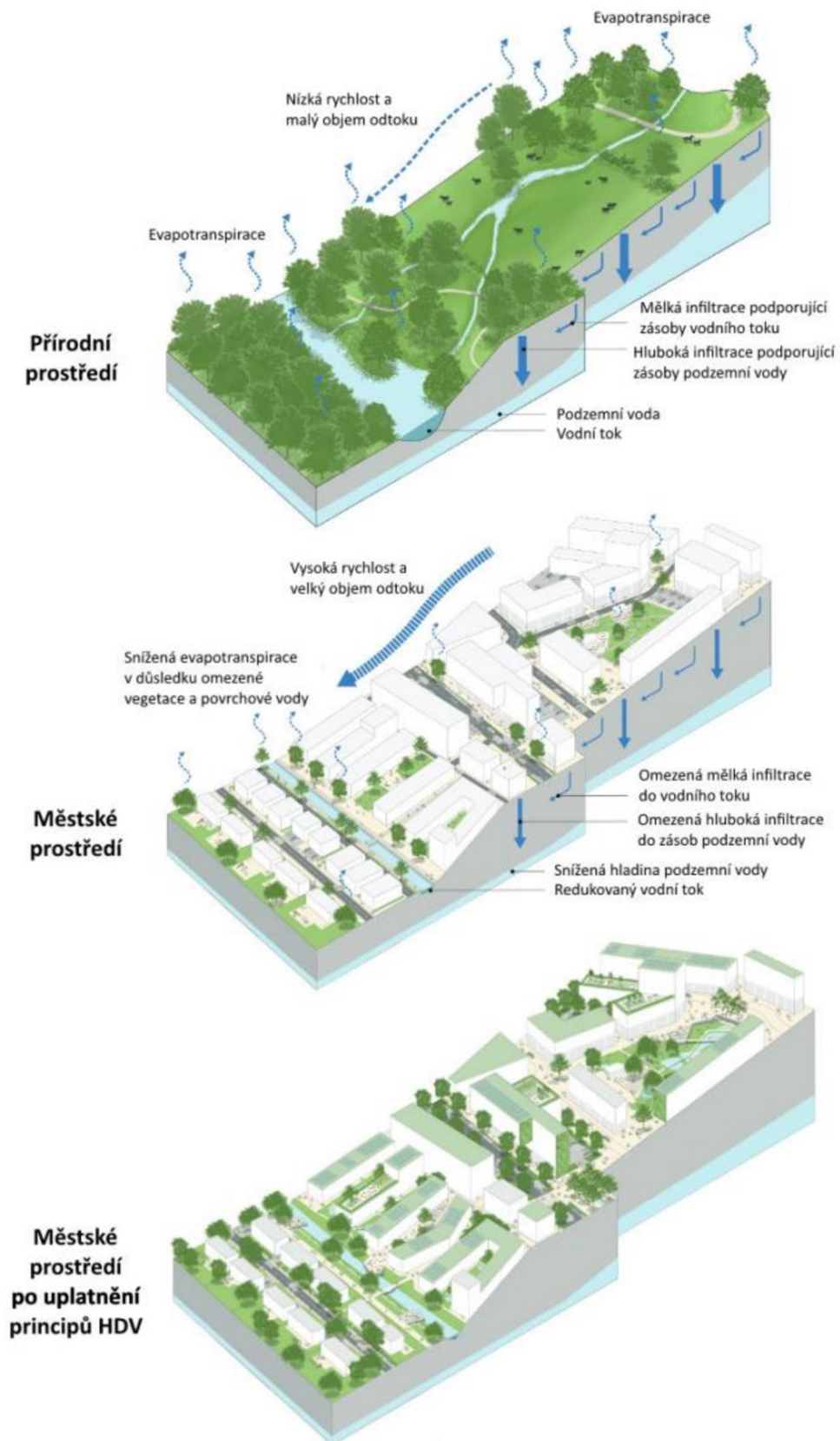
z tohto dôvodu by v koncepčných materiáloch mali byť formulované a skonkretizované pravidlá a postupy pre dodržanie princípov hospodárenia s dažďovou vodou tak, aby na území mesta nebol jeho budúci rozvoj negatívne ovplyvnený súčasnou výstavbou.

Existuje len málo prípadov, kde je HDV spomenuté viac do hĺbky v územnom plánovaní, väčšinou sa jedná len o veľmi okrajové spomenutie nakladania so zrážkovými vodami.

Územne plánovacie podklady (ÚPP) a Územne plánovacia dokumentácia (ÚPD) sa zväčša zameriavajú len na ochranu vodných zdrojov a centrálnu ochranu pred povodňami, a to skrz vymedzovanie záplavových území či protipovodňových opatrení, na druhú stranu sa vyššie zmieneným podkladom a dokumentom nemôže zazlievať fakt, že riešenie problematiky hospodárenia so zrážkovou vodou majú detailnejšie riešené pre extravilány obcí, kde sa následne riešia pomocou pozemkových úprav.

Územný plán, ktorý by obsahoval koncepčné zásady a pravidlá pre HDV, bude priamo prispievať k vyváženému a udržateľnému rozvoju území, zjednoteniu prístupu k hospodáreniu so zrážkovými vodami vo väčších celkoch a uprednostneniu aplikácií prírode blízkyh opatrení.

Ak však má nastať zmena v intravilánoch obcí a miest, je nutné aby urbanisti, architekti, dopravný inžinieri a v neposlednej rade vodohospodári vzájomne spolupracovali a vytvorili tak obecne záväzné pravidlá pre pozemné či dopravné stavby.



Obrázok 4 Dopad urbanizácie na odtok povodí [8]

3 POPIS BROWNFIELDU ZBROJOVKA BRNO

3.1 BROWNFIELD AKO TAKÝ

Aj v prirodzene rozvíjajúcom sa mestskom organizme existujú územia, ktoré sú nevyužívané a zanedbané. Spôsobujú to životné cykly sociálnej, ekonomickej či funkčnej spoločnosti, ktoré majú rôznu dynamiku a nie vždy sú v súlade [8]. Kvalitný rozvoj urbanizovaného územia, by nemal byť zameraný len na expanziu voči novým územiám, ale mal by sa zameriavať aj na údržbu a obnovu už existujúcich území mestskej štruktúry.

Gradácia tohto problému nastáva najmä na pozemkoch a stavbách, ktoré zohrávali významnú funkciu v organizme mesta, pôsobia ako bariéra pre budúci rozvoj, obmedzujú využívanie iných území v meste a upriamujú negatívne svetlo na mesto ako celok.

Rádovo zasiahnuté územia, majú negatívny vplyv nie len na objekty v bezprostrednom kontakte, ale aj celé sídelné celky. Tieto zanedbané priestranstvá sa mnohokrát nachádzajú v pre človeka atraktívnych lokalitách, či už na bývanie alebo podnikanie. Kladú negatívny estetický ráz priestoru v bližšom aj širšom okolí, ktorý sa prejavuje celým spektrom problémov ako sú napríklad kriminalita, nezamestnanosť a izolácia tam žijúcich ľudí.

Degradácia prirodzenej mestskej štruktúry a jej následná obnova sa nachádza v rôznych fázach vývoja, problémom sa stáva moment, keď samotný stav degradácie je tak územne rozsiahly a hlboký, že obnova a jej naštartovanie v rámci prirodzených procesov regenerácie nie je možná, nebezpečenstvo sa stupňuje najmä s rizikom negatívneho vplyvu na úpadok mesta ako celku.

Územie využívané na priemysel, sklady, poľnohospodárstvo, školy, byty, dopravu či iné služby, ktoré sa dostalo do vyššie zmienenej situácie v dnešnej dobe označujeme termínom brownfield.

Prvá definícia tohto pojmu sa vzťahovala na rozvoj, nové využitie alebo revitalizáciu území, ktoré disponovali potencionálnou hrozbou nebezpečných látok alebo negatívnym vplyvom na životné prostredie, zväčša prichádzajúcim s ukončením pôvodnej výroby (hlbinná ťažba, skládka, odkaliská, chemická výroba).

“Celkovo tieto zmeny zanechali v našich mestách a obciach obrovské dedičstvo brownfieldov, stratu prírodnej alebo poľnohospodárskej pôdy a zníženú ekonomiku využitia územia“ [9]. Prítomnosť priemyselných záťaží už v dnešnej dobe nie je podmienkou preto, aby sme mohli použiť označenie brownfield, v súčasnosti je toto označenie využívané pre pokrytie najmä území, ktoré boli degradované akýmkoľvek funkčným užitím a môže alebo nemusí mať ekologickú záťaž, zároveň však musí ísť o plochu na ktorej pôvodné využitie skončilo a impulz trhu na opätovné využitie nebol vyslovený.

3.2 VÝVOJ BRNOWNFIELDOV

Najväčší vplyv na vývoj brownfieldov mala v našich končinách politika 80-90rokov, až po takmer 10 rokoch od významných udalostí roku 1989, sa začali vnímať tieto pozemky ako problém, niekoľko rokov ešte stále trvalo úplné pochopenie odlišnosti potenciálov území na ďalšie využitie.

Dokonca aj dnes sa stretáme s nepochopením pre riešenie brownfieldov v neatraktívnych obchodných lokalitách. [9]

Významným princípom pre udržateľný rozvoj je pokrytie troch pilierov: zlepšenie ekonomiky, sociálnej súdržnosti a životného prostredia, tieto všetky ciele nám kvalitné opätovné využívanie brownfieldov vedia priniesť. Nové aktivity uskutočňujúce sa na revitalizovaných plochách vytvárajú nové verejné priestory, pracovné pozície, zvyšujú miestne príjmy a zlepšujú sociálnu súdržnosť, čo znamená, že zvyšujú kvalitu a hodnotu nehnuteľností v okolí. Tieto výhody čerpajú nie len obyvatelia ale aj developeri a vlastníci nehnuteľností.

Hlavnou zložkou k úspešnej regenerácii poškodených plôch je identifikácia možností a nových činností, ktoré je možné na ne umiestniť. [10] Pri úspešnej identifikácii sa nám naskytne druhá otázka a to je otázka ziskovosti, pokryjú nám zisky náklady na samotnú revitalizáciu?

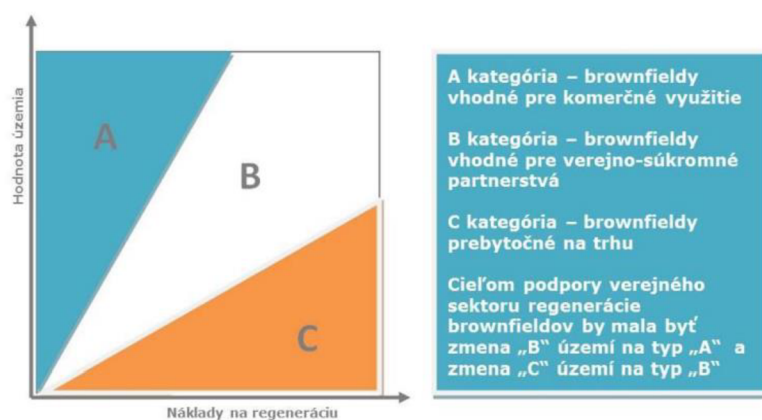
3.3 ABC KATEGÓRIE

Pre zistenie schopnosti ziskovosti území brownfieldov sa využíva graf A,B,C kategórií, graf poukazuje na pomer hodnoty územia a finančných nákladov na regeneráciu.

Na vývojovom potenciály sídla, môžeme zaradiť kategóriu A a B do oblastí územného, čiže hospodárskeho rastu, ktoré sa pravdepodobne nachádzajú v blízkosti hlavných infraštruktúr a mestských centrách.

Tieto potencionálne plochy sú atraktívne pre nové aktivity, využitie a investície so schopnosťou ekonomickej návratnosti. Na druhej strane máme územia zaradené v kategórií C, ktoré môžeme považovať za brownfieldy lokalizované ďalej od významnej infraštruktúry a tým pádom potenciál ich rozvoju je menší.

Podľa týchto pravidiel by som zaradila areál Zbrojovky do kategórií B, hodnota územia je síce dostatočne veľká, keďže sa nachádza v blízkosti mestskej infraštruktúry a môže priniesť veľa benefitov do okolia, avšak záťaž, ktoré so sebou nesie zo svojej predchádzajúcej činnosti ju posúvajú z kategórií A do kategórii B.



Obrázok 5 ABC Kategórie [10]

Okrem lokality má veľký vplyv na úspešnosť a ekonomický vývoj aj rozloha plochy, tu platí pravidlo, že menej je niekedy viac, a plochy s menšou rozlohou majú tým pádom väčšiu šancu pozitívneho dopadu na výslednú návratnosť projektu.

Z čisto logického hľadiska to dáva zmysel, keďže na menšej ploche je menej investičných povinností a na plochách väčších rozmerov môžu nastať problémy s jednotnosťou vlastníctva, technickou zložitnosťou a nevhodným využitím územia k pomeru jeho veľkosti.

Celospoločenská dôležitosť a potreba revitalizácie je podporená na všetkých úrovniach verejnej správy a to mnohými koncepčnými dokumentami. Samotná investícia do revitalizácie brownfieldu je pre vlastníkov a investorov spravidla omnoho nákladnejšia než novostavba na tzv. zelenej lúke, okrem vyšších nákladov, musia vlastníci rátať aj s celou radou rizík, ktoré na nich budú počas revitalizácie číhať. Investor musí do svojich výdajov započítať likvidáciu pozostatkov po predchádzajúcom využití lokality, hrozia mu nepredvídateľné komplikácie, na ktoré počas revitalizácie narazí, a sú spojené s faktormi ako napríklad ekologická záťaž. Realizácia je mnohokrát oddialená vinou komplikovaných a nevysporiadaných vlastníckych vzťahov. [9]

Potencionálne opätovné využívanie brownfieldov môžeme doceliť štyrmi základnými aktivitami a to sú: regenerácia, revitalizácia, dočasné využitie a naturalizácia.

Najviac drastickou zmenou je dôsledok regenerácie, kedy sa už zrekonštruovaným a vybudovaným nehnuteľnostiam dopraje nový vzhlad a využitie. Výsledkom revitalizácie je nový vzhlad už existujúcich priestorov, pre predbežné vyhodnotenie udržateľnosti projektu sa mnohokrát použije dočasné využitie, kedy sa viac, či menej uchováva súčasný stav priestorov a dočasné používanie chráni hodnoty do nájdenia nového využitia.

Najmenej drastickou a pre prírodu najvýhodnejšou zmenou brownfieldu je proces naturalizácie, kedy sa znečistená a zničená plocha navráti k prírode, demoláciou štruktúr a nasledovným zatrávením/zalesnením. [9]

3.4 OPIS STAREJ ZBROJOVKY

Brnenským obyvateľstvom známa Stará Zbrojovka, je súčasný brownfield, na ktorého pôde stál v minulosti komplex budov, ktoré boli využívané na výrobu, tá sa však v priebehu rokov menila, a spolu s ňou aj výzor a plnohodnotné využitie tohoto komplexu.

Z pôvodných rakúsko-uhorských delostreleckých dielní vznikla v roku 1918 československá štátna zbrojovka známa pod názvom Zbrojovka a.s., ktorej hlavnou úlohou bolo v začiatkoch biznisu montáž rakúskych pušiek Mannlicher, neskôr zamenené za nemecké pušky Mauser a nakoniec to bola výroba pušiek podľa vlastného vzoru.

Ku pôvodnej jednej továrenskej budove boli kvôli zmene a zvýšeniu výroby o guľomety, automobily, náradie a potreby do strojárstva vystavané v rokoch 1924-1925 ďalšie budovy. Zo zvýšenou produkciou sa mohla Zbrojovka začať zameriavať aj na civilný dopyt, a začala vyrábať bicykle, priemyselné váhy, motory a špeciálne náradie. Vďaka jej presnej výrobe s originálnym tolerančným systémom pre vlastnú výrobu sa stala jedným z priekopníkov normalizácie v Československu, taktiež sa s jej kvantitatívnou produkciou pušiek v polovici 20tych rokov stala takmer najväčším výrobcom na svete. O 10 rokov neskôr sa objavila výroba písacích strojov Remington (vid'.obr.6), táto expanzia mala za následok koncern svetového významu, kedy boli nákupom akcií získané kapitálové časti obdobných produkcií v Rumunsku, Slovensku a Juhoslávii. V tejto dobe najväčšej slávy mala Zbrojovka cez 70 prevádzok. V neskorších rokoch sa začala venovať výrobe športových a loveckých zbraní, motocyklových motorov a celých traktorov, neskôr sa opustilo od výroby celého traktora a zákazkovo produkovali motory pre značku Zetor, výroba písacích strojov posunula Zbrojovku aj do produkcie kancelárskej a výpočtovej techniky, tá odsunula výrobu športových zbraní do úzadia a tvorila len veľmi malú časť celkovej produkcie spoločnosti.

Tak ako sa v 90 rokoch menil štátny systém, tak sa menila aj továreň a zrušením neperspektívnych výrobných odborov, znížením počtu zamestnancov a zvýšením počtu vlastníkov sa z niekdajšej prvotnej spoločnosti v Československu, stala len ďalšia zabudnutá fabrika. [11]



Obrázok 6 Výroba písacích strojov [44]



Obrázok 7 Zbrojovka v rokoch cca 1970 [44]

V súčasnosti sa menili vlastníci Zbrojovky pomerne často a podľa toho aj postupovali demolačné práce, ktoré začali v roku 2006 zbúraním jednej budovy, avšak drastickejšie zmeny začali až od roku 2018 vid' ortofotomapy nižšie.



Obrázok 12 1960 [26]



Obrázok 9 19800 [13]



Obrázok 8 2006 [13]



Obrázok 10 2018 [13]

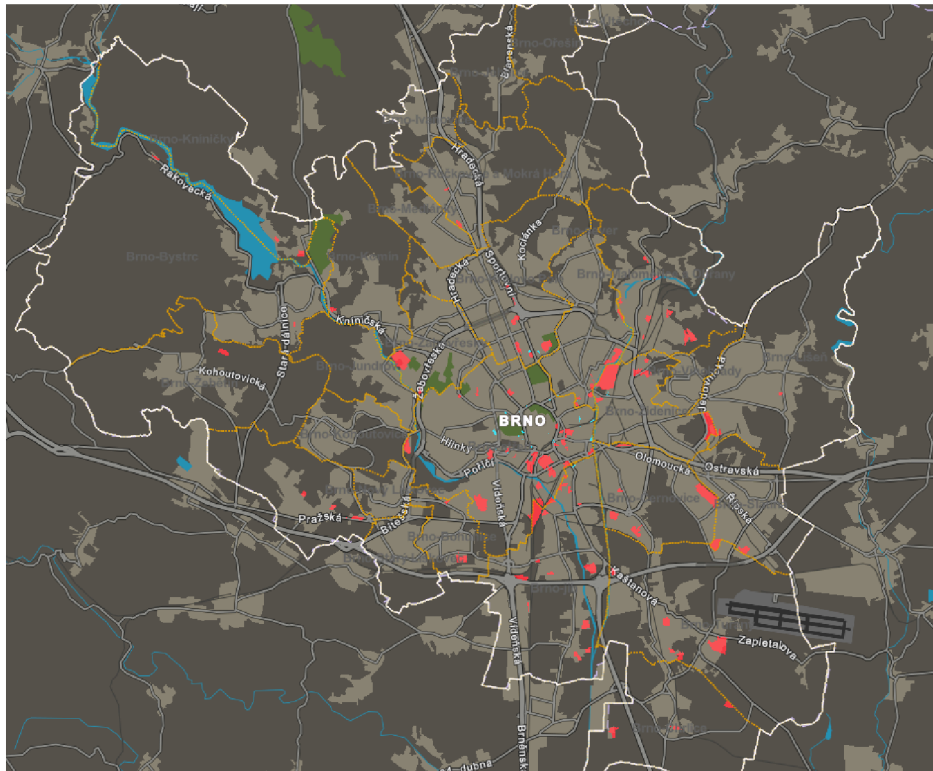


Obrázok 11 2022 [13]

3.5 ANALÝZA BROWNFIELDU STAREJ ZBROJOVKY

Aj napriek faktu, že pre investora alebo vlastníka je revitalizácia brownfieldu náročnejšia a finančne menej výhodná v už tak urbanizovaných plochách v meste je ešte náročnejšie nájsť zelenú plochu určenú čisto pre výstavbu, z tohto dôvodu sa už aj v Brne realizuje množstvo projektov, ktoré upadajúcim, chátrajúcim a nevyužívaným lokalitám vdychujú nový život na príklad: Areál Vlněna, Malá Amerika.

