



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV ARCHITEKTURY

JAK OMEZOVAT PŘEHŘÍVÁNÍ ČESKÝCH MĚST A VESNIC

HOW TO REDUCE OVERHEATING IN CZECH TOWNS AND VILLAGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Veronika Hermanová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. arch. Tomáš Pavlovský, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav architektury
Studentka: **Veronika Hermanová**
Vedoucí práce: **Ing. arch. Tomáš Pavlovský, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24
Studijní program: B0732A260006 Městské inženýrství

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Jak omezovat přehřívání českých měst a vesnic

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Bakalářská práce bude rozdělena na dvě části – analytickou a návrhovou. Kdy analytická bude analyzovat současný stav a poznání na vybrané lokalitě. Návrhová část ukáže možná hypotetická řešení.

Cíle a výstupy bakalářské práce:

Cílem bakalářské práce je návrh možného přístupu měst k zamezení zvyšování vnitřní teploty městské struktury. Návrh kroků, které by mělo město učinit pro zamezení růstu teploty. Přístup by měl dodržovat zásady udržitelného rozvoje a rozvinout ho.

Seznam doporučené literatury a podklady:

ÚP, mapové podklady zkoumané oblasti
výškopis obce
historické mapy obce
Městské inženýrství nejen pro městské inženýry. ISBN: 978-80-88265-39-9
urbanistická literatura: J. Gehl, J. Jehlík, C. Sitte, J. Jacobs..

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 5. 10. 2023

L. S.

doc. Ing. arch. Juraj Dulenčín, Ph.D.
vedoucí ústavu

Ing. arch. Tomáš Pavlovský, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá rostoucími teplotami vlivem klimatické změny ve městech a vesnicích na území České republiky. Nastiňuje dopad těchto změn na obyvatelstvo, jejich zdraví a mnohdy extrémní projevy ve veřejném prostoru. Analyzuje a navrhuje možná koncepční řešení pro podporu udržitelného rozvoje měst a zmenšení dopadu. Cílem práce je poukázat na přírodě blízká opatření, pomocí kterých lze reagovat na změnu klimatu v ulicích, veřejném prostoru a zpříjemnit tak pobyt lidí a života v zastavěném území. Součástí práce je vlastní návrh úpravy daného veřejného prostoru ve městě Valašské Meziříčí, do kterého se jednotlivá opatření konkrétně promítají.

KLÍČOVÁ SLOVA

Město, rostoucí teplota, voda, zeleň, veřejný prostor, klimatická změna, dešťová voda, trvalá udržitelnost, zastavěné území, veřejná zeleň, udržitelný rozvoj, modrozelená infrastruktura, přírodě blízká opatření

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to point out raising temperature and climate changes in towns and villages in the Czech Republic. It focuses on the impact of climate changes on health of population as well as impact on public places. It analyses and proposes all possible conceptual solutions to support sustainable development and reduction of the climate impact. The target is to indicate measures of help to nature that will navigate to positive response on the climate changes on streets and public places to achieve comfortable living in the build-up area. Part of the bachelor thesis is personal proposal for the modification of the given public space in the town of Valasske Mezirici, to which individual measures are specifically projected.

KEYWORDS

City, rising temperature, water, greenery, public space, climate change, rainy water, sustainability, built-up area, public greenery, sustainable development, blue-green infrastructure, measures to help to nature.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HERMANOVÁ, Veronika. Jak omezovat přehřívání českých měst a vesnic. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/157124>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav architektury. Vedoucí práce Tomáš Pavlovský.

**PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY
ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Jak omezovat přehřívání českých měst a vesnic* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2024

Veronika Hermanová
Autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Jak omezovat přehřívání českých měst a vesnic* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2024

Veronika Hermanová
Autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto podělala svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. arch. Tomáši Pavlovskému Ph.D. za jeho cenné rady, ochotu a podporu při zpracovávání bakalářské práce. Dále bych tímto ráda poděkovala své rodině, hlavně rodičům a tetě Mgr. Petře Maliňákové za jejich podporu a trpělivost během celého studia.

OBSAH

1	ÚVOD	11
2	CÍL PRÁCE	12
A	ANALYTICKÁ ČÁST	13
3	LEGISLATIVNÍ A NORMATIVNÍ POŽADAVKY ČR	13
3.1	NOVÝ STAVEBNÍ ZÁKON č. 283/2021sb.	13
3.2	OSTATNÍ ZÁKONY A PRÁVNÍ PŘEDPISY	15
4	PROJEVY ZMĚNY KLIMATU NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY	16
4.1	DOPADY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA RŮZNÉ ASPEKTY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	19
4.2	DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY NA MĚSTA	23
4.2.1	Městské tepelné ostrovy	25
4.2.2	Dopady přehřívání na lidské zdraví	27
5	PROSTŘEDKY NA SNÍŽENÍ PŘEHŘÍVÁNÍ MĚST	29
5.1	MODROZELENÁ INFRASTRUKTURA	29
5.1.1	Zelená infrastruktura	32
5.1.2	Modrá infrastruktura	33
5.2	HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU	33
5.3	PROPUSTNÉ PLOCHY	35
5.4	BARVY A MATERIÁLY VE MĚSTĚ	38
6	ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ PRO OMEZENÍ PŘEHŘÍVÁNÍ	41
6.1	VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD	41
6.1.1	Vsakovací zařízení povrchová	42
6.1.2	Vsakovací zařízení podzemní	46
6.2	RETENCE	47
6.3	AKUMULACE	50
6.4	STROMY A ZELEŇ V ULIČNÍM PROSTORU	51
6.5	ZELENÉ STŘECHY A FASÁDY	54
6.5.1	Zelené střechy	54
6.5.2	Zelené fasády	55
7	SHRNUTÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI	57

B	NÁVRHOVÁ ČÁST	58
8	VÝBĚR LOKALITY PRO ZPRACOVÁNÍ NÁVRHU.....	58
9	ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU	60
9.1	PLACENÁ PARKOVACÍ PLOCHA.....	61
9.2	PENNY MARKET S OKOLÍM.....	63
9.3	AUTOBUSOVÉ NÁDRAŽÍ.....	65
10	KONCEPČNÍ NÁVRH	69
11	ODTOKOVÉ POMĚRY DEŠŤOVÝCH VOD V LOKALITĚ	82
12	ZÁVĚR	86
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POJMŮ	88
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	89
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	95
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	98
	SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ.....	99

1 ÚVOD

Bakalářská práce se věnuje problematice rostoucích teplot v českých městech a vesnicích. Uvádí základní informace o klimatické změně, jaké jsou její dopady na českou společnost a životní prostředí (vlny veder, nerovnoměrné srážky a povodně, období sucha a požáry). Dále analyzuje vliv těchto změn na města, kde se projevují stále rostoucí městské tepelné ostrovy a také jaký dopad mají rostoucí teploty na lidské zdraví.

Práce analyzuje jednotlivé možnosti, jak zamezit nebo aspoň zpomalit růst teplot a uvádí jednotlivé možnosti na chlazení městského prostředí. Jednou z možností je modrozelená infrastruktura, která využívá vhodně navrženého celku složeného z vodních prvků a vegetace. Dále jsou to propustné plochy na místo nepropustných, které ve veřejném prostoru převládají. Efektivní hospodaření s dešťovou vodou. Vodu je potřeba ve městech zachytávat, využívat a neodvádět ji okamžitě do vodních toků a také volby materiálů a barvy dokážou ovlivnit tepelný komfort místa.

Další kapitola bakalářské práce se věnuje vybraným adaptačním opatřením, jejich uplatněním a přínosům, mezi které patří například vegetace nebo různé způsoby zadržování vody. Jednotlivé prvky mají za úkol danému prostranství pomoci zlepšit mikroklima a zmírnit projevy klimatických změn.

Druhá část práce se věnuje vlastním návrhům úprav veřejných prostor ve vybraném městě Valašském Meziříčí. Snaží se aplikovat přírodě blízké opatření a navrhnout možné úpravy pro zkvalitnění daného městského prostoru.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je poukázat na problematiku změn klimatu v souvislosti s českými městy a vesnicemi. Upozornit na jednotlivé přírodě blízké opatření pomoci, kterých lze na tyto změny reagovat a zpříjemnit tak pobyt obyvatelům v urbanizovaném území.

A ANALYTICKÁ ČÁST

3 LEGISLATIVNÍ A NORMATIVNÍ POŽADAVKY ČR

3.1 NOVÝ STAVEBNÍ ZÁKON Č. 283/2021Sb.

Nový stavební zákon si klade za cíl v územním plánování *„Soustavně a komplexně řešit funkční využití území, stanovovat zásady jeho plošného a prostorového uspořádání a vytvářet předpoklady pro udržitelný rozvoj území spočívající ve vyváženém vztahu podmínek pro příznivé životní prostředí, pro hospodářský rozvoj a pro soudržnost společenství obyvatel území, který uspokojuje potřeby současné generace, aniž by ohrožoval podmínky života generací budoucích.“*¹[1] Tato definice je shodná a se starým stavebním zákonem. Nově je však v zákoně uvedeno jako cíl *„Zvyšovat kvalitu vystavěného prostředí sídel, rozvíjet jejich identitu a vytvářet funkční a harmonické prostředí pro každodenní život jejich obyvatel.“*² [1]Součástí tohoto cíle můžeme chápat i navrhování jednotlivých opatření pro zmírnění projevů klimatických změn a dopadů na sídla a jejich obyvatele.

Přibyl paragraf, ve kterém je uvedeno, že pod pojem veřejná infrastruktura patří i *„Zelená infrastruktura, kterou je plánovaný, převážně spojitý systém ploch a jiných prvků vegetačních, vodních a pro hospodaření s vodou, přírodního a polopřírodního charakteru, které svým cílovým stavem umožňují nebo významně podporují plnění široké škály ekosystémových služeb a funkcí; součástí zelené infrastruktury je také územní systém ekologické stability krajiny.“*³[1]

Základní koncepční dokument obce je územní plán upravený v § 80. Z hlediska modrozelené infrastruktury je důležitý zejména odst. 2 písm. e),

¹ § 38 odst. 1 zákona č. 283/2021 Sb., stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů

² § 38 odst. 3 zákona č. 283/2021 Sb., stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů

³ § 10 odst. 1 písm. c) zákona č. 283/2021 Sb., stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů

kde je řečeno, že stanoví koncepci uspořádání krajiny, jejíž součástí jsou i prvky MZI.

Dále při zhotovení regulačních plánů je možné stanovit podmínky *„Pro příznivé životní prostředí a zelenou infrastrukturu, včetně vymezení a využití pozemků územního systému ekologické stability.“*⁴[1]

V novém stavebním zákoně je také zakotvena definice veřejného prostranství jako *„Pozemky tvořící veřejné prostranství se vymezují tak, aby vytvářely prostupný spojitý systém odpovídající charakteru území a potřebám života lidí, přispívaly obytné kvalitě a významu místa a omezovaly dopady oteplování a sucha, zejména možností vsakování vody a výsadby stromů a další veřejné zeleně.“*⁵[1] Z toho plyne povinnost pro obce začít do veřejných prostor zakomponovat jednotlivá přírodě blízká opatření.

V uličním prostoru dle § 142 odst. 3 nyní vzniká povinnost u nově budovaných ulic nebo u celkových rekonstrukcí vymezit pozemek pro pás stromů nebo jinou veřejnou zeleň.

V oblasti hospodaření se srážkovými vodami byla doposud zásadní *Vyhláška č. 501/2006 Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území § 20 odst. 5 písm. c)*. V současnosti převzal doslovnou podobu NSZ, a to ve znění *„Stavební pozemek se vždy vymezuje tak, aby na něm bylo vyřešeno hospodaření se srážkovými vodami jejich*

1. akumulací a následným využitím, vsakováním nebo výparem, pokud to hydrogeologické poměry, velikost pozemku a jeho výhledové využití umožňují a pokud nejsou vsakováním ohroženy okolní stavby nebo pozemky,

⁴ § 85 odst. 2 písm. g) zákona č. 283/2021 Sb., stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů

⁵ § 141 odst. 1 zákona č. 283/2021 Sb., stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů

2. *odváděním do vod povrchových prostřednictvím dešťové kanalizace, pokud jejich vsakování ani akumulace s následným využitím není možná, nebo*

3. *regulovaným odváděním do jednotné kanalizace, není-li možné odvádění do vod povrchových.*⁶[1]

3.2 OSTATNÍ ZÁKONY A PRÁVNÍ PŘEDPISY

Důležitou normou v oblasti vsakování je ČSN 75 9010 *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Popisuje provádění geologického průzkumu a vyjmenovává používané podzemní a povrchové vsakovací zařízení. Uvádí zásady projektování a dimenzování vsakovacích zařízení.

Dalším právním předpisem je technická norma TNV 75 9011 *Hospodaření se srážkovými vodami*. Popisuje nakládání se srážkovou vodou v zastavěném prostoru decentralizovaným způsobem. Tvoří návod, jak navrhovat a udržovat odvodnění, které je blízké přírodě.

K dané problematice se vztahují také tyto právní předpisy: *Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů; Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů; ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení; Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny; a jiné.*

⁶ § 140 odst. 3 písm. c) zákona č. 283/2021 Sb., stavební zákon, ve znění pozdějších předpisů

4 PROJEVY ZMĚNY KLIMATU NA ÚZEMÍ ČESKÉ REPUBLIKY

Existence klimatického systému je spojena se vznikem sluneční soustavy a planety Země. Klima se tvořilo postupnými změnami ve složení atmosféry, hydrosféry (voda), litosféry (půda) a kryosféry (led). Výrazná změna přišla spolu s biosférou jakož to oblastí, ve které se nachází život. Všechny tyto části společně dávají dohromady současnou podobu klimatu, které je ve své podstatě proměnlivé a nestabilní.[2]

Je to systém, ve kterém se jeho jednotlivé podsystémy ovlivňují. Podsystémy je myšleno počasí, které je na různých místech ve stejném okamžiku odlišné. Z toho plyne, že počasí je lokální a jeho změny jsou rychlejší a výraznější, zatím co klima je globálního charakteru, a tak se změny projevují výrazně pomaleji. [3]

To, že žijeme v měnící se době jsme postřehli všichni napříč generacemi. Výzkumy a pozorování z posledních desetiletí však ukazují, že současná míra a rychlost projevů změn se liší od minulosti. Společnost se dnes zabývá a čelí zcela odlišným podmínkám v porovnání s minulostí. Nejedná se o oddělené děje na různých místech naší planety, ale jde o propojený celek zvaný globální změna. Pro tento jev je charakteristické blízké sepětí s člověkem, s činností člověka a bytím naší civilizace. Člověk má na tom tak velký podíl, že můžeme přijmout tvrzení, že za klimatickou změnou, potažmo globální změnou, stojíme my jako lidstvo a lidská činnost. Má to dopad na všechno a všude.

Náš vliv je tak silný, že se mluví o epoše antropocénu⁷. Jedná se o období, kdy je globální prostředí určováno činností člověka a lidstvo je hnacím motorem

⁷ Vysvětlení pojmu viz Seznam použitých zkratk a pojmu na str. 87

silnějších a rychlejších změn. Aby se i v tomto období zachovaly klíčové funkce přírody a životního prostředí, nutné pro udržení kvality lidského života, je potřeba globální/klimatickou změnu pochopit a začít mírnit její dopady. [4]

Proces globálních změn je v povědomí více než 100 let a poměrně výrazné a rychlé změny nastaly v letech 1970-2000.[5] Potřeba okamžité reakce ve snaze vyřešit rostoucí teploty byla známá tedy už mnohem dřív. I přes to, že vědci si uvědomovali, jaký problém před námi je, bylo velmi náročné probudit politiky, aby si uvědomili vážnost situace, ve které dnes jsme a začali se věnovat možným nápravám a řešením.[6]

Nárůst teploty v ČR je podstatně rychlejší než v globálním měřítku. Průměrná teplota se v ČR zvedla o cca 2,2 °C za posledních 62 let. Důvodem je poloha České republiky, nachází se na severní polokouli, kde jsou teplotní změny rychlejší oproti globálnímu průměru. Naopak na jižní polokouli jsou teplotní výkyvy tlumeny a pomalejší, díky oceánům, a velké teplotní kapacitě vody, které pokrývají tuto polokouli podstatně více.

Klimatickou změnu tak nelze porovnávat napříč státy. Neprojevuje se a ani se nebude projevovat všude stejně. Jsou oblasti, kde se změny projevují rychleji, než je celosvětový průměr a jinde zase pomaleji. Proto je potřeba zaměřit se na vývoj klimatu v dané oblasti a vycházet z regionálních studií, nikoliv z globálních scénářů.[5]

Dopady klimatické změny na českou společnost se projevují v současné době častými přívalovými povodněmi střídajícími se s obdobími sucha. Jedna z příčin je změna využívání území v minulosti, kdy docházelo k odlesňování ve prospěch zemědělství. Což má v současnosti za následky erozi půdy, nemožnost lesů napomáhat snižovat množství a rychlost odtoku a také stabilizovat průtoky ve vodních tocích. Další faktory napomáhající výskytu

povodní a sucha je ztráta schopnosti krajiny zadržet vodu, kvůli zhutňování zemědělské půdy a rostoucí ploše, kterou zabírají nepropustné zpevněné plochy zejména ve městech.

S rostoucí teplotou u nás dochází k úbytku množství sněhové pokrývky, a to zvětšuje rostoucí schodek v doplňování podzemní vody. A to má také dopad na snižující se průtok řek v letním období. V letech, kdy bylo malé množství sněhové pokrývky (např. 2015 až 2019) se dopady zvýšených teplot ještě umocnily ve formě sucha na celém území České republiky.

Další oblast, na kterou mají změny dopad je české zemědělství a lokální produkce potravin. Sucho je jedním z hlavních aspektů ovlivňující kolísavost výnosů zásadních zemědělských plodin. Vnímáme hlavně posun vegetační sezóny, rostoucí výskyt a délku sucha, erozi orné půdy a pokles biologické rozmanitosti (např. opylovačů).

Změny klimatu také podporují šíření nepůvodních rostlin jako jsou například bolševník velkolepý, ambrózie peřenolistá, různé druhy křídlatek, netýkavka žláznatá, javor jasanolistý, topinambur hlíznatý, vlčí bob mnoholistý a zlatobýl obrovský. Vedle rostlin se u nás začaly vyskytovat i nepůvodní živočichové například karas stříbřitý, norek americký, mýval severní, ondatra pižmová, rak signální nebo pruhovaný, psík mývalovitý a střevlička východní. Tyto organismy cizího původu ohrožují naši biodiverzitu⁸ zejména z důvodů tendence rychlého převážení v ekosystému. Navíc jsou často přenašeči různých chorob, které jsou pro původní druhy často smrtelné.[4]

⁸ Vysvětlení pojmu viz Seznam použitých zkratk a pojmu na str. 87

4.1 DOPADY KLIMATICKÝCH ZMĚN NA RŮZNÉ ASPEKTY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Změny klimatu mají velký dopad nejen na lidskou činnost, ale také na přírodní podmínky, a proto je nezbytné se začít na jednotlivé změny připravovat a adaptovat. Mezi hlavní pozorovatelné projevy patří rostoucí teploty vzduchu, změny v rozložení srážek anebo také zvyšující se počet hydrometeorologických extrémů. Některé změny jsou velmi intenzivní a způsobují změnu v chování lidí, zvířat i rostlin, a to následně vyvolává změnu socioekonomických podmínek.[5]

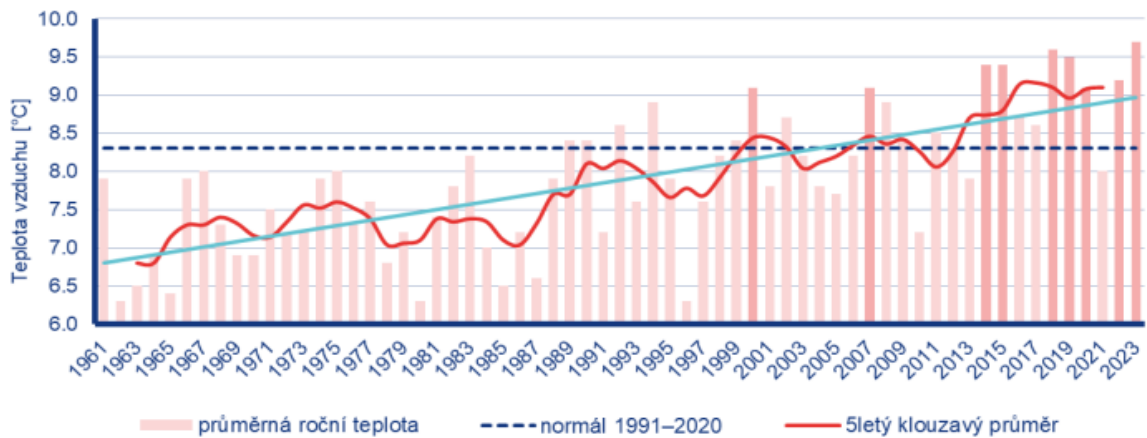
TEPLOTY

Od průmyslové revoluce na přelomu 18. a 19. století produkuje lidstvo zvyšující se množství oxidu uhličitého CO₂ a dalších skleníkových plynů. S rostoucím množstvím těchto plynů v atmosféře je zachycováno také více a více zemského tepla ze slunečního záření, které by bylo jinak odraženo zpět do atmosféry. A to je hlavní příčina rostoucích teplot.

Vlny veder začínají být vážnější co do teploty tak i do intenzity. V průběhu roku začínají dříve, trvají déle a stávají se čím dál běžnějšími. Extrémní horko podporuje požáry, způsobuje stres, hubí zvířata a rostliny, také my lidé na sobě pociťujeme dopady rostoucích teplot.[6]

Můžeme pozorovat docela významný trend v rostoucí teplotě vzduchu viz graf 1. Na grafu je pozorovaný vývoj teplot od 60. let 20. století. Většina let s teplotou nad normálem je v posledních 25 letech a podle vědců a klimatických modelů teploty dál porostou i do budoucna. Podle modelů závisí na emisním vývoji. Do roku 2050 bude růst teplota klimatu ať už bude vývoj emisí jakýkoliv, protože příroda nestihne zareagovat na změny, ale ve

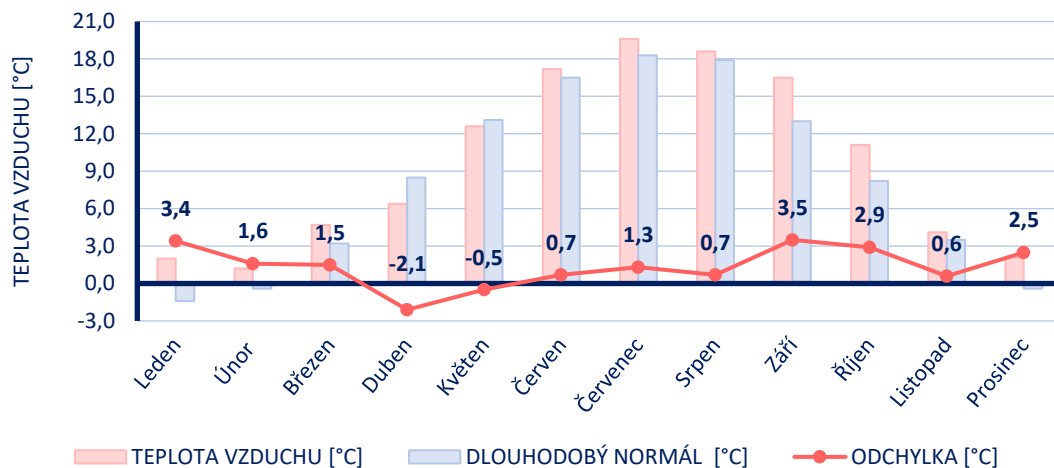
druhé polovině 21. století se už vývoj teplot bude odrážet od množství emisí.
[5]



Graf 1 - Průměrná roční teplota vzduchu na území ČR v porovnání s normálem. Modrá lineární příčka spojuje roky 1961–2023. Zvýrazněny jsou roky s průměrnou teplotou nad 9,0 °C (Zdroj: [7])

Vývoj rostoucích teplot potvrdil i poslední kalendářní rok 2023, který překonal dosavadní nejteplejší roky. Nejteplejším rokem v ČR byl do nedávna rok 2018 s průměrnou roční teplotou 9,6 °C a pak následovaly roky 2019 s 9,5 °C a 2014 spolu s 2015 o průměrné teplotě 9,4 °C. Nově patří prvenství roku 2023 s průměrnou roční teplotou vzduchu 9,7 °C, která je o 1,4 °C vyšší než normál z období 1991–2020.

V minulém roce byly naměřené teploty vyšší ve všech měsících kromě dubna a května v porovnání s normálem. Výrazné odchylky byly v lednu +3,4 °C, září +3,5 °C, říjnu +2,9 °C a prosinci byla odchylka + 2,5 °C. Září se tak stalo mimořádně nadnormální a zároveň nejteplejším zaznamenaným zářím v historii ČR. [7]



Graf 2 - Průměrná roční teplota vzduchu na území ČR v roce 2023 v porovnání s dlouhodobým normálem (Zdroj: data [8], vlastní zpracování)

SRÁŽKY A POVODNĚ

Srážky jsou na území České republiky časově i prostorově velmi rozmanité. Dochází zde ke střídání suchých a mokrých období nebo měsíců. Srážky díky těmto střídajícím se protikladům nevykazují ve statistikách ročních úhrnů výrazné změny.