Hlavným dôvodom pre realizáciu býva často jedinečná poloha brownfieldu v už fungujúcich mestských štruktúrach v mieste, kde však nemusí byť voľná plocha. V revitalizácii brownfieldov v mestskej lokalite hrá aktívnu rolu priamo mesto Brno ktoré navzdory výrazným rozpočtovým obmedzeniam priebežne investuje do prestavby nedostatočne alebo neefektívne využívaných objektov v jeho vlastníctve. Na území mesta Brna bolo do konca roka 2021 evidovaných 129 lokalít brownfieldov, ktoré disponujú rozlohou približne 324.68 hektára. [12]

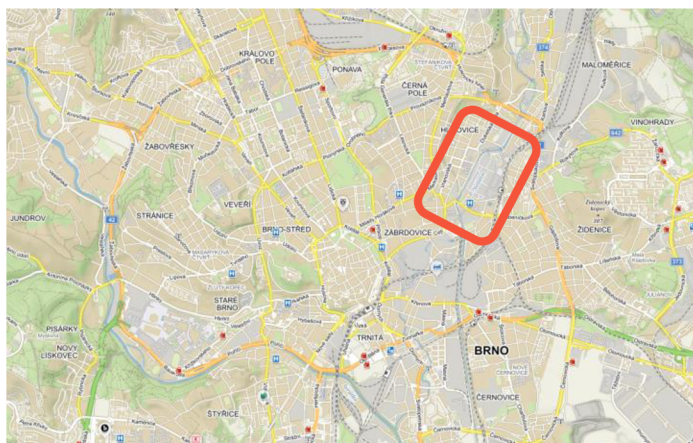


Obrázok 13 Mapa brownfieldov v Brne [12]

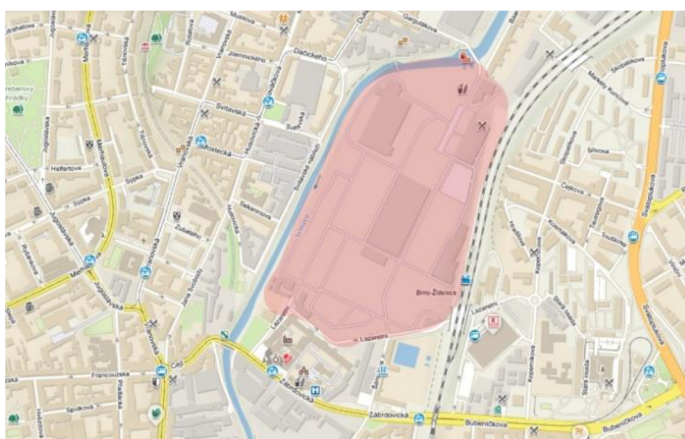
Zastavené územie; Nezastavané územie; Brownfield; Zeleň; Vodné plochy

3.5.1 POLOHA

Plocha brownfieldu Starej Zbrojovky zaberá až 22.69 hektára, a nachádza v mestskej časti Brno Zábřovice (Židenice) na severozápade mesta. Areál je obkolesený ulicami: Svitavské nábřeží, Sportovní nábřeží a Lazaretní ulice. Svojou plochou sa radí medzi väčšie brownfieldy v tomto meste. A aj keď sa už neradí do centra mesta, jeho poloha je veľmi atraktívna.

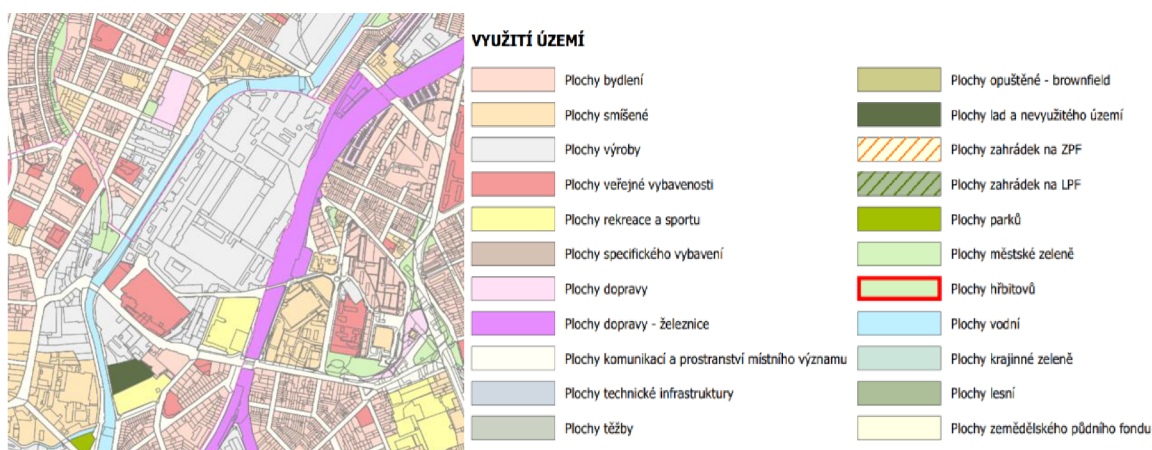


Obrázok 14 Základná mapa Brno [13]



Obrázok 15 Základná mapa Brno + vyznačenie areálu [13]

V blízkom okolí sa zväčša nachádzajú plochy určené pre bývanie, zmiešané plochy, plochy verejnej vybavenosti a plochy dopravnej infraštruktúry. Toto všetko sú plochy stabilizované, avšak na severnej strane nájdeme plochy určených zmien, kde sa z plôch výroby a skladovania majú stať plochy pre zmiešané bývanie.



Obrázok 16 Využitie územia [42]

3.5.2 DOPRAVA

Na západnej strane je hranica územia rieka Svitava a na východnej strane je hranica plochy tvorená plochou dopravnej infraštruktúry a to konkrétne železnicami, ktoré neďaleko ústia do železničnej stanice Židenice. Iná dopravná infraštruktúra je pre plochu veľmi priaznivá, do blízkosti jazdí MHD a to konkrétne električky číslom 4,3,2 a trolejbusy, ktoré majú v blízkosti vozovňu, taktiež sa tu nachádzajú dva mosty určené na prechod automobilom a jeden most určený špeciálne pre chodcov. Čo sa týka automobilov v bezprostrednej blízkosti sa nachádzajú miestne komunikácie 2 a 3 triedy ktoré sa neskôr napájajú na cesty 2 a 1 triedy.

3.5.3 PRÍRODNÉ PODMIENKY

Geodetický prieskum vyhodnotil, že na území sa nachádza nespevnený sediment s Horninami ako navážka, halda, výsypka a odval. Čo sa týka mestskej zelene, tá sa v okolí nachádza v miernom množstve a to v podobe pásov parkového trávniku a solitárnych listnatých stromov, väčšia plocha zelene sa nachádza v blízkosti rieky Svitava a radí sa medzi významnú plochu zelene s názvom Niva – Svitavské nábřeží, a na južnej strane v blízkosti kúpeľov s názvom Zábrdovická – u lázní. Územie Svitavského nábřeží a samotná rieka Svitava patria do Regionálneho územného systému ekologickej stability, tzv. ÚSES.

3.5.4 LIMITY V ÚZEMÍ

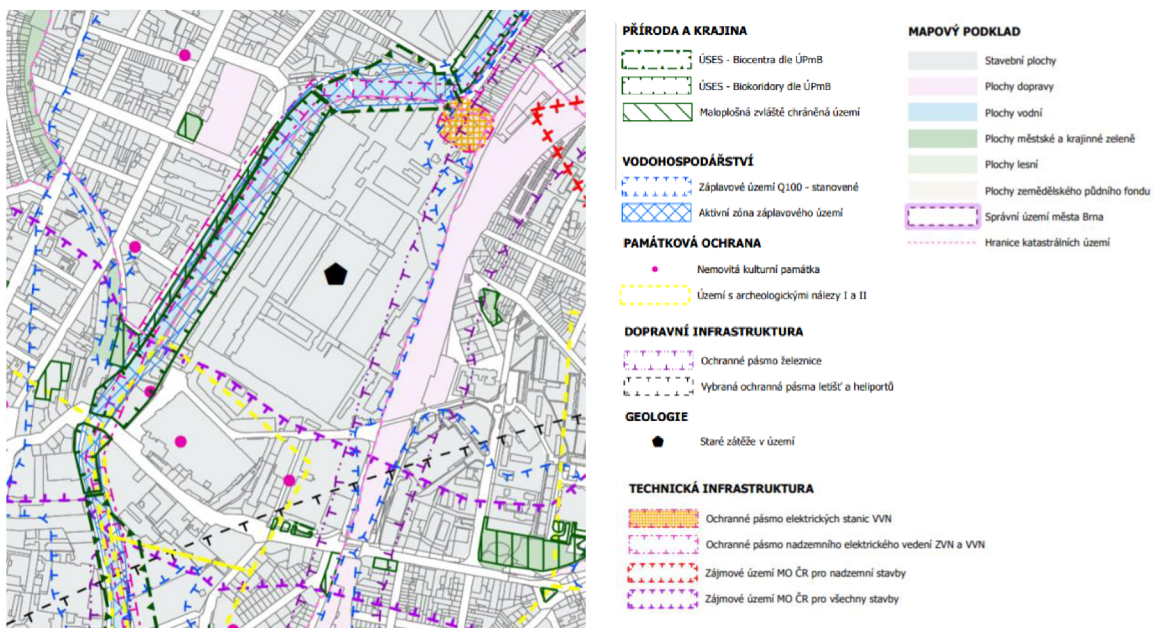
Využitie riešeného územia je obmedzené limitami územia, ktoré vyplývajú z právnych predpisov. Na tomto území alebo v jeho tesnej blízkosti sa nachádza hneď niekoľko. Medzi najdôležitejšiu limitu patrí centrálné umiestnenie starej záťaže v okolí, ktoré vzniklo z pôvodnej fabriky a známeho Zbrojovského komínu.

Kvôli tesnej blízkosti rieky sa tu nachádzajú nasledovné limity:

- Záplavové územie Q100
- Aktívna zóna záplavového územia
- Biokoridor

Z oblasti technickej infraštruktúry, pamiatkovej ochrany a dopravnej infraštruktúry nájdeme na niektorých miestach územia tieto limity:

- Ochranné pásmo nadzemného elektrického vedenia ZVN a VVN
- Záujmové územie MO ČR pre všetky stavby
- Ochranné pásmo elektrických staníc VVN
- Územie s archeologickými nálezmi I a II
- Ochranné pásmo železnice



Obrázok 17 Limity v území [42]

3.5.5 INŽINIERSKE SIETE

Keďže bola Zbrojovka počas svojich rokov fungovania dôležitá súčasť Brna, tak si uloženie svojich inžinierskych sietí veľmi strážila a dostať sa ku nim v dnešnej dobe vyžaduje množstvo papierovania alebo dobré kontakty. Na mapovom portáli mesta Brna gis.brno.cz som našla kontakt na pána Inžiniera Tomáša Knězeka, ktorý mi poskytol plán s aspoň pár sieťami a na stránkach data.brno.cz je zoznam so sieťami, ktoré sú dosiahnuteľné aj z tohto areálu.

Siete, ktoré sa nachádzajú na mapovom podklade: kanalizácia jednotná, parovod (mimo prevádzky), VN káble, Elektronická komunikačná sieť

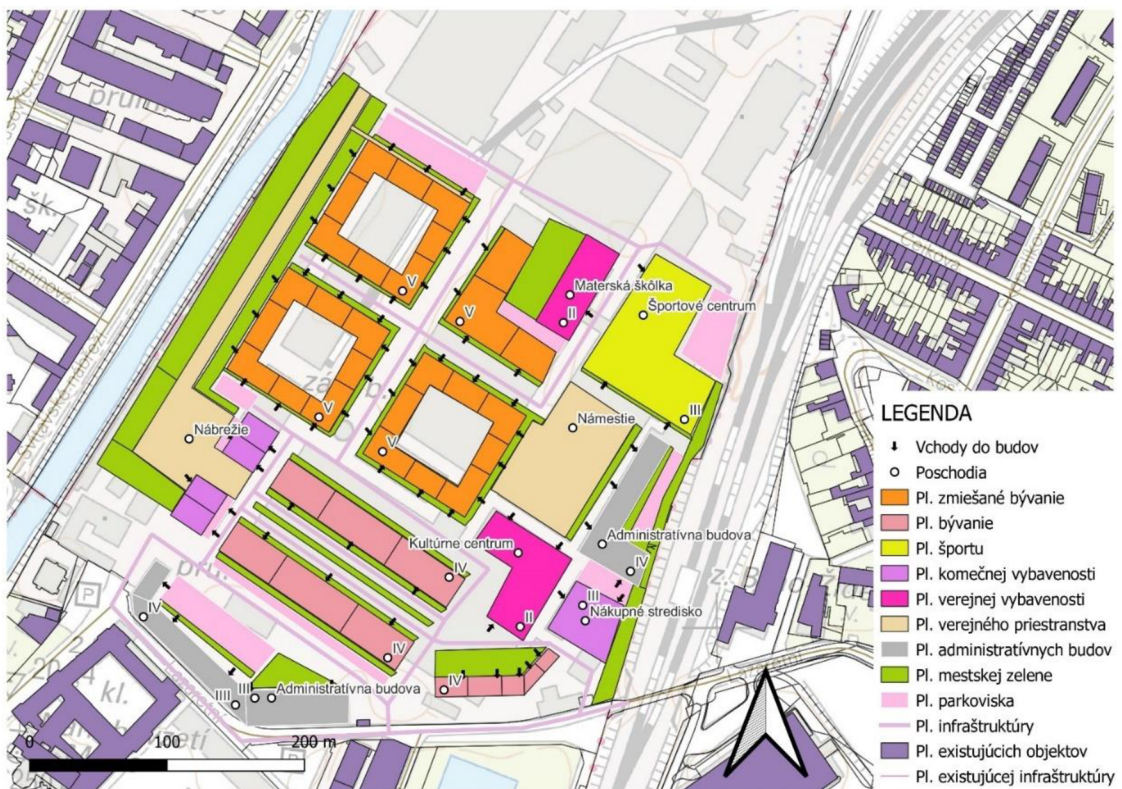
V blízkosti do 0,1km je možnosť nadojiť sa na tieto siete: plynovod, vodovodná sieť, dažďová kanalizácia, verejné osvetlenie

Pomocou týchto informácií som vyhotovila mapu súčasného stavu areálu Zbrojovky, ktorú nájdete v Prílohe 1.1.

3.6 NÁVRH OBNOVY BROWNFIELDU

Z vyššie vyhotovenej analýzy som prišla k záveru, že svoj návrh pre „Novú“ Zbrojovku zameriam najmä na bývanie a občiansku vybavenosť, ktorá by vyhovovala štandardom moderných bytových sídiel.

Pre uskutočnenie tohto cieľa som navrhla nasledovné kroky.



Obrázok 18 Návrh rozdelenia plôch [vlastná tvorba]

3.6.1 VÝSTAVBA NOVÝCH BYTOVÝCH DOMOV

Pre zaistenie komfortného a efektívneho bývania v danom území boli navrhnuté štyri druhy bytových komplexov:

- 3 x uzavreté bytové komplexy štvorcového tvaru so súkromným zeleným vnútroblokom, ktoré disponujú 5 poschodiami a podzemným parkovaním, pričom prvé poschodie alebo aj prízemie je určené pre kúpu/prenájom administratívnych alebo obchodných priestorov.
- 2 x bytové jednotky obdĺžnikového tvaru s podzemným parkovaním a šiestimi podlažiami.
- 1 x bytový objekt v tvare písmena L so štyrmi poschodiami, podzemným parkoviskom, a možnosťou prenájmu prízemných priestorov na služby/administratívu.
- 1x menší bytový objekt so štyrmi poschodiami a podzemným parkovaním.

Toto množstvo ubytovania, by malo byť udržateľné pre cca 3 000 budúcich obyvateľov.

3.6.2 VÝSTAVBA SLUŽIEB OBČIANSKEHO VYBAVENIA

Pre udržanie kvalitného a dynamického miesta pre život, sú veľmi dôležité služby, ktoré sú občanom ponúkané, keďže sa už v blízkosti nachádzajú školy, nemocnice a mnohé iné, tak do areálu som navrhla práve tieto:

- Škôlka – Budova disponuje 3 poschodiami pričom na poslednom treťom sa nachádzajú umelecké dielne.
- Kino/divadelná sála/galéria – Táto multifunkčná budova má slúžiť najmä na estetické vyžitie občanov sídliska ale aj širšieho okolia. Budova je trojposchodová a disponuje viacerými väčšími sálami ako aj menšími exhibičnými miestnosťami
- Športové centrum – V tomto trojposchodovom športovom centre nájdeme tri multifunkčné haly, posilňovňu a menšie wellness centrum na poslednom poschodí spolu s terasou, ktorá slúži z časti ako intenzívna zelená strecha.

3.6.3 REKONŠTRUKCIA EXISTUJÚCICH FUNKČNÝCH BUDOV

V južnej a východnej časti územia sa nachádzajú dva plne funkčné priestory určené na administratívu a poskytovanie zdravotných služieb občanov, túto funkciu by som odporúčala ponechať, poprípade by som ju už len obohatila, aby sa vytvorili nové pracovné pozície na sídlisku.

3.6.4 OPTIMALIZÁCIA DOPRAVNEJ INFRAŠTRUKTÚRY AREÁLU

So snahou navrhnuť modernejšie priestory, je nutné prispôbiť sa dopytu občanov po alternatívnych spôsoboch dopravy.

Sústredila som sa teda najmä na bezpečné chodníky pre chodcov, cyklistické cesty a regulovala prebytočné využívanie automobilov vnútri sídliska.