Normálové období 1961-1990 ČR má průměrný roční úhrn srážek 682 mm. Nejméně srážek spadlo v desetiletí 2011–2019, kdy rozdíl od normálu byl 30 mm, a naopak největší množství v desetiletí 2001-2010, zhruba o 60 mm nad normál.[4]

Dlouhodobé změny v množství srážek nejsou zaznamenány, ale to nelze říct o rozložení srážek. V posledních letech roste počet bezesrážkových dní a roste počet dní s intenzivními srážkami. Intenzivní a krátký déšť nedokáže efektivně doplnit chybějící srážky z období sucha, a navíc přispívá k eroznímu riziku. Typickým příkladem je rok 2014, kdy nastaly dvě období sucha a dvě intenzivní povodně, ale i přes to je v roční bilanci zaznamenané obvyklé množství srážek.[5]

Co se teplot týče tak rok 2023 přepisoval statistiky, ale srážkově byl normální. Průměrný roční úhrn byl 728 mm a to je 106 % normálu. I zde můžeme sledovat střídání chudých a bohatých měsíců. Největší odchylky byly v listopadu, kdy spadlo 90 mm a to odpovídá 200 % normálu, a naopak v září spadlo pouze 18 mm a to je 30 % normálu.[7]

SUCHO

Podle délky dopadu dělíme sucho do čtyř kategorií. Nejdříve nastane meteorologické sucho, které způsobí malé množství srážek. Dále to postupně přejde v zemědělské (půdní) a projevuje se pokleslou vláhou v půdě. Jak z názvu plyne, dopadá hlavně na zemědělce. V případě, že bezdeštné dny dále přetrvávají, začne se sucho projevovat snížením povrchových a podpovrchových vod. Tento typ nazýváme hydrologickým suchem. Pokud přetrvává nedostatek vody, nastane poslední stádium a hovoříme o socioekonomickém suchu. [9]

Riziko častějšího výskytu dlouhých období sucha můžeme považovat za jeden z největších problémů, které nastaly a budou se nejspíš zvětšovat v souvislosti s rostoucími teplotami.

ČR nepomáhá ani fakt, že na naše území nepřitékají žádné větší řeky z okolních států. Naopak řeky jako Labe, Morava a Odra odvádí vodu pryč, a proto je důležité začít efektivně hospodařit s vodou, která na naše území spadne v podobě srážek.[5]

POŽÁRY

Požáry lesů a vegetace obecně nejsou u nás tak časté a intenzivní v porovnání s Austrálií nebo Kanadou, ale i tak představují riziko, které stoupá v případě výskytu období sucha a veder.[9]

Změna klimatu podporuje výskyt těchto období a tím napomáhá k tomu, že index nebezpečí požárů roste (INP). INP se statisticky zvyšuje a k největšímu nárůstu došlo v období 2011-2018. V těchto letech bylo nebezpečí požárů na většině území Moravy, Středočeského kraje a Ústeckého kraje.

Podle statistik hasičského záchranného sboru ČR vzniká většina přírodních požárů jako následek lidské činnosti. Riziko roste v lesích s vyšší návštěvností, nedbalostí v období sklizení obilovin a v důsledku pálení staré trávy a roští.[10]

4.2 DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY NA MĚSTA

Dopady klimatické změny nejsou pozorovatelné jen v přírodě, ale daleko citelnější jsou ve městech a v současnosti je to velmi diskutované téma. Odlišnost klimatu ve městech a v přírodě je pozorovaná už mnoho let.[4]

Projevy lze dle vnímání společnosti rozdělit na pozitivní a negativní, popřípadě jejich kombinace. V ČR a městském prostředí je za pozitivní projev vnímaná kratší sněhová pokrývka, a tím pádem menší náklady na údržbu nebo delší turistické sezóny. Mezi negativní dopady se pak řadí rostoucí četnost a intenzita vln veder nebo období sucha střídající se s povodněmi.

Zranitelnost měst se zvyšuje s narůstající plochou zastavěného území a větší koncentrací obyvatel. V českých městech žije cca 75 % populace.[11]

Slunce je hlavním zdrojem energie a tepla. V poledne při jasném počasí v období léta dosahuje intenzita slunečního záření hodnoty až 1000 W/m². Okolo 30 % energie se odrazí a zbytek řídí procesy, které probíhají v atmosféře (výpar vody z půdy, změny teplot vzduchu atd.). Vypařovaná voda povrch ochlazuje a je v procesu snižování teplot velmi užitečná. V případě, že je srážková voda nejkratší cestou odvedena do kanalizace, jak

je dnes ve městech běžné, tak je výpar omezen. Sluneční energie se pak na místo výparu transformuje do tepla, které v současnosti přispívá k tzv. městským tepelným ostrovům (viz 4.2.1).[5] Svůj podíl na tom má i zhoršený koloběh vody v zastavěném území.

Vždy jsme měli tendenci se před vodou schovávat a vodu odvádět rychle pryč z našeho území. Tak je tomu dodnes. Dešťovou vodu svádíme ze zpevněných nepropustných ploch do kanalizace, následně do vodních toků a pryč z města. Voda tak nemá šanci se vsakovat a doplňovat vláhu potřebnou pro výpar.

Ve městech převládají zpevněné plochy (např. asfalt, dlažba, beton nebo kámen). Při náhlém intenzivním, ale krátkém dešti tyto plochy znemožňují vodu kumulovat a pozvolna zasakovat. Místo toho může dojít k přehlcení stokové sítě a zaplavení veřejného prostoru. Malé množství vody ve městě nezachovává přírodní koloběh vody, klesá vlhkost vzduchu a roste prašnost.[12]

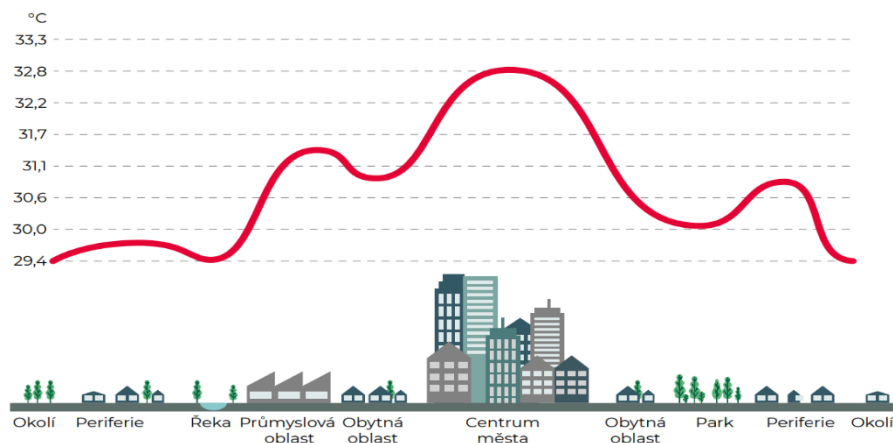
Dalšími specifickými aspekty sídel jsou svislé plochy. Jak už bylo výše řečeno, sluneční záření předává energii v podobě tepla. Jak velká energie bude předaná se odvíjí od úhlu dopadu paprsku. V přírodě převládají rovné plochy. Ráno a k večeru, když je slunce nízko, energie dopadá pod malým úhlem a příkon je malý. Největší je pak v odpoledních hodinách. V městském prostředí není situace tak jednoduchá. Na východně orientované plochy dopadá maximální energie brzy ráno, a naopak večer dopadá maximální energie na západní plochy.

Další rozdílnou situaci představuje tzv. městský kaňon (jedná se o ulice hlavně ve větších městech s vysokými budovami po obou stranách). Zde dochází k násobným odrazům, ale v přírodě dochází zpravidla pouze

k jednomu směrem do atmosféry. Jenomže v „kaňonu“ odraz směřuje obvykle dolů nebo na protilehlý objekt. Energie se může takhle odrážet mezi svislými stěny několikrát a při každém střetu se svislou plochou dojde k absorbování části tepelné energie.[5]

4.2.1 Městské tepelné ostrovy

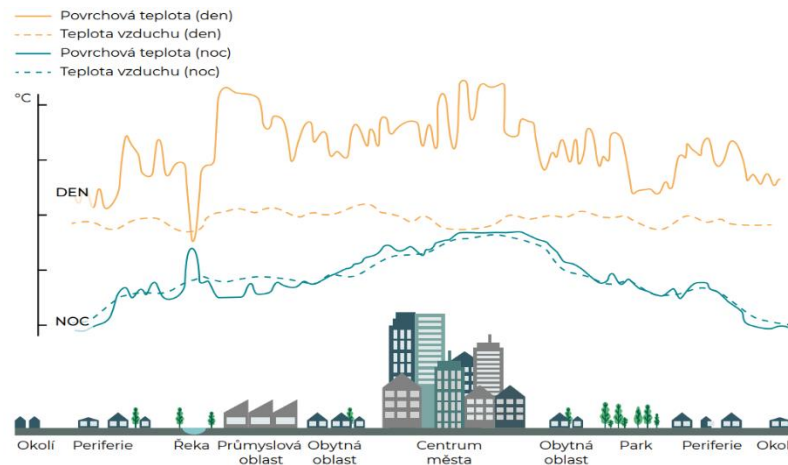
Jedná se o jev, při kterém je teplota ve městech vyšší až o několik stupňů v porovnání s jeho okolím. Všichni to v letních měsících pocitově známe. Radši utečeme z města pryč někam k vodě nebo do přírody.[13] MTO postupně zesilují a stává se tak do popředí zájmu klimatologů, architektů, urbanistů a představitelů místních samospráv. Snaha těchto odborníků je zmírnit negativní projevy a zvýšit kvalitu života v zastavěném území.[5]



Obr. 1 - Schéma městského tepelného ostrova (Zdroj:[12])

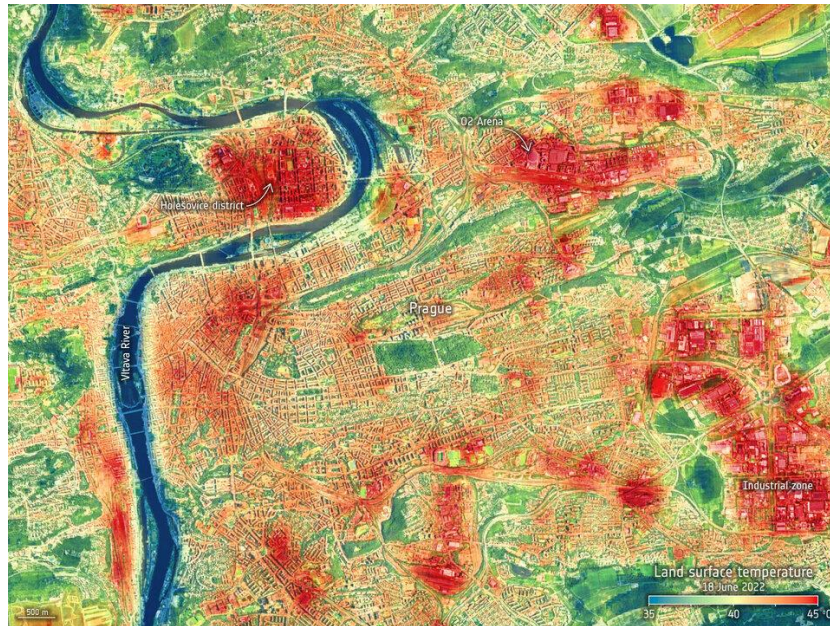
Je potřeba se tomuto problému začít intenzivně věnovat. V budoucnu teplota v tepelných ostrovech bude rozhodovat o obyvatelnosti nebo neobyvatelnosti města. Za poslední roky se zvedl počet tropických dní (teplota je vyšší jak 30 °C) a tropických nocí (teplota v průběhu noci neklesne pod 20 °C). V případě, že následuje více takových dnů po sobě, mluvíme o vlně horka.[12] Městské prostředí je charakteristické zpevněnými plochami, které neumí teplo ve formě slunečního záření odrážet. Na místo toho mají

dobré akumulční vlastnosti. Největší rozdíl teplot mezi městem a přírodou tak nastává v noci. Přírodní prostředí přes den sluneční záření odráží a po západu se začne ochlazovat. Zatímco město začne uvolňovat teplo, které celý den shromažďovalo.[13]



Obr. 2 - Průběh teplot v tropickém dnu a v tropické noci (Zdroj: [12])

Městské tepelné ostrovy se nejsilněji objevují v Praze. Ze všech částí města se nejvíce otepluje střed města, kde se také zvyšuje počet dnů s tropickými teplotami.[5] Pražské městské tepelné ostrovy (viz. obr. 3) zachytila v červnu 2022 Evropská kosmická agentura (European Space Agency ESA). Na snímku jsou patrné jednotlivé tepelné ostrovy v husté zástavbě Holešovic, v okolí O2 Areny nebo v průmyslové zóně s teplotou cca 45 °C. Naopak kolem řeky, v oblastech městských parků a zeleně se teplota pohybuje mezi 35-38 °C viz obr. 3.