- Parkovanie – Pre obyvateľov sídliska sú prístupné podzemné garáže, ktoré disponujú počtom parkovacích miest 1byť = 2 parkovacie miesta.
- Parkovanie – Pre návštevníkov sídliska je prístupné pozdĺžne parkovanie na vyznačených uliciach.
- Prístupnosť - Do centra sídliska vedú dva vstupy, jeden na severe a dva na juhu + most pre peších a bicykle ponad rieku Svitava.
- Chodníky – Skrz celé sídlisko sú vytvorené cyklistické chodníky alebo pruhy a chodníky pre chodcov.

3.6.5 OPTIMALIZÁCIA VEREJNÝCH PRIESTRANSTIEV

Keďže sociálny život hrá veľkú rolu v mestských častiach, rozhodla som sa zakomponovať do svojho návrhu dva dôležité prvky:

- Námestie – Vo východnej časti je navrhnuté zelené námestie s rozlohou 5,28 ha, ktoré je umiestnené medzi športovým, kultúrnym a obchodným centrom, čo by malo podporiť návštevnosť a uľahčiť prechod medzi týmito budovami.
- Nábregie – Pozdĺž rieky Svitava na západnej strane areálu bolo navrhnuté množstvo zelených prvkov, ktoré sú priamo spojené s novo vzniknutým nábregím, to neplní len estetickú funkciu, ale aj funkciu protipovodňových opatrení, ktoré sú v tomto areáli nutnosťou.

3.6.6 ZVELADENIE A PODPORA RASTU ZELENE

Zeleň hrá v danom území kľúčovú rolu, plní funkciu ochrany pred vodou, hlukom a smogom, ale najmä prispieva estetickému vzhľadu sídliska ako celku. Skrz toto všetko som navrhla nasledovné opatrenia:

- Ochrana pred hlukom – Kvôli prítomnosti železničnej trati po východnej strane areálu, je v tesnej blízkosti zvýšená hrozba hluku a prachu, preto navrhujem výstavbu vyššej zelene, ktorá tieto negatívne dopady skreše.
- Ochrana pred povodiami – S riekou Svitava prichádzajú pozitíva ale aj negatíva na toto územie, v rámci ochrany pred povodiami som opatrenia vo forme prehĺbenia koryta a zvýšenia svahu, ktorý môže byť v letných mesiacoch využívaný na pikniky alebo rekreáciu (napr. promenáda Eurovea

Bratislava). Ak by sa však voda dostala aj za túto hranicu, tak sú v páse zelene pozdĺž promenády zabudované vpuste na prebytočnú vodu.

- Estetická úloha – Vďaka vysadenej zeleni, ktorá oddelí chodníky od cestnej komunikácie, vytvoríme pohľadovú osu a príjemné prostredie na prechádzky. Už vyššie spomínaná promenáda bude obohatená o prvky zelene a tak ešte zvýši estetickosť prostredia.

3.7 ZHODNOTENIE NÁVRHOVÉHO RIEŠENIA

Väčšina novo navrhnutých objektov v areáli je určená pre zmiešanú funkciu, čo zväčša znamená bývanie, podnikanie alebo administratíva.

- Plocha územia: 11 ha = 110 000m²
- Maximálnavýška zástavby: 16 m
- Priemernavýška zástavby: 12m
- Hustota obyvateľov: 367 obyvateľov na 1 ha = 10 000m²
- Orientačný počet bytov: 1 184 bytových jednotiek

Brownfield Zbrojovka je určite atraktívna plocha pre obnovu a novú výstavbu, medzi najväčšie pozitíva radím rovinný terén, ktorý je výhodný najmä pre novú výstavbu. Ďalej je tu výborná dopravná infraštruktúra a občianska vybavenosť, keďže sa v blízkosti nachádzajú školy, nemocnica, priestory na šport (športové haly, kúpaliská) ale aj služby kultúry. Z týchto uvedených dôvodov si myslím, že určenie areálu pre bytovo-zmiešanú funkciu je optimálne.

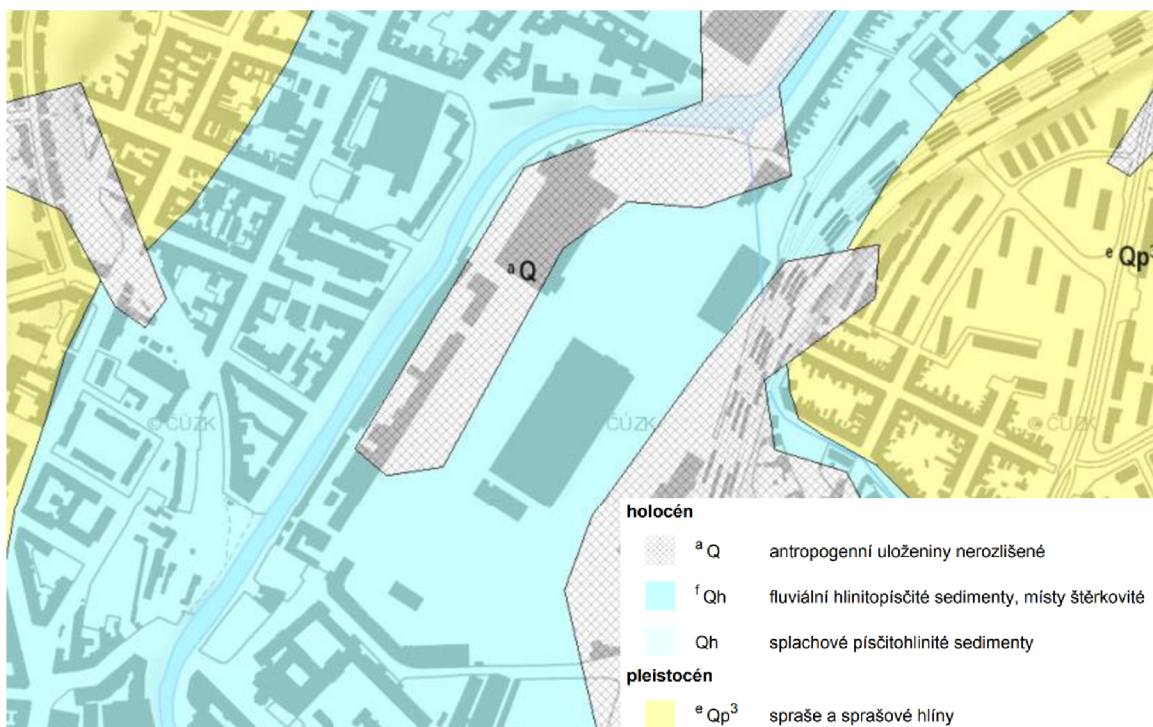
Samozrejme okrem pozitívnych aspektov máme aj negatívne, ktoré sú zväčša blízko späté s okolím tejto plochy a to konkrétne zvýšený hluk, ktorý vzniká v blízkosti železnice, čo som sa snažila vyriešiť vysokou zeleňou v blízkosti problému a taktiež odklonenie obytných častí od tejto problematiky, ďalší problém nastáva z dôvodu, že sa nachádzame na povodí rieky, čiže najväčším negatívom je určite hrozba povodní a obmedzenia, ktoré vznikajú s opatreniami proti nim, čo som sa snažila vyriešiť veľmi estetickým zvýšením brehu rieky a zabezpečila, tak väčšie koryto v prípade povodní.

Poslednou otázkou už len zostáva, ako nakladať so zrážkovými vodami v novo navrhnutých priestoroch.

4 NAKLADANIE SO ZRÁŽKOVÝMI VODAMI

4.1 GEOLOGICKÝ PRIESKUM

Infiltrácia alebo aj vsakovanie zrážkových vôd znamená odvedenie dopadnutých zrážok do pôdnych priestorov, kde dochádza k vsakovaniu do geologického podložia. [13] Aj takýto prirodzený postup však má svoje limity, tie zisťuje geologický prieskum na to, aby popísal a posúdil nasledovné: priepustnosť podložia, vlastnosti podložia, hĺbka hladiny podzemnej vody, smer toku podzemnej vody, sklon terénu, ochranné pásma vody, ekologická záťaž pôdy a využitie územia. Geologická mapa zo stránok Českej geologickej služby ukazuje geologické pomery lokality Zbrojovky. Väčšinou sa územie skladá z fluviálneho hlinito pieskového sedimentu, ktorý je miestami štrkový, druhá zložka plochy je anrtopogénnej uloženiny, ktorá nie je bližšie rozlíšená. Priepustnosť zeminy, môžem teda kategorizovať do II-IV, čo majú priepustnosť $(0,7-12) \cdot 10^{-4}$ [14]. Keďže je druh hlinito-pieskového podložia jeden z najtypickejších v Českej republike, s nasledujúcou výstavbou a návrhmi, by nemal byť žiaden problém.



Obrázok 19 Geologický prieskum

Pri návrhu je nutné posúdiť aj dodržanie odstupovej vzdialenosti vsakovacieho zariadenia od budovy alebo okolitej výstavby, ktoré musí zaistiť aby zníženie hladiny podzemnej vody neohrozilo narušenie základovej konštrukcie stavby.

Úroveň podzemnej vody by mala byť minimálne 0,5 m pod dnom vsakovacieho zariadenia. V prípade nedodržania bezpečnostnej vzdialenosti je nutné použiť vsakovací zákon [15].

$$X = X_1 + X_2$$

Pro vzdialenosť X_1 , v m, platí vzťah:

$$X_1 = \frac{h+0,5}{15 * k_v^{0,25}} + 2$$

Kde: k_v je koeficient vsakovania [$m \cdot s^{-1}$];

h rozdiel výšok medzi max. hladinou vody vo vsakovacom zariadení Y_1 a úrovni podzemného podlažia Y_2 , [m];

X_2 rozšírenie dna výkopu [m].

4.2 VSAKOVANIE

Dopadnuté zrážky môžeme vsakovať povrchovo ale aj pod úrovňou terénu. Povrchové musia byť navrhnuté tak, aby boli ľahko udržiavateľné a musia umožňovať únik živočíchov, patria medzi ne aj tieto:

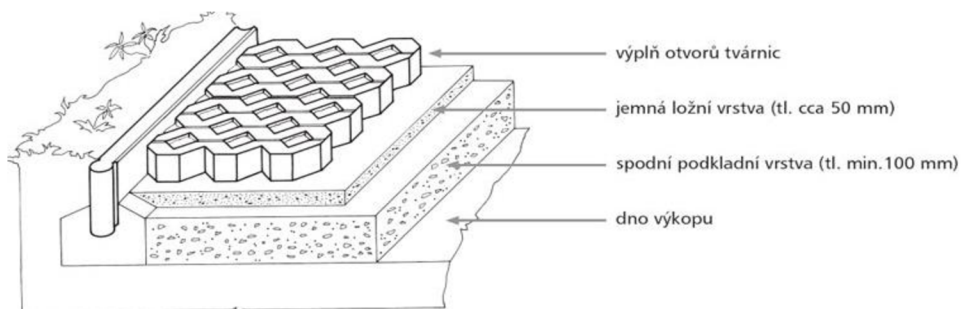
4.2.1 POVRCHOVÉ VSAKOVANIE

Trávnaté plochy: Vsakovanie cez pôdny profil je ten najprirodzenejší a zároveň najefektívnejší spôsob, uplatňuje plošné vsakovanie bez ale aj s vytvorením obmedzeného retenčného priestoru. Je vhodné ak sa prítok zrážkovej vody rozprestrí do plochy, v čo možno najtenšej vrstve. Pre zvýšenie účinnosti je možnosť primiešania piesku do hornej humusovej vrstvy alebo vytvoriť dobre priepustný podklad pod pôdny profil (hlinitý piesok, piesok, štrkopiesok). Orientačný pomer medzi redukovanou odvodňovacou plochou A_{red} a plochou pre vsakovanie A_{vsak} sa pri plošnom vsakovaní pohybuje $A_{red}/A_{vsak} < 5$



Obrázok 20 Trávnatá plocha [17]

Priepustné/Zatrávňovacie dláždenie: Umožňuje vode prenikať skrz priepustný povrch a škáry medzi dlažbami, voda tak môže presakovať do zeminy.



Obrázok 21 Zatrávňovacie bloky [18]



Obrázok 22 Zatrávňovacie bloky [18]

Priepustný betón a asfalt: Asfalt alebo betón leží na pieskovom podsype, v ktorom je dažďová voda zadržaná, pokiaľ sa nevsiakne do zeminy.

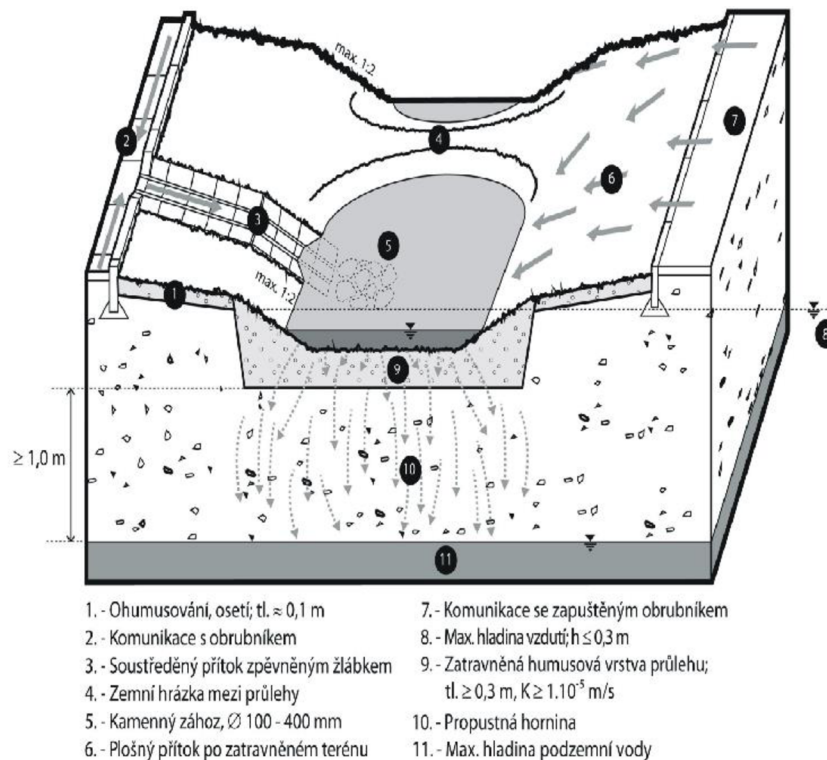


Obrázok 23 Priepustný betón [19]

Vsakovací žlab: Plytko tvarovaný žlab/priehlbňa je spravidla zatravnená a obrastená vhodnou vegetáciou alebo obsypaná štrkom. V teréne je určená k vsakovaniu zrážkového odtoku s krátkodobou nadzemnou akumuláciou vody, keďže nadmerným zadržovaním vody sa zvyšuje riziko zníženia vsakovacej schopnosti objektu a úhynu vegetačného krytu žlabu. Obecne sa odporúča, aby hĺbka zadržanej vody nepresiahla 30cm. [13] Orientačný pomer medzi redukovanou odvodňovacou plochou A_{red} a plochou pre vsakovanie A_{vsak} sa pri plošnom vsakovaní pohybuje $5 < A_{red}/A_{vsak} < 15$

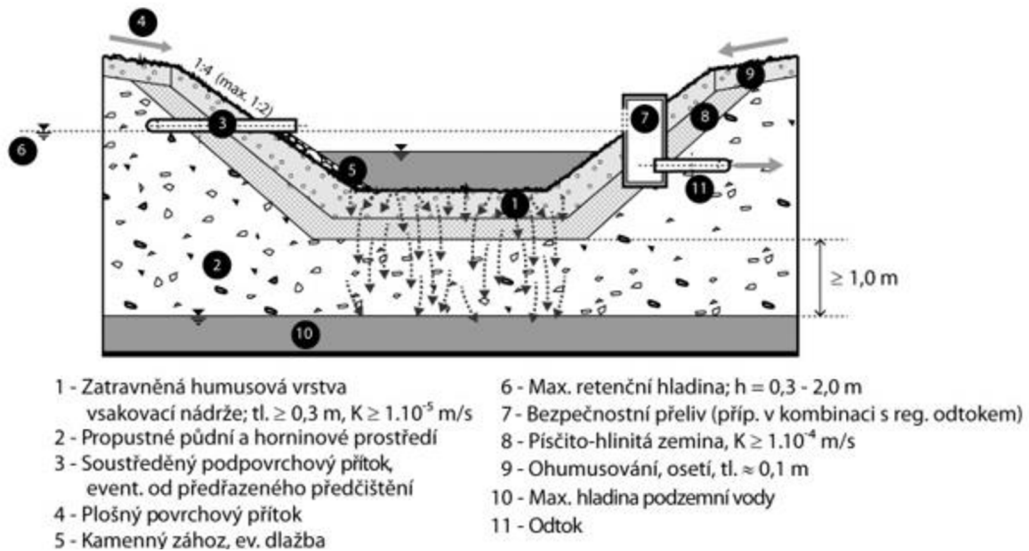


Obrázok 24 Zasakovací žlab [20]



Obrázok 25 Vsakovací žlab [21]

Vsakovacia nádrž – Zariadenie k povrchovému vsakovaniu zrážkových odtokov konštruované zo zeminy s výraznou retenčnou funkciou. V prípade bodového zaústenia prívodu zrážkovej vody do vsakovacej nádrže je vhodné zvážiť, nutnosť predčistenia pre zamedzenie kolamatácie (upchávaniu) a lokálne opevnenie svahu v mieste zaústenia prívodu. Pomer medzi redukovanou odvodňovacou plochou A_{red} a plochou pre vsakovanie A_{vsak} je pre vsakovaciu nádrž $A_{red}/A_{vsak} > 15$.



Obrázok 26 Vsakovacia nádrž [22]

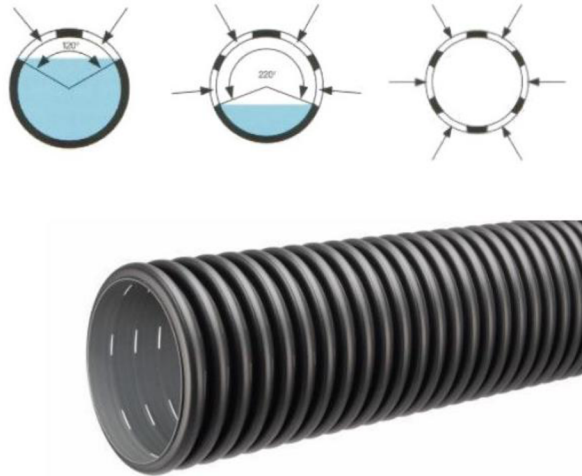


Obrázok 27 Vsakovacia nádrž - prevedenie [23]

4.2.2 PODPOVRCHOVÉ VSAKOVANIE

Podzemné vsakovacie zariadenia sú zvyčajne koncipované ako podzemné priestory vyplnené štrkom s drenážnym rozvodným potrubím, v miestach silnejšieho znečistenia by mali byť navrhnuté s lapačom splavenín, poprípade ak sa jedná o výskyt jemných usaditeľných častíc, je potrebné navrhnuť spôsob odstránenia napríklad filtráciou alebo sedimentačnou nádržou [16]. Medzi podzemné zariadenia radíme tieto:

Vsakovacie potrubie: Líniovo usporiadané podzemné vsakovanie z trúb uložených v pórovitom obsype schopné akumulácie, zabezpečené podzemným alebo nadzemným prítokom [17]

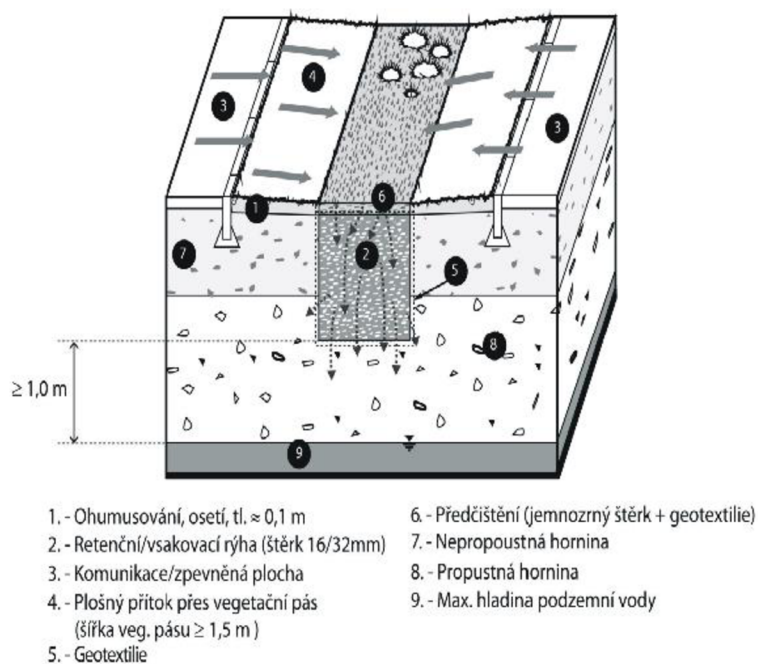


Obrázok 28 Vsakovacia trubka [26]

Vsakovacie ryhy: Hĺbené, líniové alebo plošne usporiadané vsakovacie zariadenia, ktoré sú väčšinou vyplnené štrkom alebo iným pórovitým substrátom a majú schopnosť akumulácie vody. Pri použití štrkovej výplne sú súčasťou perforované drenážne rúry. Prítok je riešený skrz plošné vsakovanie alebo podpovrchový prívod. V prípade podpovrchového prívodu s drenážnym obsypom, by mala byť na vtoku umiestnená kalová nádrž alebo preplachovacia šachta na opačnom konci nádrže [13].

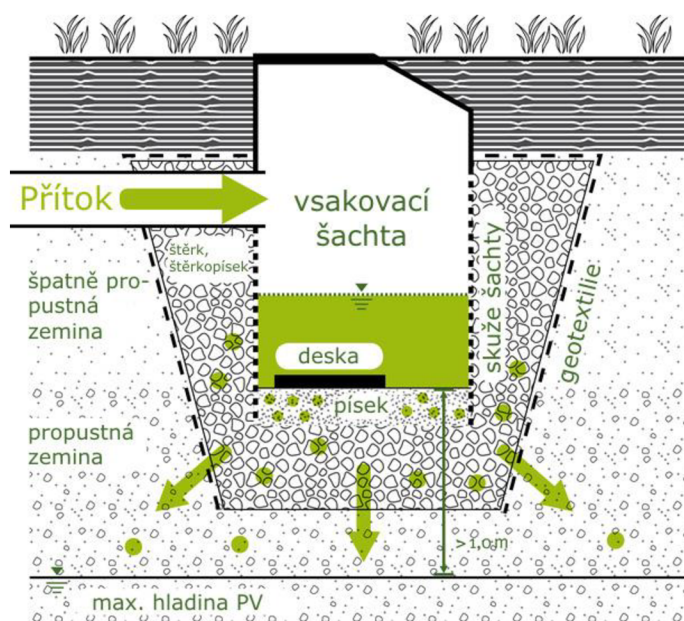


Obrázok 29 Vsakovacia ryha [23]



Obrázok 30 Vsakovacia ryha [21]

Vsakovacie šachty: Bodové podzemné vsakovanie prebieha pomocou šachty s priepustným dnom alebo priepustnými stenami. Sú zhotovené zo skruží betónových alebo plastových revízných šacht. Za nevhodné sa považuje, ak šachta prestupuje vrstvy zeminy s malou priepustnosťou, ktoré účinne chránia podzemné vody. Vzďialenosť medzi povrchom filtračnej vrstvy a úrovni stredného maxima hladiny podzemnej vody by nemala byť menšia než 1,0 – 1,5 m. Kalová nádrž sa odporúča v prípade, že je pravdepodobne zvýšené množstvo usaditeľných a od filtrovateľných častíc v zrážkovom odtoku. [17]



Obrázok 31 Vsakovacia šachta [22]

Voštinové bloky – Vsakovacie bloky, ktoré slúžia k vybudovaniu veľkých vsakovacích objektov a v prípade zaizolovania môžu poslúžiť aj ako veľké podzemné nádrže. Tieto plastové bloky sa umiestňujú pod povrch a oproti trubkovému vsakovaniu, sa využívajú najmä pre veľké plochy, keďže sa na seba ľahko upínajú pomocou horizontálnych spojok.



Obrázok 33 Vsakovací blok [27]



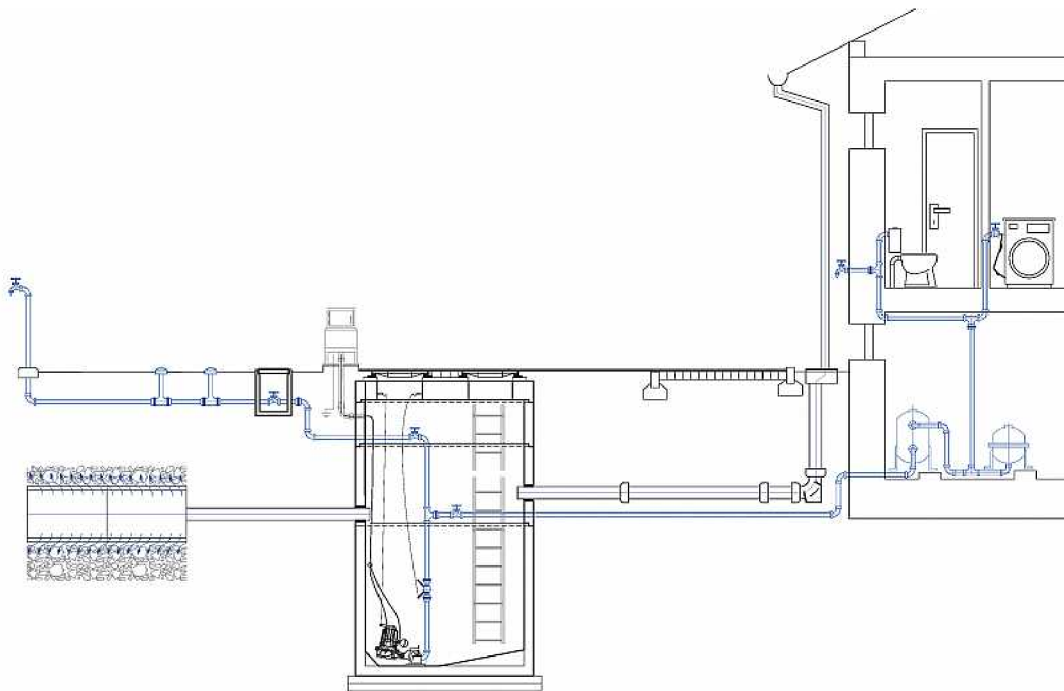
Obrázok 32 Použitie vsakovacieho bloku [43]

4.3 RETENCIA

Okrem pojmu infiltrácia alebo vsakovanie, sa často v spojení riešenia zadržania zrážkovej vody vyskytuje pojem retencia. Retencia je akumulácia objemu vody a jej regulované vypúšťanie do recipientu, využíva sa najmä na miestach, kde nie sú vhodné podmienky pre umiestnenie vsakovacích objektov poprípade výkon vsakovacieho zariadenia je nedostatočný. Retencia môže byť zrealizovaná cez povrchové alebo podzemné nádrže s rôzne riešeným spôsobom plnenia a vyprázdňovania. V praxi sa dáva prednosť estetickerejšej realizácii retencie, čiže povrchovým retenčným nádržiam, síce sú náročnejšie na priestor, ktorý vyžadujú, ale okrem estetiky vďaka otvorenej hladine vody zlepšujú mikroklimu. Podzemné objekty sú budované formou šachiet, prefabrikovaných blokov alebo betónových konštrukcií, ich hlavnou výhodou je fakt, že nezaberajú miesto na pozemku.

Retenčné zariadenia poznáme aj tieto:

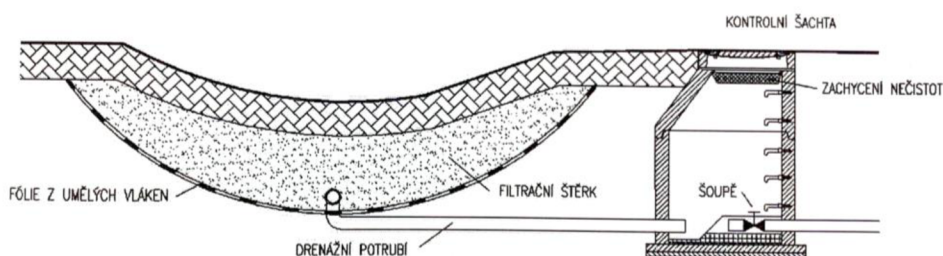
Retenčná nádrž na dažďovú vodu: Slúži ku zachyteniu dažďového odtoku na väčších redukovaných plochách. Vždy sa navrhuje ako otvorená nádrž s bezpečnostným prelivom. Svah nádrže je opevnený buď kameňom alebo dlažbou, zatiaľ čo zóna vsakovania je zahumusovaná a zatrávnená o hrúbke 10 – 20 cm. V okolí miesta sústredeného prítoku, sa odporúča navrhnúť opevnenie [16]



Obrázok 34 Retenčná nádrž mimo RD [28]

Vnútorne retenčné nádrže: Retenčná nádrž, ktorá je umiestnená vnútri budovy musí spĺňať viac podmienok, než tá umiestnená vo vonkajšom prostredí, sú nimi napríklad tie, že vonkajšie steny nádrže musia byť chránené pred kondenzáciou, nádrž musí byť zabezpečená vrchnákom, aby sa zabránilo zvyšovaniu vlhkosti v blízkosti nádrže, musia mať vypúšťanie, a taktiež musia obsahovať bezpečnostný prepád, ktorého dimenzia odpovedajú maximálnemu možnému prítoku vody pri havarijnom stave.

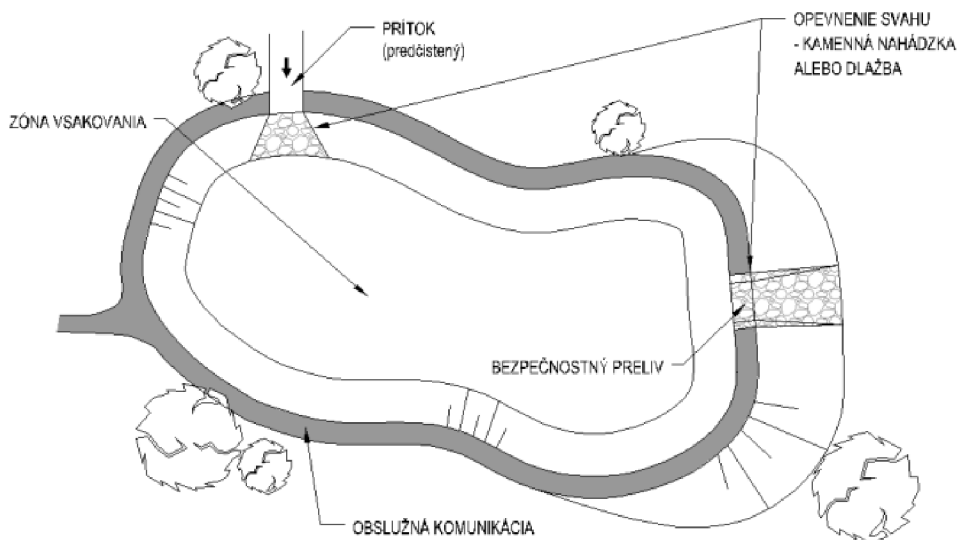
Filtračná nádrž: Vo svojej podstate sa jedná o drenážny systém jamy, ktorý je utesnený vzhľadom ku podlažiu. Filtračnú nádrž sa odporúča inštalovať najmä na miesta s rizikom väčšieho znečistenia dažďovej vody ako sú napríklad miesta pozemných komunikácií, keďže predtým než sa zrážková voda dostane do nádrže musí prejsť prečistením v kontrolnej šachte.



Obrázok 35 Filtračná nádrž [15]

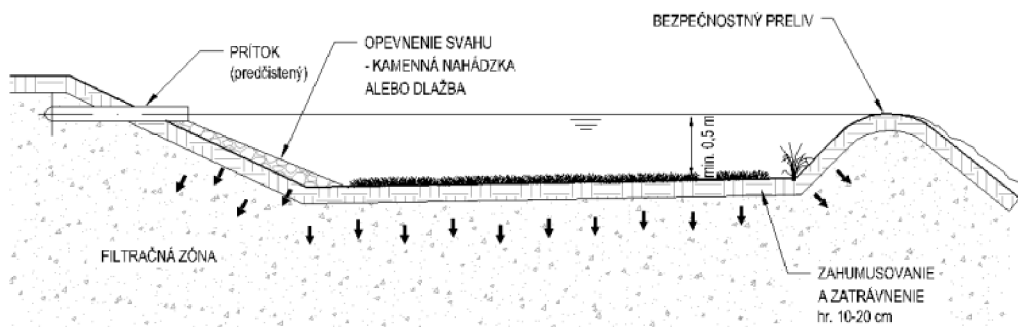
Močiar a Retenčná dažďová nádrž s biotopom: Jedná sa o jazierko zhotovené z dvoch častí, jednej plytkej regeneračnej, ktorá je prerastená rastlinami a slúži ako prírodná čistička vody (biotop), a hlbšej, ktorá je určená pre kúpanie a rekreáciu. Pre zaručenie kvality vody bývajú jazierka doplnené jednoduchou filtráciou a architekti odporúčajú minimálnu plochu takéhoto jazierka 50 m². V rámci našich zemepisných podmienok sa odporúča použiť vodné, bahenné a vlhkomilné rastlinstvo ako napríklad rákoš a pálky. [17]

PÔDORYSNÁ SCHÉMA



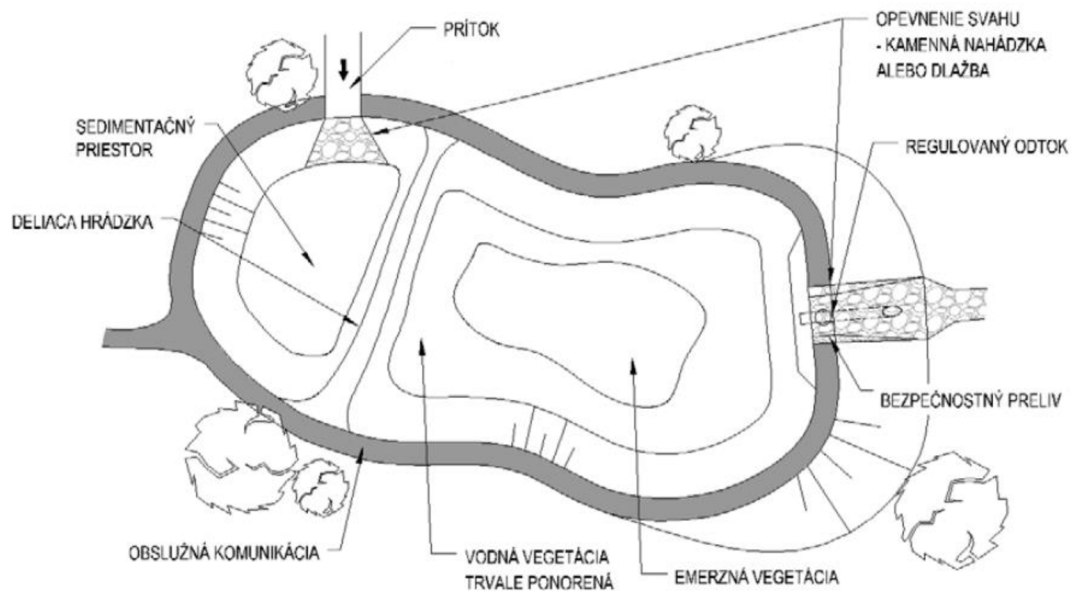
Obrázok 36 Nádrž s predčisteným prítokom [29]

REZ

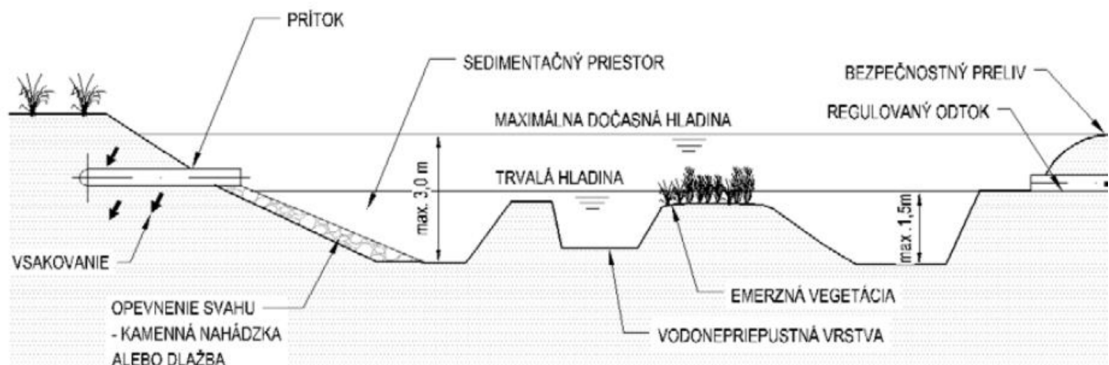


Obrázok 37 Nádrž s predčisteným prítokom - rez [29]

PÔDORYSNÁ SCHÉMA



REZ



Obrázok 38 Umelá mokrad' s biotopom [29]



Obrázok 39 Prírodný bazén s biotopom [30]