Obr. 3 - Snímek teplot povrchů v Praze ze dne 18. 6. 2022 (Zdroj: [14])

4.2.2 Dopady přehřívání na lidské zdraví

Změna klimatu dopadá i na obyvatelstvo. Zásadní problém, který lidstvo pociťuje jsou právě rostoucí teploty. Rychlé střídání teplot a vlny extrémních veder mají ze všech projevů klimatické změny nejvýraznější vliv na lidské zdraví. Nejzranitelnější jsou osoby s kardiovaskulárními potížemi, osoby starší a osoby s nižšími příjmy. Tyto skupiny budou do budoucna s největší pravděpodobností ohroženější.[15]

Vlny veder mají dopady na úmrtnost. Snižuje se množství mrazivých dnů a s tím klesá úmrtnost vlivem nízkých teplot. Oproti tomu úmrtnost spojená s vysokými teplotami se bude zvyšovat. Do budoucna se předpokládá zvýšení odolnosti obyvatelstva na vysoké teploty, kdy mladší generace budou na výkyvy lépe adaptovány. V současnosti tomu tak, ale není.

Růst teplot napomáhá nemocem například salmonelle. Může docházet k množení choroboplodných zárodků v přírodních potravinách a vodách. Také hrozí výskyt některých tropických nemocí (např. západonilské horečky přenášené komáry, která se již v ČR vyskytuje). Další nepříjemnost je

v podobě alergenů. Dřívější začátek jara a delší léto má za následek déle trvající pylovou sezónu, tím pádem mají astmatici delší období se zhoršeným zdravotním stavem.[16]

Menší množství srážek a vysoké teploty pomáhají k nárůstu koncentrace přízemního ozonu O₃. [15] Tento typ ozonu se drží při zemi, a tak má vliv zejména na menší děti, zvířata a rostliny. Způsobuje problémy s dýcháním a má vliv na nervovou soustavu.

Zvýšené teploty mají i sociální dopad na všechny věkové skupiny. Rodiny s dětmi omezují pobyt venku. Zavření v prostorách domova má vliv na psychickou pohodu rodiny i na rozvoj dítěte. Senioři se vyhýbají pobytu venku, a to má za následek minimální sociální kontakt a málo fyzické námahy. Důsledkem toho je sociální izolace a špatný psychický stav. Pracujícím upadá koncentrovanost a zmenšuje se pracovní výkon. Napříč skupinami lidí se projevuje stres, únava, nepohoda, snižuje se koncentrace, je menší výkonnost a pozornost. Všechny tyto aspekty mají dopad na různé činnosti (např. nárůst nehod v dopravě).[12]

5 PROSTŘEDKY NA SNÍŽENÍ PŘEHŘÍVÁNÍ MĚST

Chceme-li snížit teploty ve městech nebo aspoň zamezit jejich neustálému růstu, tak je potřeba začít s přírodě blízkými opatřeními. Jedná se o činnosti a prvky pomoci, kterých se snažíme naši asfaltobetonovou džungli trochu přiblížit stavu před zastavěním. Jedná se tedy především o správné nakládání s vodou, vodními prvky, výsadbou a údržbou vegetace, nahrazováním zpevněných ploch, stíněním, volbou a použitím správného materiálu.

5.1 MODROZELENÁ INFRASTRUKTURA

Modrozelená infrastruktura (MZI) je celek složený s technických a přírodě blízkých opatření pomoci, kterých jsou obce schopny snižovat dopady klimatické změny a vytvářet tak bezpečné a zdravé prostředí pro obyvatelé.[17] Více používanější pojem je ve světě Green infrastructure, tedy zelená infrastruktura. U nás je spíše zažitý pojem modrozelená infrastruktura. Je tvořena modrou složkou (vodou), která využívá hlavní zásady pro hospodaření s dešťovou vodou. Druhou složkou je zelená (vegetace), která se snaží aplikovat přírodě blízká opatření.[18]

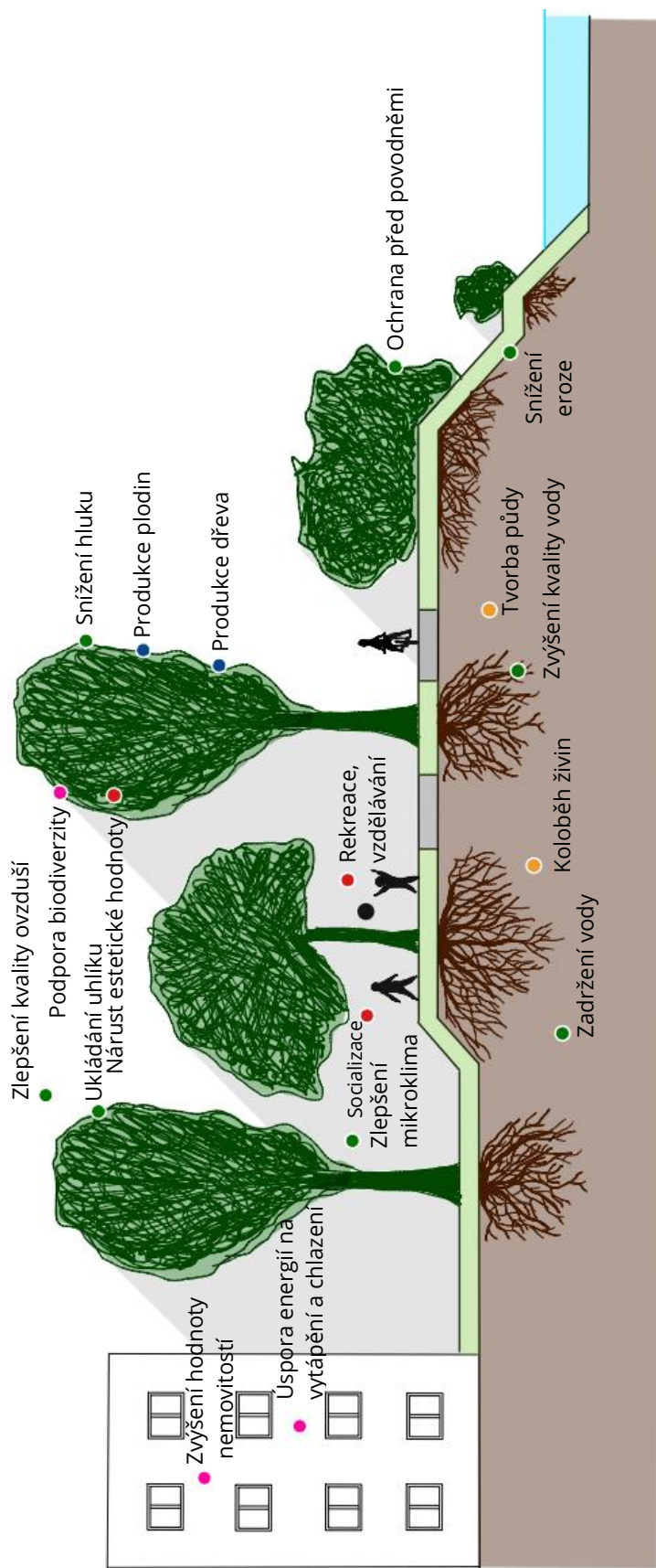
Už ve fázi projektování a plánování měst je potřeba uvažovat trochu jinak než do teď. Ponechat prostor na vegetaci, zasakování, vegetační příkopy, biodiverzitu, počítat s vodními nádržemi a plochami, svejly a dešťovými zahradami. Navrhovat více propustných ploch, odtok z vozovky do ploch s vegetací, na místo fádnic trávníků vyžadujících zavlažování vysazovat nenáročné rostliny, na budovy zelené střechy a fasády.[17]

Modrozelená infrastruktura a její kvalita má vliv na to, jak jsou, popřípadě budou, naše města schopná čelit suchu, vysokým teplotám, povodním a jiným výkyvům počasí. I proto roste snaha a hledají se způsoby, jak MZI funkčně realizovat, udržovat a propojit s ostatními technickými prvky.

Má také spoustu jiných pozitivních dopadů než odolnost proti suchu, teple atd. (viz obr. 4). Napomáhá efektivně hospodařit s dešťovou vodou, nabízí plochy pro volnočasovou rekreaci jedincům i rodinám s dětmi, tlumí hluk, snižuje nečistoty a prach v ovzduší, zvyšuje atraktivitu a estetickou hodnotu místa.[19]

EKONOMICKÉ SLUŽBY

●	●	●	●	●
Produkcční využití dřeva, biomasy, ovoce atd.	Regulační snížení hluku, lepší kvalita ovzduší atd.	Kulturní prostor pro setkávání, socializaci, rekreaci atd.	Podpůrné tvorba půdy, koloběh vody a živin v přírodě	Ostatní nárůst cen nemovitostí, biodiverzity



Obr. 4 - Přínosy modrozelené infrastruktury (Zdroj: vlastní zpracování)

5.1.1 Zelená infrastruktura

Jedná se o prostorovou strukturu tvořenou enviromentálními prvky v různém měřítku, od malých prvků přes liniové uspořádání až po městské parky. Každá rostlina přispívá k zelené infrastruktuře.[20]

Zeleň je velmi trvanlivý prvek ve veřejném prostoru. Dotváří podobu a charakter místa. Zeleň vyžaduje, ale také řádnou péči. Jedná se o živé organismy, které rostou, rozvíjejí se a mění svou velikost a tvar.

Mají schopnost ovlivnit mikroklima ve městech a zlepšit tak životní prostředí lidem. V letním období stromy tvoří stín a zabraňují přehřívání povrchů, výpar skrze listy ochlazují a zvlhčují vzduch a tím tlumí výkyvy teplot. V zimě naopak zpomalují vítr a snižují ochlazování. Takže stromy a celkově zeleň není prospěšná pouze v létě.

Další pozitivní funkce vegetace kromě stínění a ochlazování je i produkce kyslíku, pohlcování škodlivých částic a prachu ze vzduchu, vytváření útočiště živočichům a snižování hladiny hluku. Můžou se, ale objevit i nežádoucí dopady v podobě alergií nebo stínění interiéru na tolik, že uvnitř budov nebudou dostatečné světelné podmínky. Proto je dobré dané situace posuzovat individuálně a s odborníky.[21]

Zeleň má také pozitivní vliv na nás a naši psychickou pohodu. Městský ruch, stres z práce a neustálý spěch je nám příroda schopna vykompenzovat svým uklidňujícím dopadem.

Rostliny bez vody nemůžou fungovat. Vodu je možné do zelených ploch zasakovat, což je na městských zpevněných prostranstvích problém. Navíc nám ji vyčistí bez jakékoliv pomoci. Například zasakování parkoviště přes vegetační vrstvu, humusovou vrstvu, kořenový systém a organické látky funguje jako filtr. Zachytí prachové částice, otěry pneumatik a brzdných

destiček i kapky pohonných hmot. Tyto nečistoty by jinak mohly ohrozit podzemní vody.[13]

5.1.2 Modrá infrastruktura

Modrá infrastruktura je složena z městských vodních prvků, malých vodních nádrží, vodních toků, rybníků atd. Jsou používány pro retenci srážkových vod.[22]

Modrá složka je tedy způsob hospodaření s vodou. Voda je v procesu chlazení naprosto klíčová. Má vlastnosti, kterými žádná jiná látka nedisponuje. Je schopna do svého objemu nashromáždit velké množství tepla, a i přesto její teplota roste velmi pomalu. Další důležitou vlastností jsou přeměny skupenství. Voda při odpařování do sebe uschová ještě více tepla. Odpařená voda pak stoupá vzhůru spolu s akumulovaným teplem.

V případě, že je rostlinám horko začnou přes své tělo vodu odpařovat. S vodou hospodaří podle potřeby na transport látek, pití anebo právě chlazení. Odpařování skrze rostliny je efektivnější než u vodních ploch, kde tento proces probíhá jen na vodní hladině. Celý proces je řízený okolní teplotou. Například 30letý javor při teplotě nižší jak 25 °C odpaří okolo 2 litrů/den. Ale v horku to může být 50-60 litrů/den. V těchto dnech, ale potřebuje mít okolo kořenového systému dostatek vody.[13]

V případě dobré realizace, údržby a kombinací se zelenou infrastrukturou pomáhají nejen zlepšit mikroklima a estetiku místa, ale také poskytují prostor pro rekreaci a sporty.[22]

5.2 HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

V minulosti byla hlavní prioritou městského odvodnění ochrana intravilánu v období deště. Tento problém, jak je do značné míry zvykem dodnes, se řešil

nejrychlejším možným odvodem srážkových vod do jednotné stokové sítě, popř. do oddílné stokové sítě, které vodu odvedou do vodoteče mimo města a zastavěná území. Tento způsob se v poslední době ukazuje jako neudržitelný.[23] A tedy je nejvyšší čas tento problém řešit.

Proč bychom se měli zajímat tedy o HDV? Zásadní důvody jsou *ekologické* (dochází k přehřívání měst, dochází ke změně v přirozeném koloběhu vody, ubývá podzemní vody, kterou můžeme částečně dotovat vsakováním dešťové vody), *ekonomické* (je řada případů, kde jde pitná voda nahradit dešťovou vodou) a v neposlední řadě *bezpečnostní* (v posledních letech se čím dál častěji potýkáme s povodněmi). Zejména v letních měsících při dešti na velké zpevněné plochy je voda odváděna rychle do kanalizační stoky, která často nemá dostatečnou kapacitu, aby všchnu vodu bezpečně odvedla do recipientu⁹. V důsledku toho vznikají přívalové povodně.[24] Bezpečnostní hledisko se projevuje hlavně ve městech a obcích, ale to neznamená, že ekologie a ekonomie by byly podružné důvody, proč se tímto zabývat.

Máme tři základní možnosti, jak s dešťovou vodou nakládat. První způsob je, když jsou vhodné podmínky a dostatečně propustné podloží, tak bychom měli umožnit vsakování vody. V druhém případě, pokud jsou horší vsakovací podmínky, je možné skombinovat vsakování s retencí a postupným regulovaným odtokem. Třetí varianta nastane v případě, když schopnost půdy vsakovat vodu je minimální (např. jílové půdy) a v této situaci se využije pouze retence s regulací odtoku.[24] Tyto tři způsoby HDV je jednodušší realizovat u domu na vlastním pozemku než v zastavěném městském prostředí, ale i tak je potřeba se o to snažit.

⁹ Vysvětlení pojmu viz Seznam použitých zkratk a pojmu na str. 87

V nových způsobech HDV se snažíme o přírodě blízká opatření. To nám pomůže se v urbanizovaném prostředí přiblížit k přirozenému odtoku z daného místa před jeho zastavěním. Podstata je v tzv. decentralizovaném odvodnění, což znamená řešit srážkovou vodu na místě, kde spadne a zachová tak přirozený koloběh vody.[25]

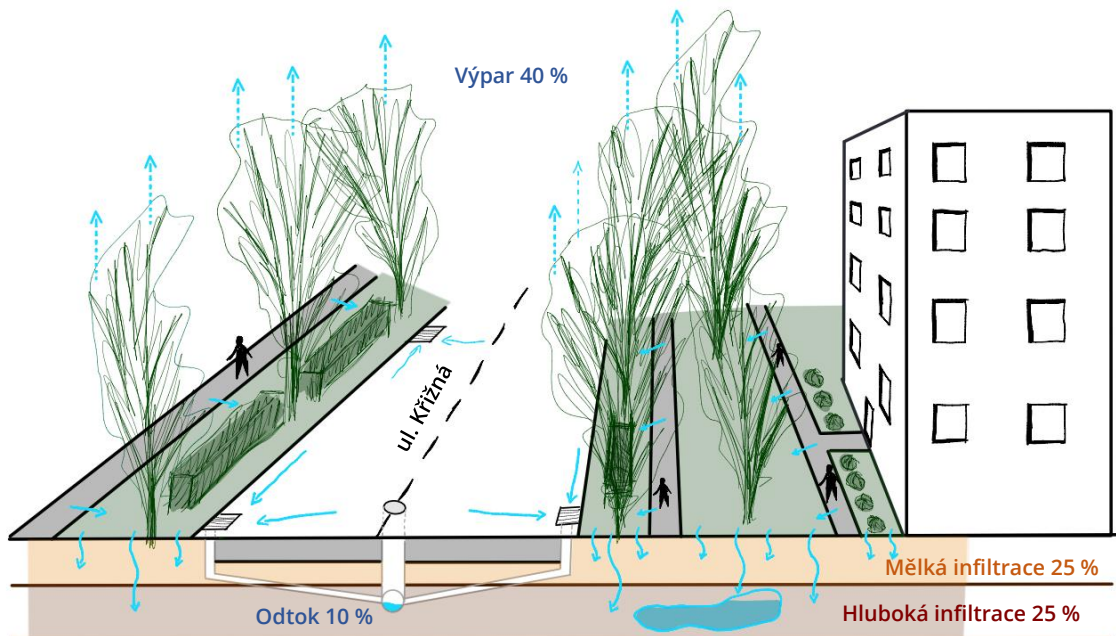
Dobré hospodaření s dešťovou vodou pomáhá zlepšovat městské prostředí a tím se zvyšuje kvalita života občanů.[26] Hospodaření s vodou má dopad na životní prostředí a na každého jedince, a pro to je důležité podporovat procesy vsakování, zachytávání, vypařování a regulování odtoku vody.

Zasakování a zpomalování odtoku mění fungování vody v zastavěném území. Pokud nedochází k zasakování a všechna voda je svedena do kanalizace, během krátkého časového úseku naroste průtok v řekách. To může ničit koryta. V případě měst, které mají pouze jednotnou kanalizaci s tzv. odlehčovacími komorami (ty fungují tak, že v případě velkého množství vody ve stokové síti voda neteče přes čistírnu odpadních vod, ale rovnou přes komory do recipientů) dochází k znečištění toků nejen povrchovou vodou, ale i výplachem splašků z kanalizace. S klimatickou změnou přichází i větší počet přívalových dešťů, které je potřeba přes odlehčovací komory odvádět a tím dochází k pravidelnému znečišťování vod.[13]

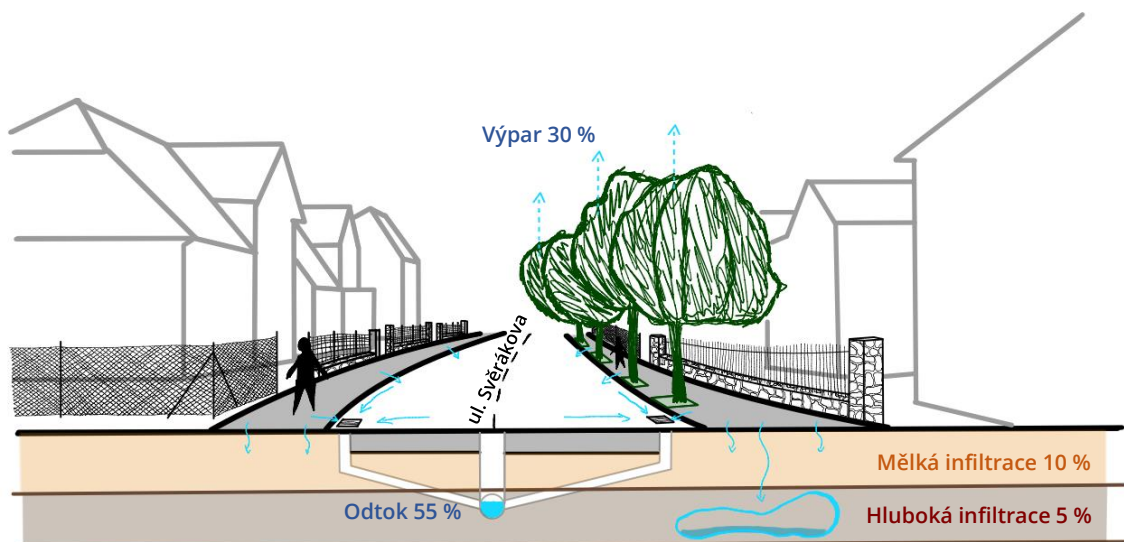
5.3 PROPUSTNÉ PLOCHY

Jak už bylo v průběhu této práce naznačeno, pro urbanizovaná území je charakteristické vysoké procento nepropustných ploch jako jsou např. asfaltové komunikace, dlážděné chodníky, střechy budov, velké plochy parkovišť atd. Tyto nepropustné plochy zabírají v městech mnohdy i více jak 70 %. V samotných centrech se často nachází pouze tyto materiály a tvoří až 100 % ploch. Dopad to má na významnou změnu koloběhu vody

(viz obr. 5 a 6). Srážková voda se v zastavěném území nemůže dostatečně vsakovat do půdy a tím se nám zvyšuje objem povrchového odtoku, který musíme odvádět do kanalizace. Také evapotranspirace¹⁰ (výpar) se snižuje v porovnání s přirozeným prostředím.[27]



Obr. 5 - Přiblížení uličního prostoru k přirozenému prostředí, Křížná, Valašské Meziříčí
(Zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 6 - Uliční prostor s malou možností vsakování, Svěrákova, Valašské Meziříčí
(Zdroj: vlastní zpracování)

¹⁰ Vysvětlení pojmu viz Seznam použitých zkratk a pojmu na str. 87

Je potřeba začít se zamýšlet, zda je daná zpevněná plocha nezbytná. Jestli asfalt na parkovišti by nešel nahradit zatravňovacími dlaždicemi, na chodnících skládaná dlažba s minimálními spárami za mlatové stezky nebo dlažbu s širokými spárami na vsak a podobně. Ke zpevněným plochám je spousta alternativ – mlat, štěrkové cestičky, zelené chodníky, zatravňovací dlaždice, zelené tramvajové pásy, zatravňovací mřížky atd. Je potřeba se začít zamýšlet, zda by nešly použít na místo asfaltu nebo betonových kostek.



Obr. 7 - Štěrkový chodník na sídlišti, Valašské Meziříčí (Zdroj: archiv autora)



Obr. 8 - Propustná parkovací místa, Valašské Meziříčí (Zdroj: archiv autora)



Obr. 9- Parkoviště u Lidlu, Rakousko (Zdroj: [18])



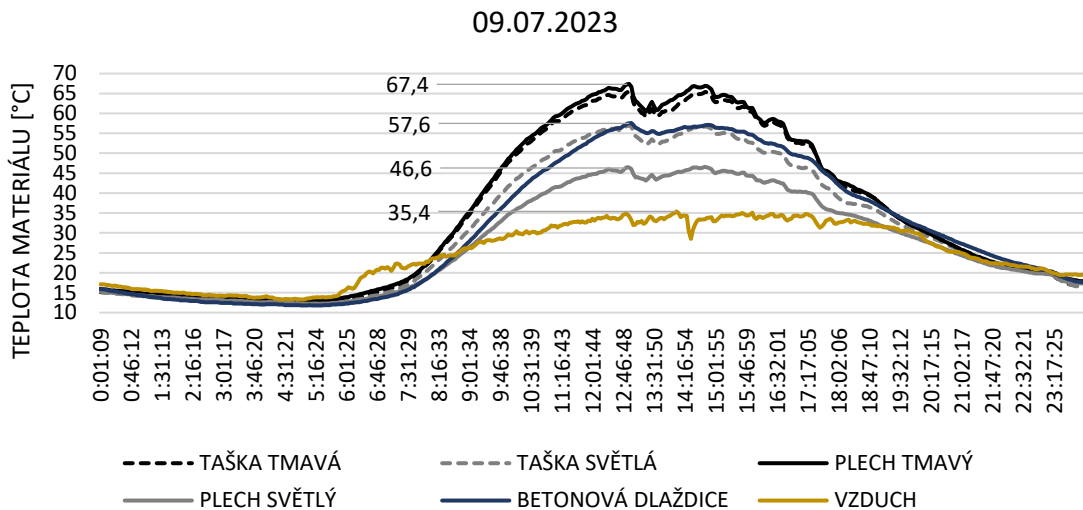
Obr. 10- Zatravněné kamenné kostky (Zdroj: [40])