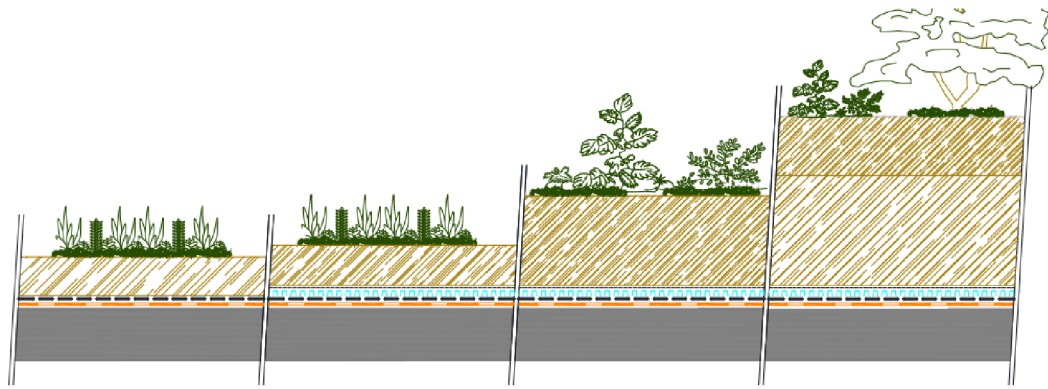
Zelené strechy a terasy: Zelené strechy, ktoré fungujú na spôsobe vzdutia dažďovej vody majú iba čisto retenčný účinok, čiže voda sa absorbuje do pôdneho substrátu uloženého na streche. Podľa vrstvy pôdneho substrátu a spôsobu, ktorým chceme tieto strechy využívať sa delia na extenzívne a intenzívne strechy. Extenzívne obsahujú 5-15 centimetrov substrátu s vegetačnou vrstvou obohatenou o nenáročné rastliny a údržba o ne je takmer nulová, na druhej strane spektra máme strechy intenzívne, ktoré spĺňajú účel záhradky, pestujú sa na nej trávnaté a kvetnaté rastliny, ako aj kríky alebo stromy, pri tomto druhu strechy je nutné zabezpečiť dostatočnú závlahu najmä v suchých mesiacoch. Intenzívna strecha je vhodná na strechy, ktoré znesú väčšiu statickú záťaž, vrstva substrátu sa totižto pohybuje od 30 – 100 centimetrov. Koľko spadnutej dažďovej vody sa na streche zadrží záleží najmä na jej výstavbe a vrstvách pôdneho telesa (minimálne 30% pri extenzívnych strechách). Okrem estetickej funkcie majú zelené strechy aj množstvo iných pozitív ako napríklad: regulácia teploty budovy, zníženie prachu a hluku alebo zlepšenie mikroklimy [17]



Obrázok 40 Extenzívna strecha [31]



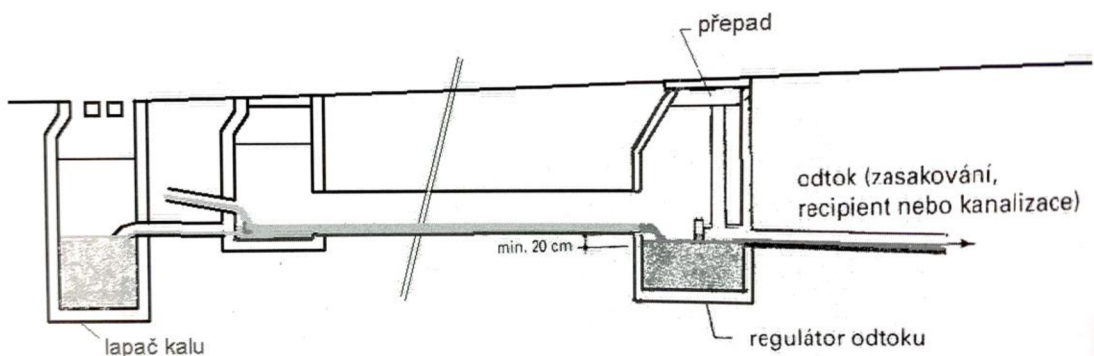
Obrázok 41 Intenzívna zelená strecha [32]



JEDNOVRSTVÁ SKLADBA	VÍCEVRSTVÁ SKLADBA		
extenzivní vegetace	extenzivní vegetace	polointenzivní vegetace	intenzivní vegetace
Vegetační vrstva se zvýšenou vodopropustností, zpravidla extenzivní střešní substrát bez obsahu vyplavitelných částic.	vegetační vrstva, zpravidla extenzivní střešní substrát	vegetační vrstva, zpravidla extenzivní / intenzivní střešní substrát	vegetační vrstva, zpravidla intenzivní střešní substrát, při mocnosti >350 mm je vhodné použít 1/3 vrchní intenzivní substrát a 2/3 spodní minerální substrát, může být doplněn o hydroakumulační vrstvu
	filtrační vrstva		
	drenážní vrstva		
ochranná a separační vrstva			
hydroizolace odolná proti prorůstání kořenů			
mocnost souvrství <100 mm	mocnost souvrství 60–150 mm	mocnost souvrství 150–350 mm	mocnost souvrství >200 mm
Plošná hmotnost souvrství 80–150 kg·m ⁻²	Plošná hmotnost souvrství 90–200 kg·m ⁻²	Plošná hmotnost souvrství 200–400 kg·m ⁻²	Plošná hmotnost souvrství > 300 kg·m ⁻²
Uvedené hodnoty mocnosti a plošné hmotnosti slouží pouze jako příklad, jsou orientační a vztahují se na modelové vegetační souvrství ve stavu nasyceném vodou. Podle konkrétních použitých materiálů se mohou i výrazněji lišit. Mocnosti souvrství viz Tab. 2.			

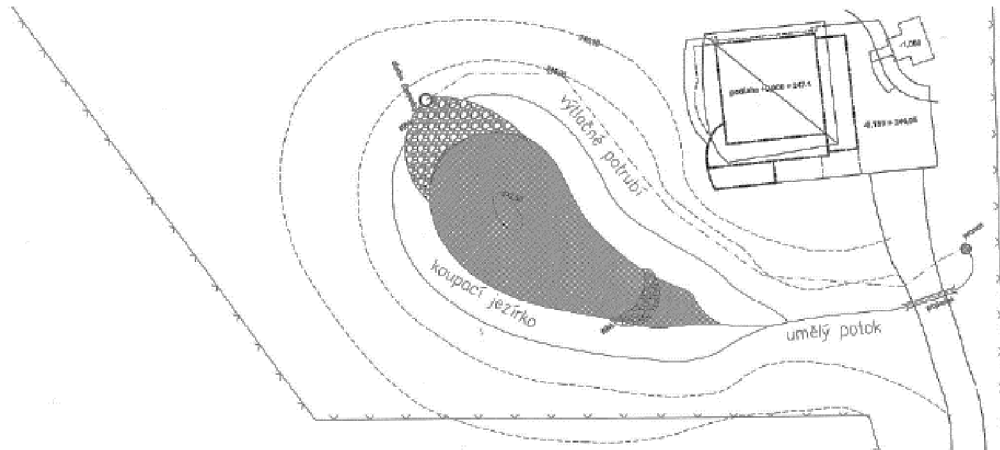
Obrázok 42 Rozdelenie zelených striech [33]

Retenčný kanál – Retenčný objem je vytvorený veľko-priemerovým potrubím, na ktorého konci je inštalované zariadenie na obmedzenie odtoku. Pred samotný retenčný kanál je možné inštalovať lapač kalu a v prípade použitia na priemyselných plochách alebo parkoviskách sa odporúča inštalácia lapača olejových splavenín

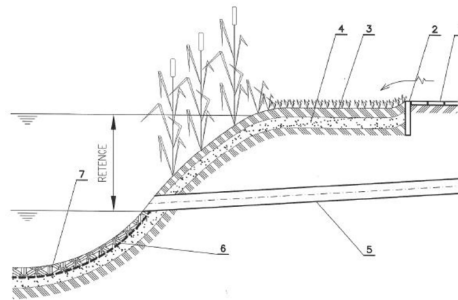


Obrázok 43 Retenčný kanál [15]

Kombinované zariadenia: Napriek tomu že možností je mnoho ďalšou variantou pre vsak alebo retenciu je kombinácia prvkov a zariadení. Jedna z možností je kombinácia akumulácie zrážkovej vody so vsakovaním a využitím estetickej alebo úžitkovej funkcie ako napríklad vsakovacie jazierko. Po tomto druhu retencie/vsaku sa siahajú najmä v prípadoch veľkoplošných budov, ktoré so zrážkovou vodou zo svojich strech nie sú vybavené, čo ďalej robiť.



Obrázok 44 Kombinované vsakovacie jazierko [34]



Obrázok 45 Kombinované vsakovacie jazierko [34]

Hladina vody v jazierku sa udržiava meter nad dnom, to je vystlané ílom alebo nepriepustnou fóliou, aby zabezpečilo vodotesnosť. Nad hladinou je vytvorený akumulčný priestor pre prípad privalových dažďov s veľkou intenzitou, brehy jazierka sú pre dobré vsakovanie obložené priepustnými horninami poprípade dlažbou. [18]

Regulačné prvky – Mnohé z retenčných alebo vsakovacích zariadení obsahujú aj regulačné prvky, ktoré slúžia na reguláciu odtoku do povrchových vôd alebo kanalizácií, ktoré bývajú v prípade privalových dažďov často preťažené. Tieto regulátory zabezpečia, aby voda odtekala pozvoľna.

Pre určenie správneho zariadenia na riešenie dažďovej vody na pozemku, sú nutné okrem hydro-geologických podmienok aj matematické výpočty pre objem zrážkových vôd a množstva vody potrebného na závlahu pozemku.

4.4 MATEMATICKÝ MODELOVÝ ZÁKLAD OBJEMOVÝCH ZRÁŽKOVÝCH VÔD

4.4.1 VÝPOČET OBJEMU ZRÁŽKOVÝH VÔD,

ktoré pritekajú z plochy nehnuteľnosti počas zrážky navrhovaného úhrnu a doby trvania. [5]

$$V_{SV} = A * \frac{(h_D)}{1000}$$

Kde:

V_{SV} objem zrážkových vôd [m^3];

A plocha strechy [m^2];

h_d návrhový úhrn zrážky [mm]

Tabuľka 3 Návrhový úhrn zrážok pre Brno [18]

Číslo Stanice	Miesto	Nadmožská výška [m n. m.]	Periodicita p [rok ⁻¹]	Doba trvání srážek t_c [min]							
				5	10	15	20	30	40	60	120
				Návrhové úhrny srážek h_d [mm]							
1	Brno	257	0,2	9,5	13,5	16,5	18,5	21,3	23,9	26,2	33,1
			0,1	11,1	15,7	19,4	21,6	25,1	28,2	31,0	38,9

4.4.2 PRIETOK ZRÁŽKOVÝCH VÔD

Prietok zrážkových vôd znázorňuje objem vody za istú dobu trvania. [5]

$$Q^V = \frac{V_{SV}}{(t_c * 60)}$$

Kde:

Q^V prietok zrážkových vôd [m^3*s^{-1}];

V_{SV} objem zrážkových vôd [m^3];

t_c doba trvania zrážky [min]

4.4.3 VSAKOVACIA SKÚŠKA

$$k_v = \frac{Q_{ZK}}{A_{ZK}}$$

Kde:

Q_{ZK} prítok vody do prieskumného objektu počas skúšky [$m^3 \cdot s^{-1}$];

A_{ZK} skúšobná vsakovacia plocha počas skúšky [m^2];

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

Tabuľka 4 Informatívny koeficient vsaku [18]

Druh zeminy	Koeficient vsaku k_v [m/s^{-1}]	Relatívni propustnosť zeminy	Vhodnosť zeminy pro vsakování
Jíly s nízkou a střední plasticitou, jíly a hlíny s vysokou až extrémně vysokou plasticitou	$< 10^{-10}$	velmi nepropustná	nevhodná
Hlíny štěrkovité, jíly štěrkovité a písčité, hlíny s nízkou a střední plasticitou	10^{-8} až 10^{-10}	nepropustná	nevhodná
Hlíny písčité, písky hlinité a jílovité, štěrky hlinité a jílovité	10^{-6} až 10^{-8}	málo propustná	nevhodná
Písky a štěrky s příměsí jemnozrnné zeminy (5 % až 15 %)	10^{-4} až 10^{-6}	propustná	vhodná
Písky a štěrky dobře i špatně zrněné, tj. čisté písky a štěrky, písčité štěrky, písky a štěrky s velmi malou příměsí jemnozrnných zemin (< 5 %)	$> 10^{-4}$	velmi propustná	vhodná pouze s filtrací ve vsakovacím zařízení

4.4.4 VSAKOVACIA PLOCHA

Plocha pre podzemný priestor s priepustnými stenami. [5]

$$V_{VSAK} = L * \left(\frac{h_{VZ}}{2} + b \right)$$

Kde:

V_{VSAK} plocha vsaku [m^2];

L dĺžka podzemného priestoru [m];

H_{VZ} výška priepustných stien [m];

b šírka podzemného priestoru [m];

4.4.5 VSAKOVACÍ ODTOK

Vsakovací odtok je závislý na vsakovacej ploche a koeficiente vsaku. [5]

$$Q_{VSAK} = \frac{1}{f} * k_v + A_{VSAK}$$

Kde:

Q_{VSAK} vsakovací odtok [$m^3 \cdot s^{-1}$];

f súčiniteľ bezpečnosti vsaku [navrhuje sa $f \geq 2$];

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

A_{VSAK} vsakovacia plocha vsakovacieho zariadenia [m^2]

4.4.6 RETENČNÝ OBJEM VSAKOVACIEHO ZARIADENIA

Prítok do vsakovacieho zariadenia je spravidla rýchlejší než vsakovací odtok. Preto je nutné, aby vsakovacie zariadenie malo určitý akumuláčny objem.

$$V_{VZ} = \frac{h_d}{1000} * (A_{RED} + A_{VZ}) - \frac{1}{f} * k_v * A_{VSAK} * t_c * 60$$

Kde:

V_{VZ} potrebný akumuláčny objem [m^3];

h_d návrhový úhrn zrážky [mm]

f súčiniteľ bezpečnosti vsaku [navrhuje sa $f \geq 2$];

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

A_{VSAK} vsakovacia plocha vsakovacieho zariadenia [m^2]

A_{VZ} plocha hladiny vsakovacieho zariadenia (len u povrchových) [m^2]

A_{RED} redukovaný pôdorysný priemet odvodňovanej plochy [m^2]

$$A_{RED} = \sum_{i=1}^n A_i * \psi_i$$

Kde:

A_i pôdorysný priemet odvodňovanej plochy [m²]

n počet odvodňovaných plôch

Ψ súčiniteľ odtoku dažďových vôd

Tabuľka 5 Súčiniteľ odtoku zrážkových vôd [18]

Druh odvodňovanej plochy, popř. druh úpravy povrchu	Sklon povrchu		
	do 1%	1% až 5%	nad 5%
	súčinitele odtoku srážkových vod ψ		
Střechy s propustnou horní vrstvou tlustší než 100 mm (vegetační střechy)	0,7	0,7	0,7
Střechy s vrstvou kačírku na nepropustné vrstvě nebo střechy s propustnou horní vrstvou o tloušťce do 100 mm (vegetační střechy)	0,9	0,9	0,9
Střechy s nepropustnou horní vrstvou	1,0	1,0	1,0
Střechy s nepropustnou horní vrstvou o ploše přes 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 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

4.4.7 DOBA PRÁZDNIENIE VSAKOVACIEHO ZARIADENIA

$$t_{pr} = \frac{V_{VZ \max}}{Q_{VSAK}} / (60 * 60)$$

t_{pr} doba prázdnenia vsakovacieho zariadenia [h]

$V_{VZ \max}$ najväčší výpočetný retenčný objem [m³];

Q_{VSAK} vsakovací odtok [m³*s⁻¹];

4.5 LEGISLATÍVNY RÁMEC A PRÁVNA ÚPRAVA

Aj napriek tomu, že téma hospodárenia s dažďovou vodou je v Českej republike už pár rokov často zmieňovaná problematika, tak súčasná legislatíva stále nie je jednotná v rámci HDV.

4.5.1 POLITIKA ÚZEMNÉHO ROZVOJA ČR

Politika územného rozvoja ČR stanovuje rámcové úlohy pre nadchádzajúce územné plánovacie činnosti a pre ustanovenie podmienok, ktoré pomáhajú dotvárať predpokladané rozvojové zámery. Ochráňuje územie a obyvateľov pred možnými rizikami prírodných katastrof tým, že sa im snaží predísť alebo aspoň minimalizovať ich negatívne dopady na spoločnosť a prírodu. [19]

Pre účely HDV je najdôležitejší odstavec 25:

„Vytvářet podmínky pro preventivní ochranu území a obyvatelstva před potenciálními riziky a přírodními katastrofami v území (záplavy, sesuvy půdy, eroze, sucho atd.) s cílem minimalizovat rozsah případných škod. Zejména zajistit územní ochranu ploch potřebných pro umístování staveb a opatření na ochranu před povodněmi a pro vymezení území určených k řízeným rozlivům povodí. Vytvářet podmínky pro zvýšení přirozené retence srážkových vod v území s ohledem na strukturu osídlení a kulturní krajinu jako alternativy k umělé akumulaci vod. V zastavěných územích a zastavitelných plochách vytvářet podmínky pro zadržování, vsakování i využívání dešťových vod jako zdroje vody a s cílem zmírňování účinků povodní.“ [19]

4.5.2 PLÁN HLAVNÝCH POVODÍ ČR

Plán hlavných povodí ČR bol v rokoch 2015-2022, čo boli roky druhého plánovacieho obdobia nahradený Národnými plánmi povodí ČR.

Keďže vodné bohatstvo je na území Českej republiky relatívne obmedzené, je potreba ho chrániť. Ochrana v oblasti vody je obecným cieľom štátnej politiky, ktorý má vytvoriť podmienky pre udržateľné hospodárenie, zladiť požiadavky ochrany vodných ekosystémov a znížiť škodlivé účinky na vodu.

Ďalším cieľom je podpora zníženia nepriaznivých vplyvov urbanizácie územia, lesného hospodárstva a poľnohospodárskeho obrábania krajiny na zásoby vody, to môže byť docielené integrovaným prístupom k ochrane vody a hospodárenia s ňou.

Integrácia nastane len vtedy, ak sa do nej zapoja aj ostatné sektory hospodárenia s ňou ako sú obce a verejné správy na úrovni krajov. [20]

4.5.3 ZÁKON Č. 254/2001 Sb.,

Zrážková a ani dažďová voda sa vo vodnom zákone nenachádzajú ako samostatné kategórie. Zrážková voda je obecné definovaná ako voda, ktorá má pôvod v atmosférických zrážkach a ešte nedopadla na zemský povrch a až po dopade naň sa označuje za povrchovú vodu. Povrchové vody ďalej upravuje § 2 odstavec 1 takto: „Povrchovými vodami jsou vody přirozeně se vyskytující na zemském povrchu; tento charakter neztrácejí, protékají-li přechodně zakrytými úseky, přirozenými dutinami pod zemským povrchem nebo v nadzemních vedeních.“

Vodný zákon § 5 odstavec 3 nariaduje každému stavebníkovi, či už sa nachádza na novostavbe alebo na pozemku určenom pre zmeny stavby, aby so zrážkovou vodou hospodáril takto:

„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.“ [21]

4.5.4 VYHLÁŠKA Č. 501/2006 Sb.,

V tejto vyhláške nájdeme vymedzenie o zneškodňovaní zrážkových vôd a patrí pod § 43 stavebného zákona, ktorý sa týka územného plánovania.