5.4 BARVY A MATERIÁLY VE MĚSTĚ

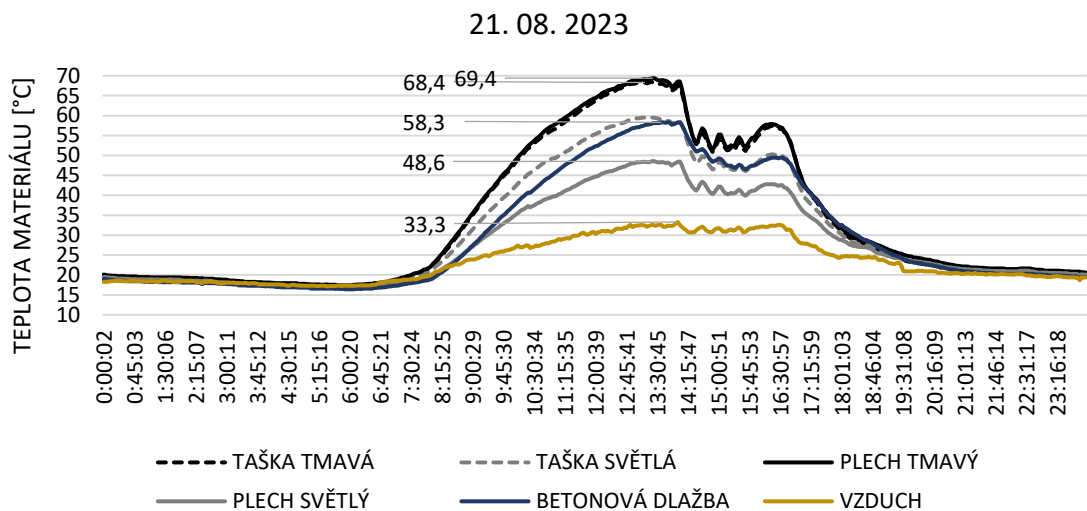
Použité materiály, jejich povrch, barva a vlastnosti mohou výrazně ovlivňovat tepelný komfort na daném místě. Odlišnost jednotlivých materiálů může být v odrazivosti (schopnost povrchu odrazit energii v procentech) a v tepelné kapacitě (schopnost pohltit určité množství tepelné energie).[4]

Na základě dat poskytnutých ze vzdělávacího centra – Otevřená zahrada v Brně vznikly následující grafy 3-6. Na prvních dvou, tedy na grafech 3 a 4, jsou vykresleny teploty nejčastěji používaných materiálů ve veřejném prostoru. Tedy keramické tašky a plech jako krytiny budov a betonové dlaždice jako hlavní prvek prostoru pro pěší při teplotách vzduchu cca 35 °C. Z grafů je možné vyčíst, že teplota betonové dlaždice se v teplém letním dni na slunci může vyšplhat až na 57,6 °C respektive 58,3 °C. Pobyt na takto zahřátém chodníku, vydlážděné parkovací ploše nebo náměstí není příjemný nikomu.

Dále je dobře patrné, že na zvolené barvě záleží. V poslední době se rozmohl trend černé barvy a v těchto grafech je vidět její úskalí. Rozdíl teplot u *tmavého* plechu a u *světlého* je **20,8 °C**. Přičemž maximální denní hodnoty se u tmavého plechu vyšplhaly až na 67,4 °C a 69,4 °C. U tašek se bavíme o rozdílu **8,5 °C resp. 8,9 °C**, při maximálních denních hodnotách u tmavých tašek 65,5 °C a 68,4 °C.



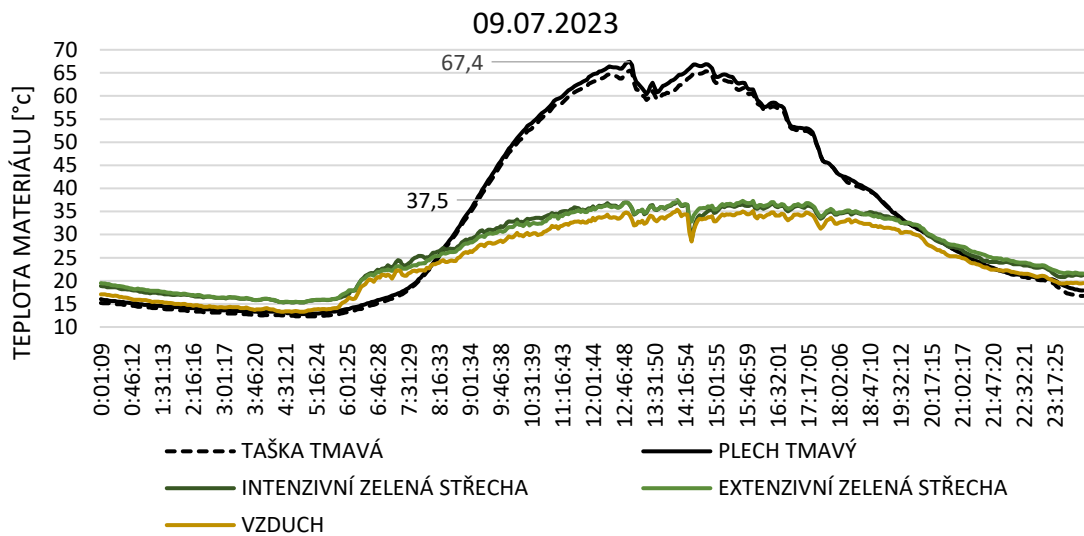
Graf 3 - Teploty vybraných materiálů 09. července (Zdroj: data [28], vlastní zpracování)



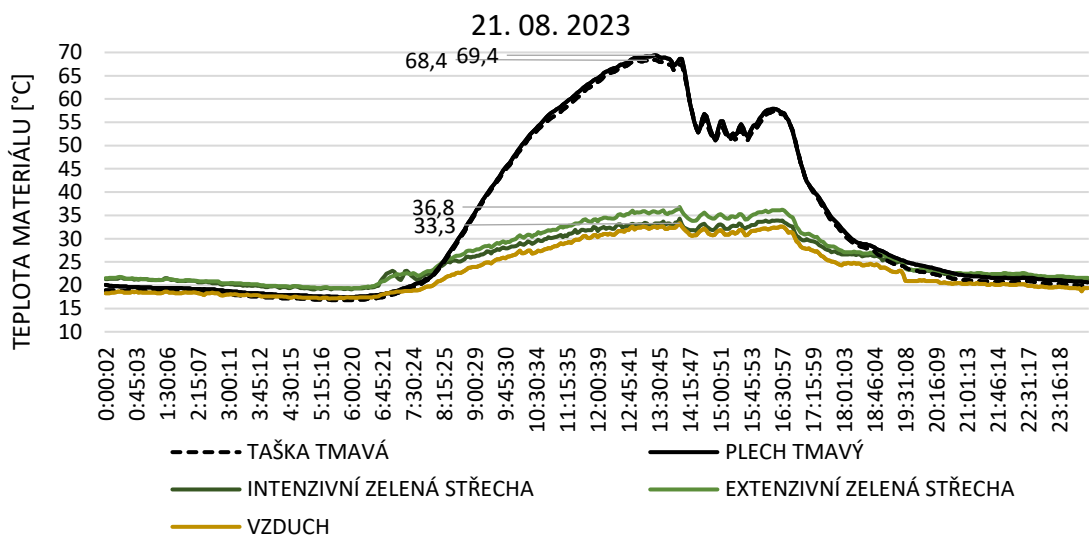
Graf 4 - Teplota vybraných materiálů 21. srpna (Zdroj: data [28], vlastní zpracování)

Grafy 5 a 6 porovnávají teploty z výše zmíněnými materiály, tedy tmavý plech a tmavá taška s extenzivní zelenou střechou a intenzivní zelenou střechou při teplotách vzduchu cca 35 °C. Teplotní rozdíl jednotlivých zelených střech se pohybuje v jednotkách °C okolo 37,0 °C a u tmavého plechu a tašky se pohybujeme okolo 68,0 °C. Z toho je patrné, že rozdíl teplot je markantních **31 °C**.

Zatímco zelené střechy udržují ± teplotu vzduchu daného dne, tak tmavé tašky a plechy mají až dvounásobné teploty. Navíc zelené střechy přinášejí benefity i v průběhu zimy, kdy plní funkci tepelné izolace a snižují tak náklady na energetickou stránku budovy.



Graf 5 - Porovnání teplot materiálů se zelenými střechami 09. července
(Zdroj: data [28], vlastní zpracování)



Graf 6 - Porovnání teplot materiálů se zelenými střechami 21. srpna
(Zdroj: data [28], vlastní zpracování)

6 ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ PRO OMEZENÍ PŘEHŘÍVÁNÍ

6.1 VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH VOD

V případě jednotlivých vsakovacích prvků je hlavní funkce vsak srážkové vody. Podmínkou jsou vhodné parametry podloží. Tyto prvky fungují na principu přijímání povrchové vody z nepropustných nebo málo propustných ploch. Vodu dle své kapacity akumulují a pomalu vsakují do podloží. Humusová vrstva slouží jako filtr pro předčištění a zachycení jemných nečistot. U podzemních objektů je třeba myslet na možné kolize s inženýrskými sítěmi. Vsakovacími prvky přivádíme vodu do podloží a je nutné ochránit podzemní vody od znečištění. Odstup spodní hrany vsakovacího zařízení od HPV musí být minimálně 1 m. Také je nutné dbát na dostatečnou vzdálenost od základů okolních budov, aby nedošlo k podmáčení základové spáry.[17]

6.1.1 Vsakovací zařízení povrchová

Plošné vsakování je zatravněná plocha s humusovou vrstvou a maximálním sklonem 1:20. Povrchový odtok musí být odveden na vsakovací plochu rovnoměrně, aby nedocházelo k nerovnoměrnému zatížení. Vsakovací plocha je propojena s odvodňovanou plochou. V případě překročení kapacity je nutné zajistit bezpečnostní odtok do dalšího adaptačního prvku nebo do stokové sítě.[29][30]

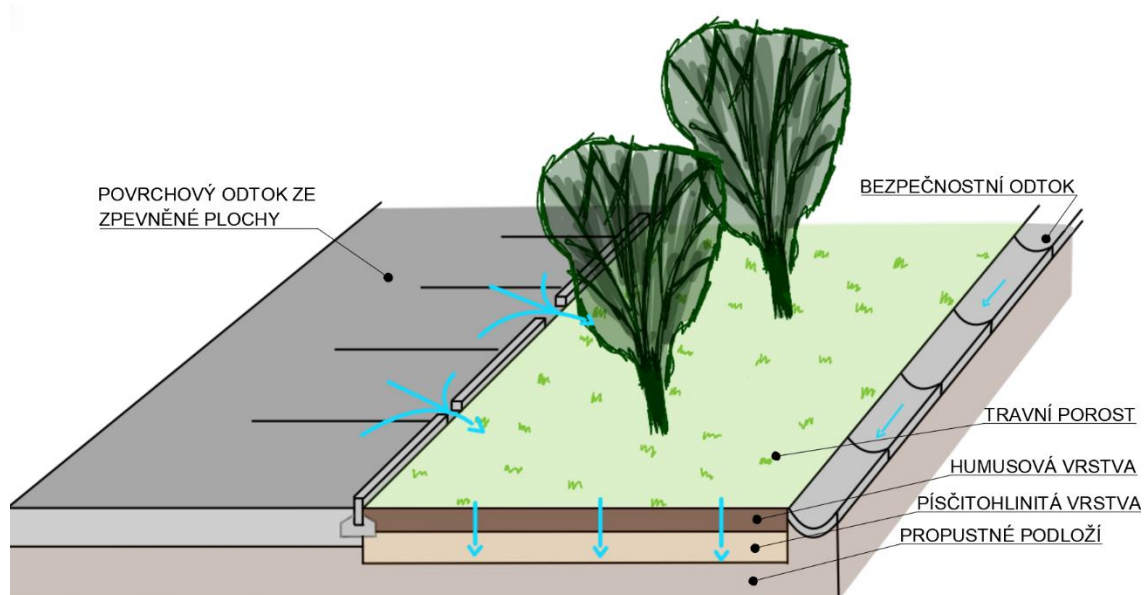
Benefity:

- + nárůst vlhkosti v půdě
- + podpora evapotranspirace
- + filtrace přes humusovou vrstvu
- + nízká míra údržby

Limity:

- velké nároky na plochu
- nutné dobré vsakovací parametry podloží[26]

SCHÉMA:



Obr. 11- Schéma plošného vsakování (Zdroj: vlastní zpracování)

Vsakovací průleh vzniká snížením terénu se zatravněnou humusovou vrstvou. Průlehy se navrhují ve chvíli, kdy nemůžeme aplikovat plošný vsak z důvodu malé plochy nebo nedostatečné propustnosti. Hloubka průlehu může být maximálně 300 mm. Ideální skladba (shora dolů) je 100 mm ornice pak vložit geotextilii a následně min. 100 mm štěrkořísku. Sklon svahů se navrhuje 1:3, maximum je však 1:2. Doporučuje se rovnoměrný přívod srážkové vody po délce. Je nutné prvek doplnit o bezpečnostní přeřad.[29][30]