Ten stanoví v § 20 odstavci 5c, že:

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

- přednostně jejich vsakování, v případě jejich možného smísení se závadnými látkami umístění zařízení k jejich zachycení, není-li možné vsakování,
- 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
- není-li možné oddělené odvádění do vod povrchových, pak jejich regulované vypouštění do jednotné kanalizace.“

Podľa § 21 odstavce 3 povoľuje vsakovanie na pozemkoch stavieb pre bývanie, ak je pomer výmery časti pozemku určenej na zasakovanie vody nasledovný

„a) samostatně stojícího rodinného domu a stavby pro rodinnou rekreaci nejméně 0,4,

b) řadového rodinného domu a bytového domu 0,3.“ [22]

4.5.5 VYHLÁŠKA Č. 268/2009 Sb.,

Podľa § 6 odstavce 4 stavby, z ktorých odtekajú povrchové (zrážkové) vody musia:

„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.“ [23]

4.6 TECHNICKÉ PŘEDPISY SOUVISEJÍCÍ S HDV

Pri návrhu opatrení HDV som využila ako mnoho vodohospodárov dve technické normy a to konkrétne ČSN 75 6780 a ČSN 759010.

ČSN 75 9010 – VSAKOVACIE ZARIADENIA ZRÁŽKOVÝCH VÔD

Táto norma sa venuje spôsobu a rozsahu zhotovenia geologického prieskumu, ktorý je nutnosťou pre návrh zariadení určených na retenciu a vsak. Stanovuje podmienky pre vsakovanie zrážkových povrchových vôd, rovnako obsahuje aj krátky prehľad o súčasných povrchových a podzemných vsakovacích zariadeniach.

Nachádzajú sa v nej potrebné príklady a výpočty pre určenie objemu vsakovacieho zariadenia, plnenie a pretekanie vsakovacieho zariadenia. Do normy boli uložené tabuľky návrhových úhrnov zrážok v Českej republike. [5]

ČSN 75 6780 – VYUŽITIE ŠEDÝCH VÔD V BUDOVÁCH A NA PRILÁHLÝCH POZEMKOCH

Táto norma je určená pre navrhovanie, montáž, skúšanie, prevádzku a údržbu zariadení ktoré využívajú šedé alebo zrážkové povrchové vody, či už na pozemku prilahlých k budovám alebo priamo v budovách.

V norme boli taktiež zaradené kapitoly o čistote a kvalite nepitnej vody, spôsoboch čistenia šedej vody, úpravy zrážkových povrchových vôd a využívaní tepla zo šedej vody. [24]

4.7 NÁVRH NA HOSPODÁRENIE S DAŽĎOVOU VODOU V AREÁLI

Predtým než som začala navrhovať opatrenia HDV do novo navrhnutého areálu Zbrojovky, som analyzovala pôvodné plochy areálu vid'. príloha 1.2. Tie mali rozlohu 15,36 ha alebo 153 638,01 m², z toho najväčšiu časť 62% alebo 9,64 ha areálu tvorila plocha striech, na Zbrojovke neboli nikdy používané zelené strechy, preto uvažujem so súčiniteľom odtoku 0,9-1. 2,75 ha, čiže 18% je tvorených asfaltovými plochami so súčiniteľom odtoku 0,7-0,8. Priepustné dlažby, dlažby s pieskovými spárkami a štrkopieskové chodníky sa spojili na 9% plochy, ktorý sa rovná 1,24 ha a ich súčiniteľ odtoku je kvôli rozmanitosti priepustnosti plôch 0,3 – 0,5. Posledným a pre odtok vody najvýhodnejším povrchom je zeleň, tá ma totižto súčiniteľ odtoku od 0,05 po 0,1 a nachádza sa jej na tomto území 1,72 ha.

Tabuľka 6 PŮVODNÉ Parametre návrhového dažďa [vlastná tvorba]

Parametre návrhového dažďa pro stanovenie objemu dažďových vôd:											
Návrhová periodičita:	p =	0,1	Odtokový koeficient	ψ	0,05 - 1						
Doba trvania dažďa:	t =	5 min - 72hod	Koeficient vsaku	k	0,0002 [m ² x s ⁻¹]						
Dážďomerná stanica:	Brno	257 m.n.m	Súčiniteľ bezp. vsaku	f	2						
Návrhový úhrn zrážok h _d	9010	dle ČSN 75	Vsakovaný odtok	Q _{vs}	1,536 [m ² x s ⁻¹]						
			Vsakovacia plocha	A _{vs}	15360 [m ²]						
Tab 3.a Výpočet množstva dažďových vôd											
Doba trvani a zrážky tc	Plocha 1 strecha	Súčiniteľ odtoku Plocha 1	Plocha 2 cesta	Súčiniteľ odtoku Plocha 1	Plocha 3 dlažba	Súčiniteľ odtoku Plocha 1	Plocha 4 zeleň	Súčiniteľ odtoku Plocha 1	Návrhový úhrn zrážok h _d	Objem zrážkovyc h vôd	Prietok zrážkovyc h vôd
[min]	[ha]		[ha]		[ha]		[ha]		[mm]	[m ³]	[m ² x s ⁻¹]
5	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	11,10	1348,37	4,49458
10	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	15,70	1907,16	3,17860
15	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	19,40	2356,62	2,61846
20	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	21,60	2623,86	2,18655
30	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	25,10	3049,02	1,69390
40	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	28,20	3425,60	1,42733
60	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	31,00	3765,73	1,04603
120	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	38,90	4725,38	0,65630
240	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	43,80	5320,61	0,36949
360	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	47,30	5745,77	0,26601
480	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	48,60	5903,69	0,20499
600	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	49,30	5988,72	0,16635
720	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	50,00	6073,75	0,14060
1080	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	52,20	6341,00	0,09785
1440	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	53,80	6535,36	0,07564
2880	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	63,90	7762,25	0,04492
4320	9,64	1	2,75	0,70	1,24	0,40	1,73	0,05	70,90	8612,58	0,03323

Pomocou výpočtu pre objem dažďových vôd som zistila, že dažď s periodicitou 0,1 a dobou trvania 5 minút vytvorí nad areálom objem zrážkových vôd o veľkosti 1348,37 m³. Čo sa týka zasakovania alebo narábania s týmto objemom zrážkovej vody, tak bližšie informácie som ku niekdajšiemu nakladaniu so zrážkovými vodami nedostala, ale môžem odhadovať, že väčšina zrážkových vôd bola odvedená do vodného recipientu, ktorý sa nachádza v blízkosti, splaškovej kanalizácie a len menšia časť bola zasakovaná do zeminy.

Do revitalizovanej Zbrojovky, by som svojím návrhom HDV chcela priniesť väčší prienik s prírodou vo forme obohatenia zdrojov podzemnej vody opätovným zasakovaním. Rovnako dôležitá je pre mňa racionálna spotreba pitnej vody v areáli na zálievku zelene, v najlepšom prípade spotreba nulová.

Pre zistenie množstva zasakovanej vody a vody potrebnej na zálievku som si v prvom rade urobila analýzu rozloženia plôch vid'. príloha 2.1, rovnako ako v prípade pôvodného areálu.

Najväčšiu časť tvorila v tomto prípade zeleň, a to 31% - 4,7 ha, nasledovala asfaltová cesta pre automobilové vozidlá ako aj cyklistický pruh so 16% - 2,45 ha, zámková/priepustná dlažba s 2,2 ha. V návrhu som použila tri druhy striech a to zelenú intenzívnu 0,86 ha, extenzívnu 1,9 ha a v neposlednej rade strechu obyčajnú plechovú 2,1 ha. Posledný hektár ostal už len na parkovacie plochy, ktoré sú v areáli navrhnuté ako pozdĺžne/šikmé parkovanie alebo aj samostatne stojace plochy parkovania pri administratívnych budovách, tie sú z priepustného asfaltu.

Už len vďaka pozmeneniu pomerov druhu plôch v areáli som dospela k výsledku, že dažď s periodicitou 0,1 a trvaním 5 minút vytvorí objem 774 m³, čo je o polovicu menej než vytvoril v pôvodnom areáli.

Tabuľka 7 NAVRHOVANÉ Parametre návrhového dažďa [vlastná tvorba]

Parametre návrhového dažďa pre stanovenie objemu dažďových vôd:					
Návrhová periodicitu:	p =	0,1	Odtokový koeficient	Ψ	0,05 - 1
Doba trvania dažďa:	t =	5 min - 72hod	Koeficient vsaku	k	0,0002 [m ² x s ⁻¹]
Dažďomerná stanica:	Brno	257 m.n.m	Súčiniteľ bezp. vsaku	f	2
Návrhový úhrn zrážok h _d	dle ČSN 75 9010		Vsakovaný odtok	Q _{vs}	1,535 [m ² x s ⁻¹]
			Vsakovacia plocha	A _{vs}	15350 [m ²]

Tab 3.a Výpočet množstva dažďových vôd										
Doba trvania zrážky tc	Plocha 1 zeleň	Súčiniteľ odtoku	Plocha 2 cesta	Súčiniteľ odtoku	Plocha 3 dlažba	Súčiniteľ odtoku	Plocha 4 strecha obyčajná	Súčiniteľ odtoku	Plocha 5 strecha exte.	Súčiniteľ odtoku
[min]	[ha]		[ha]		[ha]		[ha]		[ha]	
5	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
10	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
15	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
20	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
30	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
40	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
60	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
120	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
240	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
360	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
480	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
600	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
720	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
1080	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
1440	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
2880	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5
4320	4,7	0,05	2,45	0,7	2,3	0,3	2,1	1	1,93	0,5

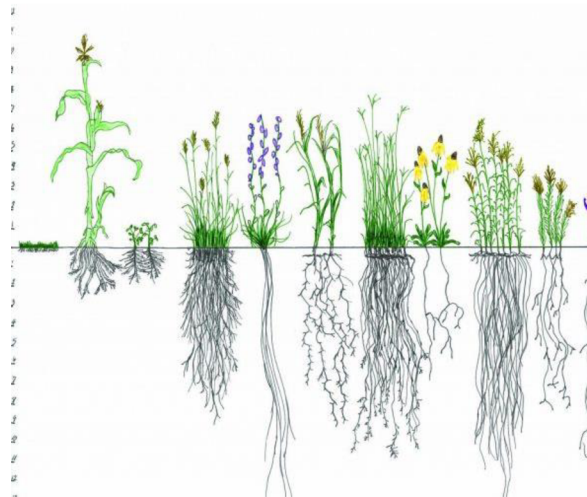
Tabuľka 8 Parametre návrhového dažďa [vlastná tvorba]

Plocha 6 strecha inte.	Súčiniteľ odtoku	Plocha 7 parkovanie	Súčiniteľ odtoku Plocha 1	Návrhový úhrn zrážok h_d	Objem zrážkových vôd	Prietok zrážkových vôd
[ha]		[ha]		[mm]	[m3]	[m ² x s ⁻¹]
0,86	0,3	1,01	1	11,10	774,00	2,58001
0,86	0,3	1,01	1	15,70	1094,76	1,82460
0,86	0,3	1,01	1	19,40	1352,76	1,50307
0,86	0,3	1,01	1	21,60	1506,17	1,25514
0,86	0,3	1,01	1	25,10	1750,22	0,97235
0,86	0,3	1,01	1	28,20	1966,39	0,81933
0,86	0,3	1,01	1	31,00	2161,63	0,60045
0,86	0,3	1,01	1	38,90	2712,50	0,37674
0,86	0,3	1,01	1	43,80	3054,17	0,21210
0,86	0,3	1,01	1	47,30	3298,23	0,15270
0,86	0,3	1,01	1	48,60	3388,88	0,11767
0,86	0,3	1,01	1	49,30	3437,69	0,09549
0,86	0,3	1,01	1	50,00	3486,50	0,08071
0,86	0,3	1,01	1	52,20	3639,91	0,05617
0,86	0,3	1,01	1	53,80	3751,47	0,04342
0,86	0,3	1,01	1	63,90	4455,75	0,02579
0,86	0,3	1,01	1	70,90	4943,86	0,01907

Spolu s implementáciou zelene je veľmi dôležité myslieť aj na jej nasledovnú zálievku.

Jedným z najlepších krokov ako predísť častému polievaniu hlavne v letných mesiacoch je výber vegetácie, v miernych oblastiach sveta, kde nastávajú občasné doby tepla a sucha sa osvedčili najmä ku klíme prirodzené trávy, ktoré sú prispôsobené silnejším koreňovým systémom a tým pádom menej náchylné na sucho.

Ako výborný kompromis medzi udržateľnosťou a estetickosťou patrí prvé miesto d'ateline, je rýchlo rastúca, odolná, ponúka miesto na život drobným živočíchom a opel'ovačom, udržuje si prirodzenú vlhkosť a nie je veľkého zrastu.



Obrázok 46 Koreňový systém rastlín [41]

Ak však chceme udržiavať typický anglický trávnik stále zelený, je potrebné zistiť koľko zálievky bude vyžadovať vid'. tabuľka 10.

Okrem zeleni v objekte som do retenčnej plochy nutnej na zálievku zarátala aj strechy, kde je navrhnutá zelená intenzívna pokrývka.

Tabuľka 9 Potrebný objem na zálievku

Potrebný objem zrážkovej vody pre zálievku		
Plocha pre retenciu	Z	5,56 ha
Závlahová dávka	Z _d	10 mm
Závlaha	Z _a	2x týždeň
Objem vody na týždeň	P ₁	1112 m ₃
Objem vody na 6 týždňov	P ₆	3336 m ₃

Vzhľadom na odlišnú potrebu zrážkovej vody alebo naopak jej prebytku, som riešila celé územie po menších celkoch a navrhla som následné zariadenia na HDV:



Obrázok 47 Rozdelenie závlahových plôch [Vlastná tvorba]

A) Námestie na nábreží, námestie v centre

Všetky plochy vyššie zmienených miest sú relatívne veľké, preto som sa rozhodla použiť na vrchnú vrstvu betónovú dlažbu krémovej farby, aby nepríťahovala nadmerné množstvo tepla a slnka. Betónová dlažba z medzerovitého betónu prijíma zrážkovú vodu dutinami v dlažobných prvkoch a ďalej ju odvádza do podlažia. Spáry medzi samotnými dlaždicami sú dostatočne veľké aby cez ne voda mohla prirodzene odtekať a zasakovať v pôdnom telese.

Pre prípad nadmerných dažďových zrážok sú plochy jemne vypádované do stredu pod ktorým sa nachádza retenčná nádrž vytvorená z voštinových blokov. Z retenčnej nádrže získame čerpadlom vodu, ktorú ďalej použijeme na zálievku zelene v tesnej blízkosti.

Tabuľka 10 Nábregie - množstvo zrážok [vlastná tvorba]

Hl. časť nábregia: Výpočet množstva zrážkových vôd					
Doba trvania zrážky tc	Plocha dlažba	Súčiniteľ odtoku	Návrhový úhrn zrážok h_d	Objem zrážkových vôd	Prietok zrážkových vôd
[min]	[m ²]		[mm]	[m ³]	[m ² x s ⁻¹]
5	4042,00	0,30	11,10	13,46	0,04487
10	4042,00	0,30	15,70	19,04	0,03173
15	4042,00	0,30	19,40	23,52	0,02614
20	4042,00	0,30	21,60	26,19	0,02183
30	4042,00	0,30	25,10	30,44	0,01691
40	4042,00	0,30	28,20	34,20	0,01425
60	4042,00	0,30	31,00	37,59	0,01044
120	4042,00	0,30	38,90	47,17	0,00655
240	4042,00	0,30	43,80	53,11	0,00369
360	4042,00	0,30	47,30	57,36	0,00266
480	4042,00	0,30	48,60	58,93	0,00205
600	4042,00	0,30	49,30	59,78	0,00166
720	4042,00	0,30	50,00	60,63	0,00140
1080	4042,00	0,30	52,20	63,30	0,00098
1440	4042,00	0,30	53,80	65,24	0,00076
2880	4042,00	0,30	63,90	77,49	0,00045
4320	4042,00	0,30	70,90	85,97	0,00033

Retenčná nádrž musí disponovať objemom 90 m³.

Potrebný objem zrážkovej vody pre zálievku

Plocha pre retenciu	Z	2282	m
Závlahová dávka	Z _d	10	mm
Závlaha	Z _a	2x	týždeň
Objem vody na týždeň	P ₁	45,64	m ³
Objem vody na 6 týždňov	P ₆	273,84	m ³

V prípade preplnenia nádoby, jej obsah bude vyčerpaný, do recipientu v blízkosti.



Obrázok 48 Riešenie námestia na nábregí [vlastná tvorba]

Tabuľka 11 Námestie - množstvo zrážok] vlastná tvorba

Námestie: Výpočet množstva zrážkových vôd					
Doba trvania zrážky t_c	Plocha 3 dlažba	Súčiniteľ odtoku	Návrhový úhrn zrážok h_d	Objem zrážkových vôd	Prietok zrážkových vôd
[min]	[m ²]		[mm]	[m ³]	[m ² x s ⁻¹]
5	4609,00	0,30	11,10	15,35	0,05116
10	4609,00	0,30	15,70	21,71	0,03618
15	4609,00	0,30	19,40	26,82	0,02980
20	4609,00	0,30	21,60	29,87	0,02489
30	4609,00	0,30	25,10	34,71	0,01928
40	4609,00	0,30	28,20	38,99	0,01625
60	4609,00	0,30	31,00	42,86	0,01191
120	4609,00	0,30	38,90	53,79	0,00747
240	4609,00	0,30	43,80	60,56	0,00421
360	4609,00	0,30	47,30	65,40	0,00303
480	4609,00	0,30	48,60	67,20	0,00233
600	4609,00	0,30	49,30	68,17	0,00189
720	4609,00	0,30	50,00	69,14	0,00160
1080	4609,00	0,30	52,20	72,18	0,00111
1440	4609,00	0,30	53,80	74,39	0,00086
2880	4609,00	0,30	63,90	88,35	0,00051
4320	4609,00	0,30	70,90	98,03	0,00038
Retenčná nádrž musí disponovať objemom 100 m ³ .					
Potrebný objem zrážkovej vody pre zálievku					
Plocha pre retenciu	Z	1389,04	m		
Závlahová dávka	Z _d	10	mm		
Závlaha	Z _a	2x	tyždeň		
Objem vody na týždeň	P ₁	27,7808	m ₃		
Objem vody na 6 týždňov	P ₆	166,6848	m ₃		
V prípade preplnenia nádoby, jej obsah bude vyčerpaný do vyspádovanej zelene v blízkosti.					



Obrázok 49 Riešenie námestia [vlastná tvorba]

B) Nábřežie

Nábřežie je vyhotovené z rovnakých betónových dlaždíc so spármi ako aj námestie. Pod nimi sa už voštinové bloky nenachádzajú a v prípade nadmerných dažďov je celá dĺžka chodníčku vypsávaná na smer recipientu. Zeleň je v týchto miestach zásobená vodou práve z neho a to vďaka solárnemu čerpadlu. Odber vody z miestneho vodstva je umožnený vodným zákonom a to konkrétne § 21 odst. 2 písm. c) bod 4 zákona č. 254/2001 Sb:

„Do této evidence jsou zařazovány odběry povrchových a podzemních vod či vypouštění vod, jejichž povolené množství přesahuje 6 000 m³/rok, případně 500 m³/měsíc a jejichž povolený objem povrchové vody akumulované či vzduté ve vodních nádržích přesahuje 1 000 000 m³ [§ 22 odst. 2 vodního zákona]. Subjekty s takovým povolením mají povinnost jednou ročně ohlašovat naměřené údaje [§ 10 a § 38 vodního zákona].“ [21]

Po matematickom výpočte som zistila, že ak obmedzíme zálievku len na raz týždenne, čo vďaka blízkej polohe vodného zdroja bude dostačujúce, je možné vodu z rieky čerpať.

Tabuľka 12 Objem vody na zálievku [vlastná tvorba]

Potrebný objem zážkovej vody pre zálievku			
Plocha pre retenciu	Z	6470	m ²
Závlahová dávka	Z _d	10	mm
Závlaha	Z _a	1x	týždeň
Objem vody na týždeň	P ₁	64,7	m ³
Objem vody na mesiac	P ₄	258,8	m ³



Obrázok 51 Riešenie nábřežia [vlastná tvorba]

C) Vnútrobloky a zelené strechy

Všetky tri bytové domy štvorcového tvaru sú identické, vnútri sa nachádza zelené átrium o rozlohe 2250 m² a namiesto obvyčajnej strechy sa na nich nachádza zelená extenzívna strecha. Tá podporuje zníženie hluku, smogu a zlepšenie klímy. Okrem toho zadržiava 40-60% percent zrážok, ktoré by dopadli na strechu, zvyšné sú odvedené odkvapovým systémom do átria kde sa nachádza retenčná nádrž pripravená na zálievku zelene. V prípade nadmerných dažďov je pozemok vyspádovaný do stredu, kde sa nachádza vsakovací žľab.

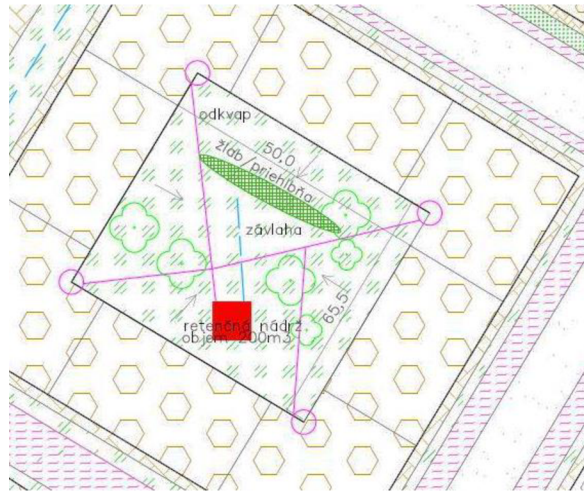
Tabuľka 13 Potrebný objem zrážkovej vody pre zálievku [vlastná tvorba]

Potrebný objem zrážkovej vody pre zálievku		
Plocha pre retenciu	Z	2250 m ²
Závlahová dávka	Z _d	10 mm
Závlaha	Z _a	2x týždeň
Objem vody na týždeň	P ₁	45 m ₃
Objem vody na mesiac	P ₆	180 m ₃

Tabuľka 14 Výpočet množstva zrážkových vôd [vlastná tvorba]

Výpočet množstva zrážkových vôd					
Doba trvania zrážky tc	Plocha strecha	Súčiniteľ odtoku	Návrhový úhrn zrážok h _d	Objem zrážkových vôd	Prietok zrážkových vôd
[min]	[m ²]		[mm]	[m ³]	[m ² x s ⁻¹]
5	5400,00	0,60	11,10	35,96	0,11988
10	5400,00	0,60	15,70	50,87	0,08478
15	5400,00	0,60	19,40	62,86	0,06984
20	5400,00	0,60	21,60	69,98	0,05832
30	5400,00	0,60	25,10	81,32	0,04518
40	5400,00	0,60	28,20	91,37	0,03807
60	5400,00	0,60	31,00	100,44	0,02790
120	5400,00	0,60	38,90	126,04	0,01751
240	5400,00	0,60	43,80	141,91	0,00986
360	5400,00	0,60	47,30	153,25	0,00710
480	5400,00	0,60	48,60	157,46	0,00547
600	5400,00	0,60	49,30	159,73	0,00444
720	5400,00	0,60	50,00	162,00	0,00375
1080	5400,00	0,60	52,20	169,13	0,00261
1440	5400,00	0,60	53,80	174,31	0,00202
2880	5400,00	0,60	63,90	207,04	0,00120
4320	5400,00	0,60	70,90	229,72	0,00089

Retenčná nádrž musí disponovať objemom 200 m³.



Obrázok 52 Riešenie vnútrobloku [vlastná tvorba]

D) Plechová strecha a dostatok zelene na blízku

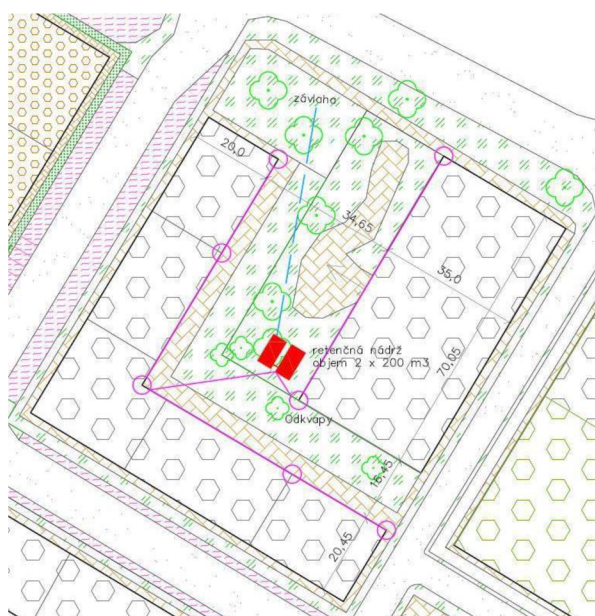
Aj keď sa tieto objekty na prvý pohľad od seba dostatočne líšia, všetky majú spoločné dve veci: plechovú strechu so súčiniteľom odtoku 1 a blízke okolie zelených plôch, ktoré je potreba zavlažovať. Keďže sa voda zo striech považuje za vhodný zdroj závlahovej vody, tak sa odkvapovým systémom dostane striech do retenčných šacht z kadiaľ sa za pomoci čerpadla ďalej roz distribuuje do zavlažovacích systémov. Všetky tieto objekty fungujú na rovnakom princípe.

Tabuľka 15 Výpočet množstva zrážkových vôd [vlastná tvorba]

Výpočet množstva zrážkových vôd					
Doba trvania zrážky t_c	Plocha strecha	Súčiniteľ odtoku	Návrhový úhrn zrážok h_d	Objem zrážkových vôd	Prietok zrážkových vôd
[min]	[m ²]		[mm]	[m ³]	[m ² x s ⁻¹]
5	5584,08	1,00	11,10	61,98	0,20661
10	5584,08	1,00	15,70	87,67	0,14612
15	5584,08	1,00	19,40	108,33	0,12037
20	5584,08	1,00	21,60	120,62	0,10051
30	5584,08	1,00	25,10	140,16	0,07787
40	5584,08	1,00	28,20	157,47	0,06561
60	5584,08	1,00	31,00	173,11	0,04809
120	5584,08	1,00	38,90	217,22	0,03017
240	5584,08	1,00	43,80	244,58	0,01698
360	5584,08	1,00	47,30	264,13	0,01223
480	5584,08	1,00	48,60	271,39	0,00942
600	5584,08	1,00	49,30	275,30	0,00765
720	5584,08	1,00	50,00	279,20	0,00646
1080	5584,08	1,00	52,20	291,49	0,00450
1440	5584,08	1,00	53,80	300,42	0,00348
2880	5584,08	1,00	63,90	356,82	0,00206
4320	5584,08	1,00	70,90	395,91	0,00153

Tabuľka 16 Voda na retenciu

Retenčná nádrž musí disponovať objemom 400 m ³ .		
Potrebný objem zrážkovej vody pre zálievku		
Plocha pre retenciu	Z	3500 m ²
Závlahová dávka	Z _d	10 mm
Závlaha	Z _a	2x týždeň
Objem vody na týždeň	P ₁	70 m ³
Objem vody na mesiac	P ₆	280 m ³



Obrázok 53 Riešenie plochy [vlastná tvorba]

E) Intenzívne zelené strechy

Pozitívnych účinkov zelených striech je mnoho, pre vodohospodárske odvetvie je najdôležitejšia schopnosť spomaliť odtok a po zadržaní ho vrátiť do prirodzeného kolobehu vody. Pri intenzívnych strechách je väčšina vody zadržaná priamo vo vegetačnej vrstve, súčiniteľ odtoku je 0,2-0,05, všetko záleží od druhu vegetácie a hrúbky pôdneho nánosu [25].

Prebytočná voda, ktorá sa nevsiakne odteká buď do dažďovej kanalizácie alebo vsakovacích zariadení, také jedno som použila aj vo svojom návrhu a to priamo za budovou kultúrneho centra.

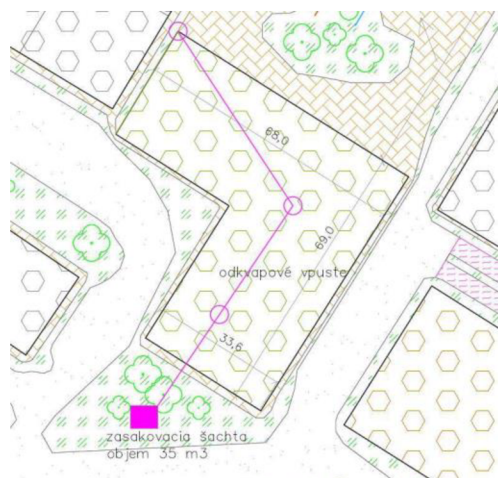
Tabuľka 17 Parametre návrhového dažďa [vlastná tvorba]

Parametre návrhového dažďa pro stanovenie objemu dažďových vôd:					
Návrhová periodičita:	p =	0,1	Odtokový koeficient	ψ	0,05 - 1
Doba trvania dažďa:	t =	5 min - 72hod	Koeficient vsaku	k	0,0002 [m ² x s ⁻¹]
Dažďomerná stanica:	Brno	257 m.n.m	Súčiniteľ bezp. vsaku	f	2
Návrhový úhrn zrážok h _d	dle ČSN 75 9010		Vsakovaný odtok	Q _{vs}	0,0336822 [m ² x s ⁻¹]
			Vsakovacia plocha	Avs	336,822 [m ²]

Tabuľka 18 Objem vsakovacej šachty [vlastná tvorba]

Námestie: Výpočet množstva zrážkových vôd						Výpočet objemu a doby prázdnenia		
Doba trvania zrážky t _c	Plocha	Súčiniteľ odtoku	Návrhový úhrn zrážok h _d	Objem zrážkových vôd	Prietok zrážkových vôd	Doba trvania zrážky t _c	Potrebný akumulatívny objem	Doba prázdnenia vsakovacieho zariadenia
[min]	[m ²]		[mm]	[m ³]	[m ² x s ⁻¹]	[min]	[m ³]	[h]
5	3368,22	0,30	11,10	11,22	0,03739	5	27,28258	0,22500
10	3368,22	0,30	15,70	15,86	0,02644	10	32,67173	0,26944
15	3368,22	0,30	19,40	19,60	0,02178	15	35,02949	0,28889
20	3368,22	0,30	21,60	21,83	0,01819	20	32,33491	0,26667
30	3368,22	0,30	25,10	25,36	0,01409	30	23,91436	0,19722
40	3368,22	0,30	28,20	28,50	0,01187	40	14,14652	0,11667
60	3368,22	0,30	31,00	31,32	0,00870	60	-16,84110	-0,13889
120	3368,22	0,30	38,90	39,31	0,00546	120	-111,4880	-0,91944
240	3368,22	0,30	43,80	44,26	0,00307	240	-337,4956	-2,78333
360	3368,22	0,30	47,30	47,80	0,00221	360	-568,2187	-4,68611
480	3368,22	0,30	48,60	49,11	0,00171	480	-806,3518	-6,65000
600	3368,22	0,30	49,30	49,82	0,00138	600	-1046,505	-8,63056
720	3368,22	0,30	50,00	50,52	0,00117	720	-1286,660	-10,61111
1080	3368,22	0,30	52,20	52,75	0,00081	1080	-2006,785	-16,55000
1440	3368,22	0,30	53,80	54,36	0,00063	1440	-2728,931	-22,50556
2880	3368,22	0,30	63,90	64,57	0,00037	2880	-5605,054	-46,22500
4320	3368,22	0,30	70,90	71,64	0,00028	4320	-8491,619	-70,03056

Z výpočtu som zistila, že objem vsakovacieho zariadenia by mal byť 35 m³ a za kritický dažď sa považuje dažď v dĺžke 0,28 hod.



Obrázok 54 Riešenie vsakovacieho zariadenia [vlastná tvorba]

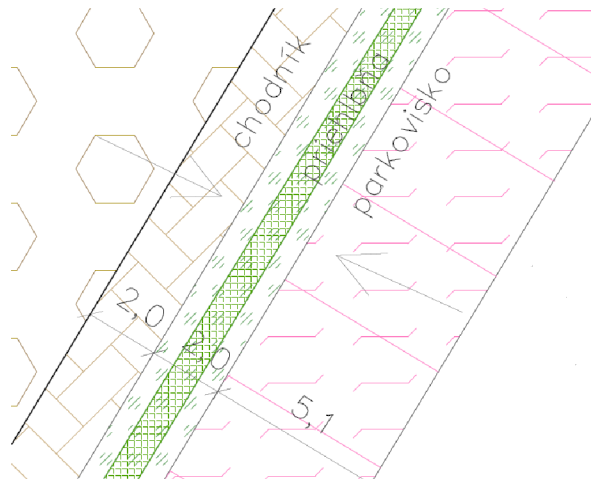
F) Parkovacie miesta a chodníky

Aj keď pohľad na parkovacie miesta nie je práve estetický, v meste 21. storočia sa mu stále nevyhneme. Parkovacie plochy sú väčšinou tvorené z nepriepustného asfaltu a zrážková voda z nich odteká priamo do jednotnej kanalizácie, to má za následky preťaženie kanalizačného systému.

Aby sme tomuto scenáru predišli, tak v situácií som navrhla povrch vozovky z priepustného asfaltu alebo betónu, ten je vyspádovaný do vedľajšieho vsakovacieho žlabu, keby v prípade veľkej nepriazni počasia nebolo možné zrážkovú vodu zasakovať okamžite.

Pri parkovacích plochách si treba dávať pozor na ropné splaveniny, preto by som odporučila na veľkých komerčných parkoviskách vodu najskôr prečistiť a následne zasakovať, v tomto prípade bude dostatočné použiť pod ohumusovanú vrstvu ešte vrstvu piesku alebo jemného štrku.

Z druhej strany týchto „zelených“ pásov som navrhla chodník pre chodcov, zeleň tak plní okrem funkčnej a estetickej funkcie aj funkciu bezpečnostnú. Chodníky sú opäť raz tvorené priepustnou dlažbou s dostatočnými spárami na odtok vody, a v prípade nárazových dažďov sú vyspádované na smer žlabu alebo priehlbne.



Obrázok 55 Riešenie chodníka a parkoviska [vlastná tvorba]

5 DISKUSIA

Efektívne využívanie dažďovej vody v mestách, a riešenie problematiky jej odtoku, poprípade vsaku do pôdneho telesa bude téma, s ktorou sa viac a viac miest, či obcí bude musieť vysporiadať. Klimatické zmeny zvyšujú periodicitu dažďov so zvýšenou intenzitou, a ak nechceme zatopené mestá a nefunkčné kanalizačné siete, bude potrebné navrhnuť vhodné opatrenia.

Mnou navrhnuté zariadenia pre riešenie zrážkovej vody v lokalite brownfieldu Zbrojovky, boli spracované skôr ako štúdia pre danú lokalitu a nie ako štúdia, ktorá by bola uplatniteľná celoštátne ani celomestsky.

Dôležitú rolu hral fakt, že na revitalizáciu má tento brownfield takmer dokonalé podmienky, sú nimi napríklad: vhodné podložie, rovinatosť terénu, blízkosť inžinierskych sietí. Ďalším dôležitým faktorom pre samotnú implementáciu HDV bola prítomnosť rieky Svitava.

Rieku som vo svojom návrhu využila ako recipient, ale aj ako zdroj vody. Jednotlivé retenčné nádrže potrebovali miesto na odtok pri zvýšenej dažďovej aktivite, a keďže som v areáli nenavrhol retenčné jazierko alebo vsakovaciu nádrž, tak všetky nadbytočné zrážkové vody sú zvedené práve do rieky Svitava na západnej strane brownfieldu, kde pre tento účel slúži ako recipient.

Naopak v prípade potrebnej zálievky, kedy zásoba vody v retenčných nádobách nie je dostatočná a hladina rieky to dovoľí, tak je možnosť čerpať vodu z nej. Tento návrh sa vyskytuje na páse zeleni pri nábregí, kde si zeleň vďaka svojej blízkosti k rieke nevyžaduje veľké množstvo zálievky, pretože si udržuje svoju prirodzenú vlhkosť lepšie ako zeleň v iných lokalitách. Výpočtami som zistila, že pre lokalitu stále ostáva rezerva 242 m³ vody mesačne, ktorá sa teda môže využívať na miestach, kde je to potrebné.

Každá budova v areáli je odlišná a tým pádom si vyžadovala aj osobitný prístup k riešeniu a návrhu hospodárenia so zrážkovými vodami. Pre niektoré miesta som použila vsakovacie šachty, priehlbne, zelené strechy alebo retenčné nádrže.

Cieľom návrhov bolo vyskúšať si implementovať rôzne druhy zasakovania alebo retencie, ako aj vhodne umiestniť dané zariadenia, či už vzhľadom na objem zachytených zrážkových vôd alebo na estetiku v prostredí.

6 ZÁVER

V rámci tejto bakalárskej práce bola vypracovaná štúdia návrhu revitalizácie časti Starej Zbrojovky z pohľadu mestského inžiniera, ktorá ďalej prechádzala do problematiky hospodárenia s dažďovými vodami. Cieľom bakalárskej práce bolo navrhnutie systému pre nakladanie so zrážkovými vodami v areáli bývalej Zbrojovky v Brne-Zábrdovicích.

Prvá časť bakalárskej práce obsahuje teoretické poznatky o spotrebe vody, rozdelení odpadovej vody z domácnosti, a problematike nesprávneho riešenia a odvádzania dažďových vôd.

Okrem problematiky vody bola upriamená pozornosť aj na tematiku brownfieldov v mestách, táto časť začína teoretickými poznatkami, ktoré sa neskôr využívajú pri analýze brownfieldu bývalej Zbrojovky, a je ukončená samotným návrhom alebo štúdiou obnovy tohto areálu. Pre lepšiu vizualizáciu návrhov boli textové časti doplnené o grafické prvky, či už obrázky z tretích strán alebo autorove návrhy z programov CAD a GIS.