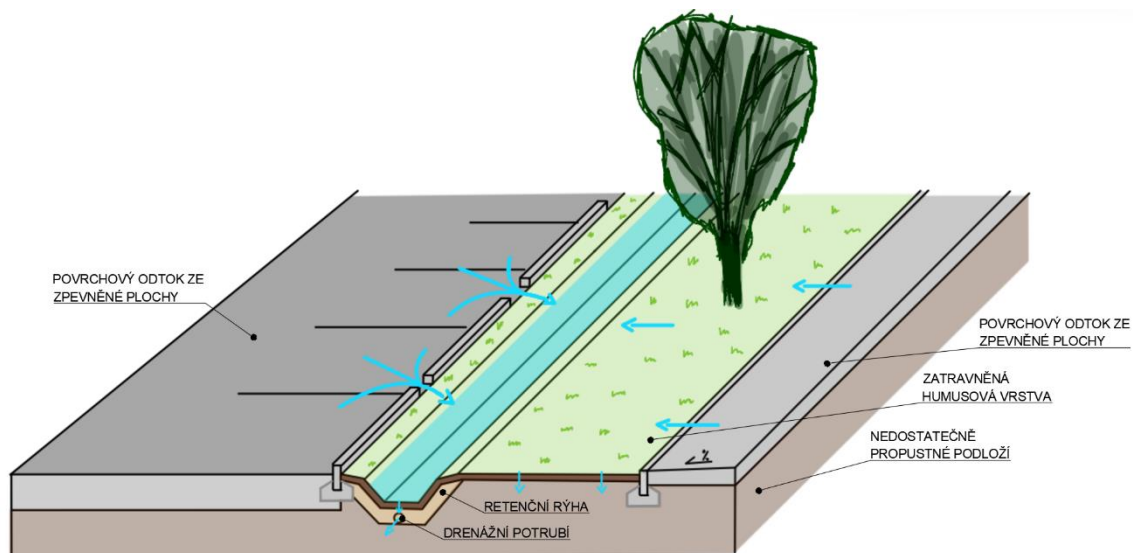
Benefity:

- + nárůst vlhkosti v půdě
- + podpora evapotranspirace
- + filtrace přes humusovou vrstvu
- + vsak s retencí a zpomalení odtoku vody
- + vegetace má vliv na estetiku, mikroklima a podporuje biodiverzitu

Limity:

- velké nároky na plochu (liniově)
- je možné navrhovat pouze do určitého sklonu (jinak systém hrází)
- nutná koordinace s podzemními inženýrskými sítěmi[26]

SCHÉMA:



Obr. 12 - Schéma vsakovacího průlehu (Zdroj: vlastní zpracování)

Vsakovací rýha je kombinací průlehu se zatravněnou humusovou vrstvou a rýhy, která je vysypaná štěrkem. Ten by měl mít frakci 16/32 mm a před použitím je doporučeno vypláchnutí a zbavení drobných částic. Kombinaci těchto prvků navrhujeme v případě, že je potřeba zlepšit vsakovací schopnosti a zvětšit retenční objem. Sklony svahu a max. hloubka průlehu je stejná jako v předchozím případě u vsakovacího průlehu.[29][30]

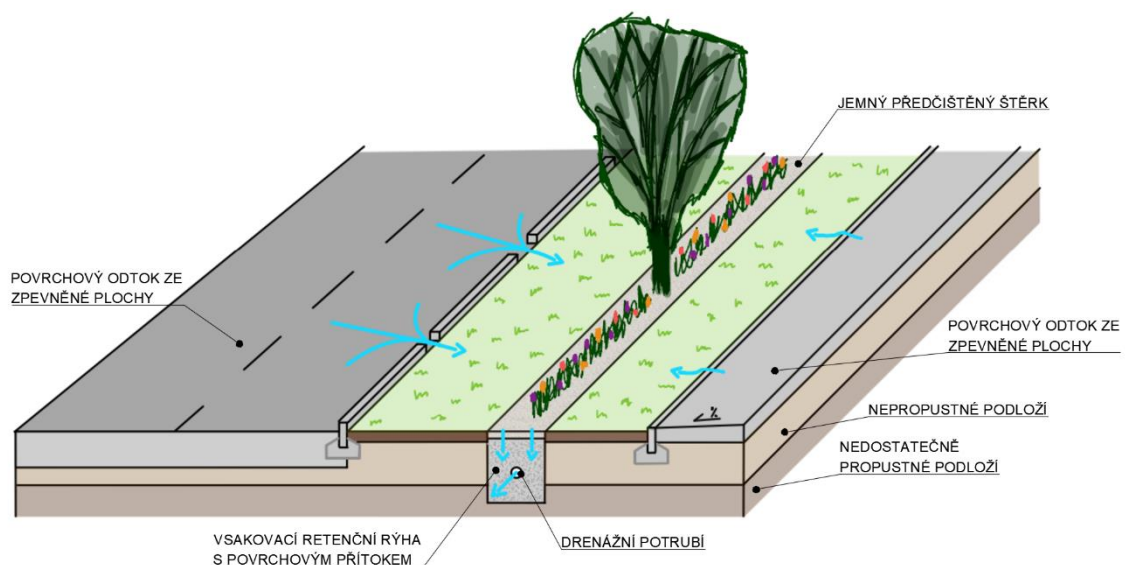
Benefity:

- + nárůst vlhkosti v půdě
- + podpora evapotranspirace
- + filtrace přes humusovou vrstvu
- + kombinace vsaku, retence a regulovaného odtoku
- + vegetace má vliv na estetiku, mikroklima a podporuje biodiverzitu

Limity:

- u povrchového přítoku řešit filtraci přes humusovou vrstvu
- u podpovrchového přítoku řešit filtraci přes filtrační šachty
- nutná koordinace s podzemními inženýrskými sítěmi[26]

SCHÉMA:



Obr. 13– Schéma vsakovací rýhy (Zdroj: vlastní zpracování)

Vsakovací nádrž je terénní prohlubeň s velkou retenční schopností umožňující vsak přes zatravněnou humusovou vrstvu. V období sucha může plnit funkci pobytovou a rekreační. Hloubka při zatopení by se měla pohybovat mezi 200-300 mm. Sklony svahů okolo 1:4 maximálně však 1:2. U bodového přítoku zvážit osazení kalové jímky pro zamezení kolmatace¹¹. Stejně jako u předchozích prvků je potřeba do nádrže osadit bezpečnostní přepad.[29][30]

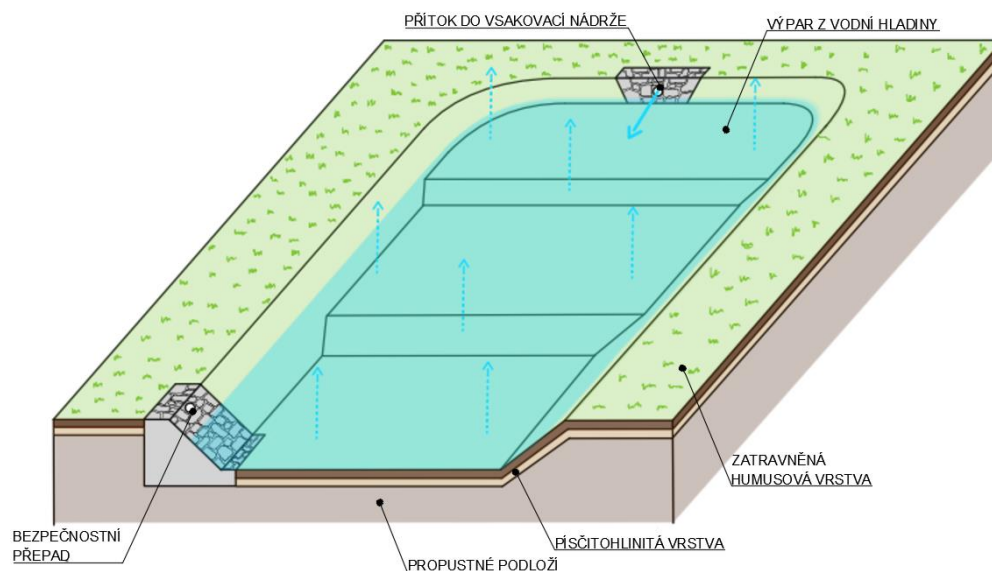
Benefity:

- + nárůst vlhkosti v půdě
- + podpora evapotranspirace
- + dobrá filtrace vody přes humusovou vrstvu
- + vegetace má vliv na estetiku, mikroklima a podporuje biodiverzitu

Limity:

- velké nároky na plochu
- riziko zanesení horní vrstvy z důvodu odvodnění velkého množství ploch [26]

SCHÉMA:



Obr. 14 - Schéma vsakovací nádrže (Zdroj: vlastní zpracování)

¹¹ Vysvětlení pojmu viz Seznam použitých zkratk a pojmu na str. 87

6.1.2 Vsakovací zařízení podzemní

Jedná se o podzemní vsakovací zařízení, u kterých je potřeba zajistit předčištění. Povrchové vody jsou do objektů svedeny potrubím, a tak nedochází k filtraci nečistot skrze humusovou vrstvu. Proto je nutné osadit před tyto objekty filtrační šachtu.

Jsou to uměle vytvořené prostory pod povrchem s kombinovanou funkcí vsaku a retence. Jsou vždy opatřeny bezpečnostním přelivem. Musí mít odvětrávání a jejich spodní hrana musí být min. 1 m nad hladinou podzemní vody. Mezi podzemní vsakovací objekty patří **prostor vyplněný štěrkem**, **podzemní bloky** (nejčastěji z plastu a dělí se na zařízení umožňující revizi nebo bez možnosti revize), **tunelové systémy** (mají tvar klenby, často z plastu, vsakování je zajištěno pomocí otvorů ve dně a na bočních stěnách), **vsakovací šachty** (bodové vsakování, převažuje hloubka nad půdorysnými rozměry, vsak probíhá přes dno, na kterém je vrstva štěrkopísku tl. 300 mm a geotextilie).[29][30]

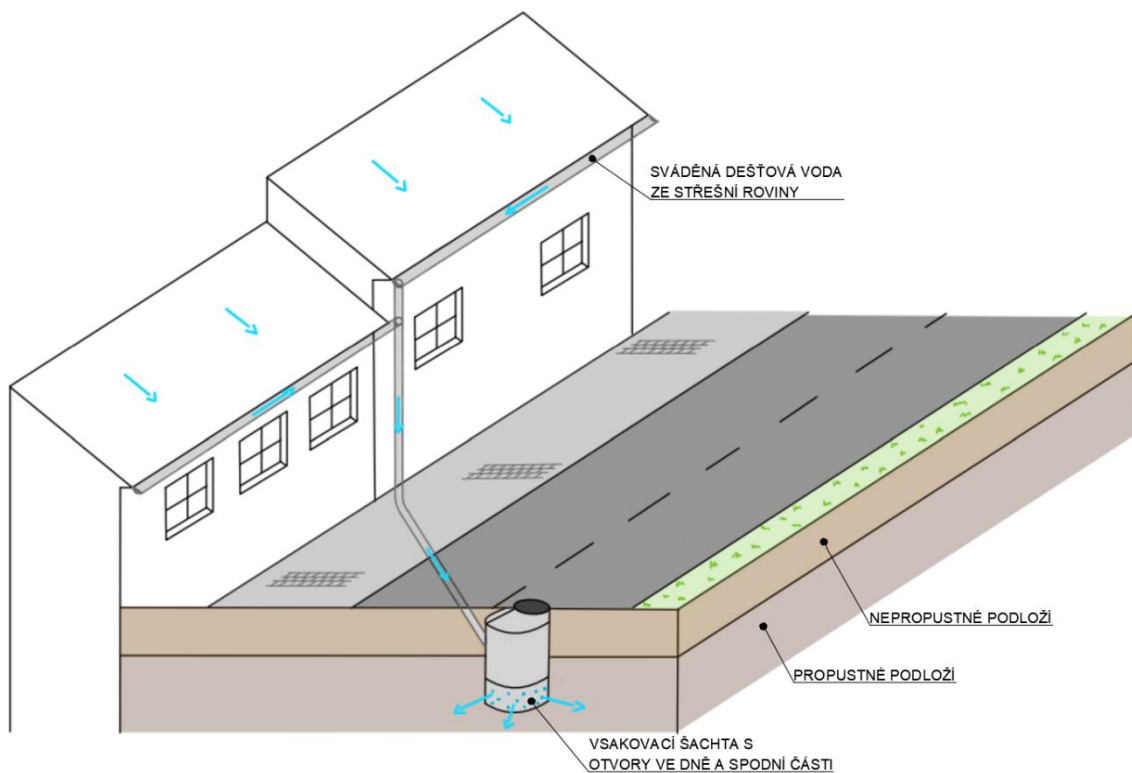
Benefity:

- + vsak a nárůst vlhkosti v půdě
- + malé požadavky na plochu

Limity:

- nutné dodatečné předčištění
- kapacita vsaku je omezena velikostí zařízení
- nutná koordinace s podzemními inženýrskými sítěmi
- nepřinášejí jiné benefity než vsak[26]

SCHÉMA:



Obr. 15 - Schéma podzemní vsakovací šachty (Zdroj: vlastní zpracování)

6.2 RETENCE

Na místech, kde jsou nevhodné podmínky pro vsakování využíváme retenci, čímž se rozumí zdržení dešťové vody s regulovaným odtokem do stokové sítě nebo recipientu. Retence může být povrchová nebo podzemní.[31]

Podzemní retenční nádrž je prvek, který dočasně zadrží povrchovou vodu a regulovaně ji vypouští. Díky podzemnímu umístění nejsou kladeny žádné nároky na estetiku. Nádrže mívají pravidelný kvádrový nebo válcový tvar a dělají se z betonu nebo plastových bloků, které se obalí fólií. Jediná část, co je vidět je poklop umístěný tak, aby byl přístupný.