Druhá časť bakalárskej práce sa venovala návrhu systémov pre nakladanie s dažďovými vodami v novo navrhnutom areáli. Pre úspešnú implementáciu samotných zariadení, bolo nutné ich predstavenie, a následne doplnenie o použité matematické výpočty, ako aj o legislatívny rámec úprav.

V samotnom návrhu prvkov na hospodárenie so zrážkovými vodami, som využila poznatky z predchádzajúcich kapitol a rokov štúdia. Skladali sa z textovej časti, tabuľkového výpočtu a zákresu v situácií.

Výsledky tejto bakalárskej práce boli spracované jednoduchým a nie zbytočne komplikovaným spôsobom, ktoré môžu slúžiť pre ľahšie pochopenie problematiky brownfieldov a nakladania so zrážkovými vodami na nich.

7 POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] "Den nula se blíží": Kapské město je na suchu, muselo snížit limit na vodu [online]. Česko: aktuálně.cz, 2018 [cit. 23.2.2023]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/zahranici/den-nula-se-blizi-kapske-mesto-je-na-suchu-muselo-snit-lim/r~912c26f8073211e89efbac1f6b220ee8/>
- [2] Spotřeba vody [online]. Česko: Sčvk, 2019 [cit. 23.3.2023]. Dostupné z: <https://www.scvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/spotreba-vody/>
- [3] TOMÁŠKOVÁ, Hana. Průměrná spotřeba vody v ČR se pohybuje okolo 90 litrů na osobu a den [online]. Česko: Komunální Ekologie, 2022 [cit. 18.4.2023]. Dostupné z: <https://www.komunalniekologie.cz/info/prumerna-spotreba-vody-v-cr-se-pohybuje-okolo-90-litru-na-osobu-a-den>
- [4] ZAKRA [online]. In: . [cit. 2023-05-21].
- [5] ČSN 75 9010: Vsakovací zařízení srážkových vod. Únor. Česko: unMZ, 2012.
- [6] VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. 2015. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.
- [7] TETZLAFF, D., M. GROTTKER a C. LEIBUNDGUT. *Physics and Chemistry of Earth: Hydrological criteria to assess changes of flow dynamic in urban impacted catchments*. 2005. Anglicko: Elsevier, 2005. 1474-7065.
- [8] FINKA, Maroš, Dagmar PETŘIKOVÁ, Mária ZÚBKOVÁ a Ľubomír JAMEČNÝ. Analýza prekážok v zhodnocovaní nevyužívaných a zanedbaných území v intraviláne miest a návrh podporných opatrení. In: *Ministerstvo dopravy SR* [online]. Bratislava: Spectra, 2019 [cit. 16.2.2023]. Dostupné z: <https://www.mindop.sk/ministerstvo-1/mestsky-rozvoj-6/mestsky-rozvoj/studie/analyza-prekazok-v-zhodnocovani-nevyuzivanych-a-zanedbanych-uzemi-v-intravilane-miest-a-navrh-podpornych-opatreni>
- [9] Príručka pre regeneráciu brownfieldov. BROWNTRANS. Bratislava: ROAD, 2013.
- [10] *Brownfield regeneration management: From education to practice*. Cobraman [online]. Bydgoszcz: Cobraman, 2013, 2013(06), 2-18 [cit. 20.3.2023]. Dostupné z: http://cobraman.uirs.si/Portals/0/CM%20newsletter/Cobraman%2006_Newsletter_%20FINAL%20brochure.pdf
- [11] *Historie Zbrojovky* [online]. Brno: zbrojovka-brno, 2016 [cit. 21.3.2023]. Dostupné z: <http://www.zbrojovka-brno.cz/cz/pages/341-historie-zbrojovky-brno.aspx>
- [12] *Brněnské brownfieldy*. In: *Data.Brno* [online]. Česko: Magistrát města Brna, 2021 [cit. 25.4.2023]. Dostupné z: <https://experience.arcgis.com/experience/5003d8d6f8954d4e98bc6d7babc531d8/>
- [13] DAVID STRÁNSKÝ A KOL. *Sráškové vody a urbanizace krajiny*. Praha: ČKAIT, 2012.
- [14] HLAVÍNEK, Petr, Petr PRAX a Jiří KUBÍK. *Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. 2007. Brno: ARDEC, 2007. ISBN 80-860-2055-X.
- [15] ŽABIČKA ZDENĚK A KOL. *Hospodáření se srážkovou vodou v nemovitostech*. Praha: ČKAIT, 2011.
- [16] SR, Ministerstvo. *Nakladanie s dažďovými vodami odvádzanými z pozemkov pozemných komunikácií a parkovísk*. Ministerstvo dopravy a výstavby SR, 2019.
- [17] DOC. ING. CSC., HLAVÍNEK. *Hospodáření s dešťovými vodami v urbanizovaném území*. Brno: ARDEC s.r.o., 2007.

- [18] ŽABIČKA, Zdeněk a Karel VRÁNA. *Hospodaření se srážkovou vodou v nemovitostech: TP 1.20 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. 2011. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2011. Metodické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN ISBN978-80-87438-14-5.
- [19] POLITIKA ÚZEMNÍHO ROZVOJE ČESKÉ REPUBLIKY. In: . Ministerstvo pro místní rozvoj, 2021. Dostupné také z: https://www.mmr.cz/getmedia/f93f37d3-d404-4c0c-9bfa-dae429a440c1/PUR_CR_ve-zneni-zavaznem-od-1_9_2021_brozura_CZ_final.pdf.aspx?ext=.pdf
- [20] Plán *hlavních povodí České republiky*. Č.562. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2007. ISBN 978-80-7084-632-2.
- [21] Zákon č. 254/2001 Sb.: *Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*. In: . 2001. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [22] Vyhláška č. 501/2006 Sb.: *Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území*. In: . 2006.
- [23] Vyhláška č. 268/2009 Sb.: *Vyhláška o technických požadavcích na stavby*. In: . 2009.
- [24] ČSN 75 6780: *VYUŽITÍ ŠEDÝCH VÓD V BUDOVÁCH A NA PRILÁHLÝCH POZEMKOC*. Česko: únmz, 2021.
- [25] VEGETAČNÍ SOUVRSTVÍ ZELENÝCH STŘECH. Brno: Odborná sekce Zelené střechy, 2019.
- [26] Mapy. In: *Mapy.cz* [online]. Česko: Seznam, 2020 [cit. 15.4.2023]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>
- [27] Územně analytické podklady. In: *Portál ÚPmB* [online]. Brno: Statutární město Brno, 2020 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://upmb.brno.cz/uzemne-planovaci-podklady/uzemne-analyticke-podklady/>
- [28] STRÁNSKÝ, David. *Srážkové vody a urbanizace krajiny: TP 1.20.1 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2012. Metodické a technické pomůcky k činnosti autorizovaných osob. ISBN ISBN978-80-87438-28-2.
- [29] Vsakovací trubka. In: *MIDAS INTERNATIONAL* [online]. Česko: Midas, 2020 [cit. 6.5.2023]. Dostupné z: <https://www.midas.cz/storm-pipe-dn-id-150-castecne-perf-220-vsakovaci-trubka-lp-z-pe-hd-tyce-6-m-sn8-p4592/>
- [30] *Hospodaření se srážkovými vodami*. In: *ASIO* [online]. Česko: ASIO, 2012 [cit. 5.5.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/hospodareni-se-srazkovymi-vodami-hdv-tnv-75-9011.84>
- [31] Jak vypadá vsakovací zařízení srážkových vod. In: *Tzbinfo* [online]. Česko: tzbinfo, 2018 [cit. 7.5.2023]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/16968-hospodareni-se-srazkovymi-vodami>
- [32] Drenážní beton pomáhá zadržovat srážky v urbanizovaném prostředí. In: *Tzbinfo* [online]. Brno: tzbinfo, 2018 [cit. 2.5.2023]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/17391-drenazni-beton-pomaha-zadrzovat-srazky-v-urbanizovanem-prostredi>
- [33] Zatrávňovací tvárnice. In: *Družstvo cementářů* [online]. Česko: Družstvo cementářů, 2020 [cit. 2.5.2023]. Dostupné z: <https://dcpraha.cz/zatravnovaci-tvarnice-dlazba1>
- [34] *Travnatá plocha*. In: *Cysnews.cz* [online]. Praha: Cysnews.cz, 2020 [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.cysnews.cz/ostatni/praha-7-planuje-novy-park-na-nabrezi/attachment/travnata-plocha/>

- [35] Exkurze za dobrými příklady hospodaření s dešťovou vodou. In: *Asio.cz* [online]. Česko: ASIO, 2014 [cit. 6.5.2023]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/news/exkurze-za-dobrymi-priklady-hospodareni-s-destovou-vodou.252>
- [36] *Vsakovací blok*. In: *Vsakovačky.cz* [online]. Česko: Vsakovačky, 2018 [cit. 5.5.2023]. Dostupné z: https://www.vsakovacky.cz/vsakovaci-blok-garantia-rainbloc-compact-300-l/?gad=1&gclid=EAlaIQobChMI1MOC2KiL_wlVWYfVCh0aqAB0EAQYASABEgLxkfd_BwE
- [37] *Vsakovací bloky*. In: *Prodomosline* [online]. Česko: prodomosline, 2020 [cit. 5.5.2023]. Dostupné z: <https://www.prodomosline.cz/vsakovaci-modul-1640-l-sada-greenlife/>
- [38] *BEST řešení pro zadržování a vsak dešťové vody*. In: *FACHMANI* [online]. Česko: FACHMANI, 2020 [cit. 5.5.2023]. Dostupné z: <https://fachmani.cz/clanek-286505-best-reseni-pro-zadrzovani-a-vsak-destove-vody>
- [39] *NAKLADANIE S DAŽĎOVÝMI VODAMI ODVÁDZANÝMI Z POZEMKOV POZEMNÝCH KOMUNIKÁCIÍ A PARKOVÍSK: Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií*. 2019. Bratislava: Ministerstvo dopravy a výstavby SR, 2019.
- [40] *Natural Swimming Pools 101: All About Natural Pools HGTV*. In: <https://rosaleneov.life> [online]. [cit. 10.5.2023]. Dostupné z: https://rosaleneov.life/product_details/28563948.html
- [41] *Jaký je rozdíl mezi extenzivní a intenzivní zelenou střechou?*. In: *Ecosedum* [online]. [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.ecosedum.cz/jaky-je-rozdil-mezi-extenzivni-a-intenzivni-zelenou-strechou/>
- [42] *Intenzivní zelené střechy*. In: *Greenvia* [online]. [cit. 2023-05-23]. Dostupné z: <https://www.greenvia.cz/cs/intenzivni-zelene-strechy/>
- [43] *Solar*. In: *TaylorCreek* [online]. USA [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://www.taylorcreeknurseries.com/solar/>
- [44] *Fenomén Zbrojovka*. In: *Fenomén Zbrojovka* [online]. Česko: TIC Brno, 1950-1970 [cit. 22.4.2023]. Dostupné z: <https://fenomenzbrojovka.cz/fotogalerie/>

ZOZNAM OBRÁZKOV

OBRÁZOK 1 SPOTREBA VODY [2]	13
OBRÁZOK 2 KATEGÓRIE ODPADOVEJ VODY [VLASTNÁ TVORBA].....	13
OBRÁZOK 3 POROVNANIE ODTOKU DAŽĎOVÝCH VÔD [6].....	15
OBRÁZOK 4 DOPAD URBANIZÁCIE NA ODTOK POVODÍ [8].....	19
OBRÁZOK 5 ABC KATEGÓRIE [10].....	22
OBRÁZOK 6 VÝROBA PÍSACÍCH STROJOV [44]	24
OBRÁZOK 7 ZBROJOVKA V ROKOCH CCA 1970 [44]	24
OBRÁZOK 8 2006 [13]	25
OBRÁZOK 9 19800 [13]	25
OBRÁZOK 10 2018 [13]	25
OBRÁZOK 11 2022 [13]	25
OBRÁZOK 12 1960 [13]	25
OBRÁZOK 13 MAPA BROWNFIELDOV V BRNE [12].....	26
OBRÁZOK 14 ZÁKLADNÁ MAPA BRNO [13]	27
OBRÁZOK 15 ZÁKLADNÁ MAPA BRNO + VYZNAČENIE AREÁLU [13]	27
OBRÁZOK 16 VYUŽITIE ÚZEMIA [42].....	27
OBRÁZOK 17 LIMITY V ÚZEMÍ [42].....	29
OBRÁZOK 18 NÁVRH ROZDELENIA PLOCH [VLASTNÁ TVORBA]	30
OBRÁZOK 19 GEOLOGICKÝ PRIESKUM.....	34
OBRÁZOK 20 TRÁVNATÁ PLOCHA [17]	36
OBRÁZOK 21 ZATRÁVNŔOVACIE BLOKY [18]	36
OBRÁZOK 22 ZATRÁVNŔOVACIE BLOKY [18]	36
OBRÁZOK 23 PRIEPUSTNÝ BETÓN [19].....	36
OBRÁZOK 24 ZASAKOVACÍ ŹĽAB [20].....	37
OBRÁZOK 25 VSAKOVACÍ ŹĽAB [21]	37
OBRÁZOK 26 VSAKOVACIA NÁDRŹ [22].....	38
OBRÁZOK 27 VSAKOVACIA NÁDRŹ - PREVEDENIE [23]	38
OBRÁZOK 28 VSAKOVACIA TRUBKA [26].....	39
OBRÁZOK 29 VSAKOVACIA RYHA [23]	39
OBRÁZOK 30 VSAKOVACIA RYHA [21]	40
OBRÁZOK 31 VSAKOVACIA ŹACHTA [22]	40
OBRÁZOK 32 POUŹITIE VSAKOVACIEHO BLOKU [43]	41
OBRÁZOK 33 VSAKOVACÍ BLOK [27]	41
OBRÁZOK 34 RETENČNÁ NÁDRŹ MIMO RD [28].....	42
OBRÁZOK 35 FILTRAČNÁ NÁDRŹ [15].....	42

OBRÁZOK 36 NÁDRŽ S PREDČISTENÝM PRÍTOKOM [29].....	43
OBRÁZOK 37 NÁDRŽ S PREDČISTENÝM PRÍTOKOM - REZ [29]	43
OBRÁZOK 38 UMELÁ MOKRAĎ S BIOTOPOM [29]	44
OBRÁZOK 39 PRÍRODNÝ BAZÉN S BIOTOPOM [30]	44
OBRÁZOK 40 EXTENZÍVNA STRECHA [31]	45
OBRÁZOK 41 INTENZÍVNA ZELENÁ STRECHA [32]	45
OBRÁZOK 42 ROZDELENIE ZELENÝCH STRIECH [33]	46
OBRÁZOK 43 RETENČNÝ KANÁL [15].....	46
OBRÁZOK 44 KOMBINOVANÉ VSAKOVACIE JAZIERKO [34]	47
OBRÁZOK 45 KOMBINOVANÉ VSAKOVACIE JAZIERKO [34]	47
OBRÁZOK 46 KOREŇOVÝ SYSTÉM RASTLÍN [41]	59
OBRÁZOK 47 ROZDELENIE ZÁVLAHOVÝCH PLÔCH [VLASTNÁ TVORBA].....	60
OBRÁZOK 48 RIEŠENIE NÁMESTIA NA NÁBREŽÍ [VLASTNÁ TVORBA]	61
OBRÁZOK 49 RIEŠENIE NÁMESTIA [VLASTNÁ TVORBA]	62
OBRÁZOK 50 RIEŠENIE NÁMESTIA [VLASTNÁ TVORBA]	62
OBRÁZOK 51 RIEŠENIE NÁBREŽIA [VLASTNÁ TVORBA]	63
OBRÁZOK 52 RIEŠENIE VNÚTROBLOKU [VLASTNÁ TVORBA].....	65
OBRÁZOK 53 RIEŠENIE PLOCHY [VLASTNÁ TVORBA].....	66
OBRÁZOK 54 RIEŠENIE VSAKOVACIEHO ZARIADENIA [VLASTNÁ TVORBA]	67
OBRÁZOK 55 RIEŠENIE CHODNÍKA A PARKOVISKA [VLASTNÁ TVORBA].....	68

ZOZNAM TABULIEK

TABUĽKA 1 ORIENTAČNÉ HODNOTENIE ZNEČISTENIA ZRÁŽKOVÝCH VÔD Z HL'ADISKA ZNEČISTENIA NEROZPUSTENÝMI LÁTKAMI [5]	14
TABUĽKA 2 INTENZITA DAŽĎA V NIEKTORÝCH MESTÁCH [5].....	16
TABUĽKA 3 NÁVRHOVÝ ÚHRN ZRÁŽOK PRE BRNO [18]	48
TABUĽKA 4 INFORMATÍVNY KOEFICIENT VSAKU [18].....	49
TABUĽKA 5 SÚČINITEĽ ODTOKU ZRÁŽKOVÝCH VÔD [18]	51
TABUĽKA 6 PÔVODNÉ PARAMETRE NÁVRHOVÉHO DAŽĎA [VLASTNÁ TVORBA]	56
TABUĽKA 7 NAVRHOVANÉ PARAMETRE NÁVRHOVÉHO DAŽĎA [VLASTNÁ TVORBA].....	57
TABUĽKA 8 PARAMETRE NÁVRHOVÉHO DAŽĎA [VLASTNÁ TVORBA]	58
TABUĽKA 10 POTREBNÝ OBJEM NA ZÁLIEVKU.....	59
TABUĽKA 11 NÁBREŽIE - MNOŽSTVO ZRÁŽOK [VLASTNÁ TVORBA].....	61
TABUĽKA 12 NÁMESTIE - MNOŽSTVO ZRÁŽOK] VLASTNÁ TVORBA.....	62
TABUĽKA 13 OBJEM VODY NA ZÁLIEVKU [VLASTNÁ TVORBA]	63
TABUĽKA 14 POTREBNÝ OBJEM ZRÁŽKOVEJ VODY PRE ZÁLIEVKU [VLASTNÁ TVORBA]	64
TABUĽKA 15 VÝPOČET MNOŽSTVA ZRÁŽKOVÝCH VÔD [VLASTNÁ TVORBA]	64
TABUĽKA 16 VÝPOČET MNOŽSTVA ZRÁŽKOVÝCH VÔD [VLASTNÁ TVORBA]	65
TABUĽKA 17 VODA NA RETENCIU	66
TABUĽKA 18 PARAMETRE NÁVRHOVÉHO DAŽĎA [VLASTNÁ TVORBA]	67
TABUĽKA 19 OBJEM VSAKOVACEJ ŠACHTY [VLASTNÁ TVORBA].....	67

ZOZNAM PRÍLOH

- 1.1 Inžinierske siete v areáli bývalej Zbrojovky
- 1.2 Rozdelenie plochy v areáli bývalej Zbrojovky
- 2.1 Návrhové rozdelenie plochy v areáli bývalej Zbrojovky