Retenční nádrž se stálou hladinou slouží pro zpomalení odtoku srážkových vod. Jsou náročnější na plochu a mají hlavně estetický význam, a proto se nádrže se stálou hladinou umísťují hlavně v okolí zástavby, v parku nebo na dětských hřištích s velkou rozlohou. Správně zvoleným mobiliářem můžeme získat další lákavý prostor.[26] Jako příklad můžeme uvést revitalizaci vodní plochy v obci Bratčice.



Obr. 16- Retenční nádrž se stálou hladinou, Bratčice, Brno - venkov (Zdroj: [41])

Suchá retenční dešťová nádrž je uměle vytvořena terénní nerovnost pro akumulaci dešťové vody s regulovaným odtokem do stokové sítě a nouzovým přepaden. I když primární funkce je zpomalení odtoku vody, tak lze tento prostor využívat i jako funkční veřejný prostor. Je možné použít řadu různých povrchových úprav (trávní porost, polopropustné i nepropustné materiály) podle toho pro jakou funkci chceme veřejný prostor využívat za sucha (dětské hřiště, relaxační prostor, rekreační prostor, k shromažďování lidí, ...). Prvek můžeme umístit na plochy, kde převažuje zatravněná plocha jako jsou sídlištní prostory, parky a městské zahrady nebo na místa, kde vegetace bude

působit jako pozitivní kontrast k zpevněným plochám – v blízkosti parkovací plochy nebo na nově vzniklém náměstí. Naopak se nehodí do uličního prostoru nebo historického centra kvůli své rozloze.[26]

Benefity:

- + zadržení a zpomalení odtoku
- + výpar a evapotranspirace
- + dle druhu: využívání plochy v suchém období pro různé aktivity, rekreační funkce, podporuje biodiverzitu
- + zvýšení atraktivity, estetiky

Limity:

- obecně prostorové nároky
 - suchá nádrž: časté zamokření mobiliáře, potřeba předčištění
 - se stálou hladinou: bez vodních živočichů může být líhništěm komárů
 - podzemní: nutná koordinace s inženýrskými sítěmi[26]
- V zahraničí se můžeme setkat s dobře aplikovanými suchými retenčními nádržemi. Hezkým příkladem toho je *Water Square v Rotterdamu* tedy vodní náměstí. Město se potýká s rostoucími srážkami a kanalizační síť nevládá odvádět velké množství vody. Za suchého počasí nabízí prostor taneční podium, skatebowl, fotbalové a basketbalové hřiště s tribunami. Při dešti se tyto prostory zaplavují vodou ze střech z okolí, plochy parkoviště a zpevněných ploch.[32]



Obr. 17- Water Square za sucha, Rotterdam, Nizozemsko (Zdroj: [32])



Obr. 18 - Water Square aktivně využité,
Rotterdam, Nizozemsko (Zdroj: [32])



Obr. 19 - Water Square zatopené,
Rotterdam, Nizozemsko (Zdroj: [32])

6.3 AKUMULACE

Akumulace dešťových vod spadá pod trvalou udržitelnost a je to jeden ze způsobů, jak efektivně hospodařit s vodou. Nejjednodušší způsob, se kterým se můžeme setkat je sud pod svodem ze střechy. Voda se pak použije na zalévání rostlin na zahradě.[18] Máme i řadu dalších možností, jak ji využít, například zavlažování, úspora pitné vody, praní, splachování, úklid nebo mytí aut. Od účelu opětovného používání se odvíjí nároky na jakost srážkové vody.[30] V případě zavlažování nebo splachování toalet nejsou nároky zvýšené, naopak u praní se zvyšují z důvodu následného kontaktu s pokožkou.

S akumulací se ve veřejném prostoru moc neseťkáme. Primárně se u nás uplatňují vsakovací prvky s výsadbou zeleně. Najdou se, ale i výjimky. Zejména na místech, kde je potřeba většího přísunu vody. V ČR se používají hlavně podzemní akumulační nádrže s opětovným využitím na zalévání nebo pro dotování vodních prvků, jako jsou fontány atd. [18]

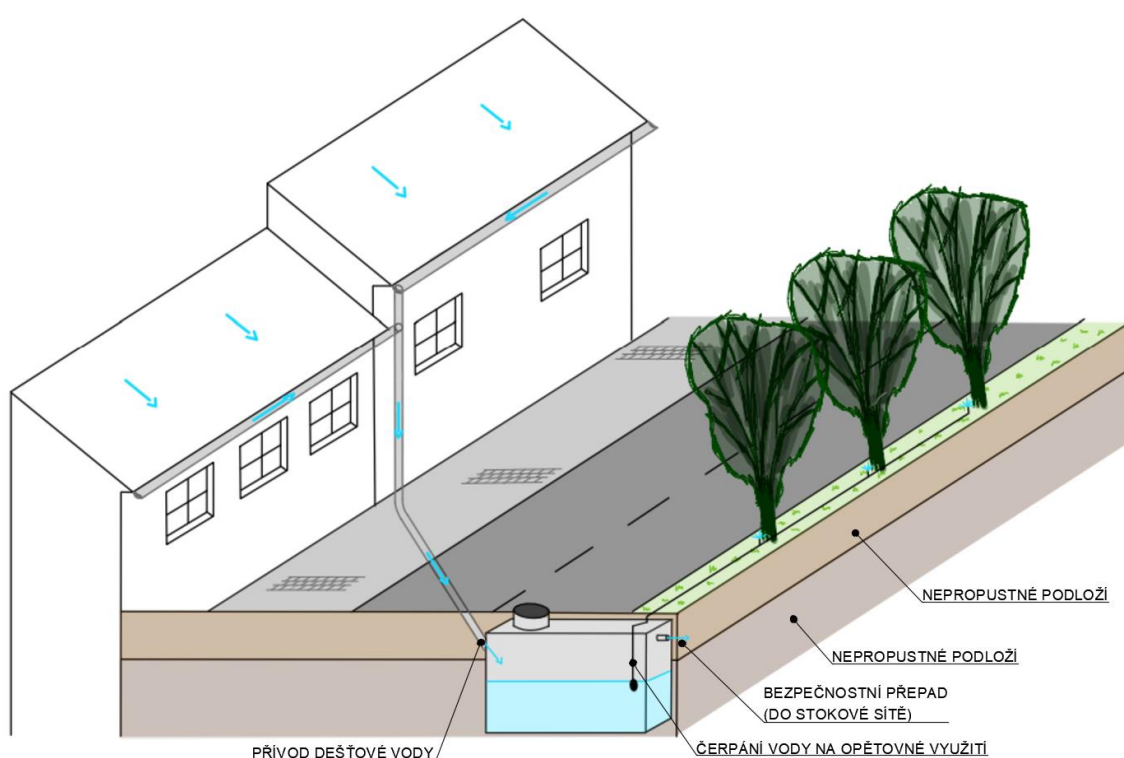
Benefity:

- + snížení povrchového odtoku
- + využívání dešťové vody na místo pitné vody

Limity:

- nutná koordinace s inženýrskými sítěmi
- je nutné mít záložní zdroj (pitná voda, studna) pro případ vyčerpání
- nutné řešit předčištění
- nutné čerpání a přívod elektrické energie

SCHÉMA:



Obr. 20 - Schéma podzemní akumulční nádrže (Zdroj: vlastní zpracování)

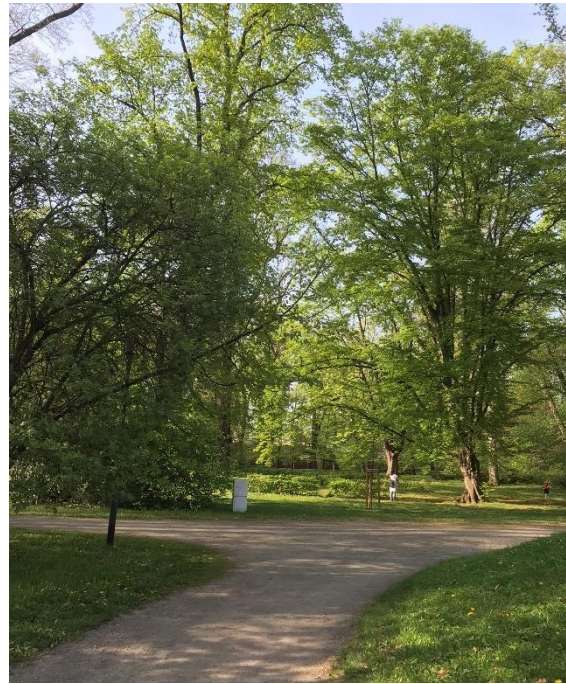
6.4 STROMY A ZELEŇ V ULIČNÍM PROSTORU

Travní plochy jsou nejběžnější a nejrozšířenější zelenou plochou ve veřejném prostoru. Umožňují přirozené zadržení, vsakování a následné vypařování vody. Zlepšují mikroklima a zpomalují odtok srážkových vod. Travní porost spolu s humusovou vrstvou předčišťují povrchovou vodu.

V slunných dnech vykazují nižší teploty povrchu než zpevněné plochy. To snižuje přehřívání okolí a pomáhá snižovat efekt přehřívání města.[26]



Obr. 21- Trávník podél chodníku – infiltrace
(Zdroj: archív autora)



Obr. 22- Přirozené vsakování – Zámecký park Kinských, Valašské Meziříčí
(Zdroj: archív autora)

Kvetoucí záhony jsou zpravidla liniovou záležitostí a svou rozlohou můžou působit zanedbatelně. Opak je pravdou, kromě toho, že svou barevností a rozmanitostí napomáhají dotvářet genia loci z daného místa, tak plní svou funkci i v hospodaření s dešťovou vodou a mají přínos i pro biodiverzitu. V oblasti HDV zlepšují mikroklima, snižují rychlost odtoku a v místě vsaku plní funkci filtrační místo travního porostu. Záhony tak mají i pozitivní vliv na estetiku.

Z dnešního pohledu, ne moc pozitivně vnímanou skupinou dřevin, jsou **keře**. V důsledku špatné údržby mají tendenci vytvářet místa, které působí neudržovaně a nebezpečně. Se správnou péčí, ale vytváří hranice a oddělují jednotlivé prostory nebo dotváří specifický charakter místa. Stejně jako předchozí typy vegetace i keře zlepšují mikroklima ve svém okolí. Jsou

vhodným doprovodem vsakovacích a retenčních objektů, protože mají dobrou schopnost uvolňovat zadržanou vodu zpět do ovzduší.

Nejdominantnější a nejmýraznější prvky zeleně jsou **stromy**. Pomáhají dotvářet charakter veřejného prostoru. Obvykle jsou vysazovány jako solitér, ve skupině nebo v aleji. Stromy také zlepšují mikroklima, mají velmi dobré klimatizační vlastnosti díky schopnosti přijímání vody skrz kořeny a následného vypařování z povrchu listů. Kromě tohoto přirozeného koloběhu vody v jejich okolí také zachytávají částičky prachu, čímž čistí ovzduší a jejich bohatá koruna pohlcuje hluk z rušné ulice.[26]



Obr. 23 - Stromová alej proložena keři, Křižná, Valašské meziříčí
(Zdroj: archiv autora)

6.5 ZELENÉ STŘECHY A FASÁDY

6.5.1 Zelené střechy

Jedná se o ploché i šikmé střechy, které mají vegetační souvrství. Dochází k infiltraci dešťové vody a následné evapotranspiraci. Vzniká tak v zastavěném území další prostor pro výsadbu zeleně a pro rekreaci. Mají řadu pozitivních dopadů jako je snížený odtok vody, zachytávají prachové částice ze vzduchu, zlepšují mikroklima v okolí a fungují jako tepelná izolace. V letním období brání prostupu tepla skrze střešní konstrukci a tím snižují potřebu chladit prostory uvnitř budovy.[18] Naopak v zimních měsících chrání interiér před ochlazováním a snižují energetickou náročnost na vytápění.

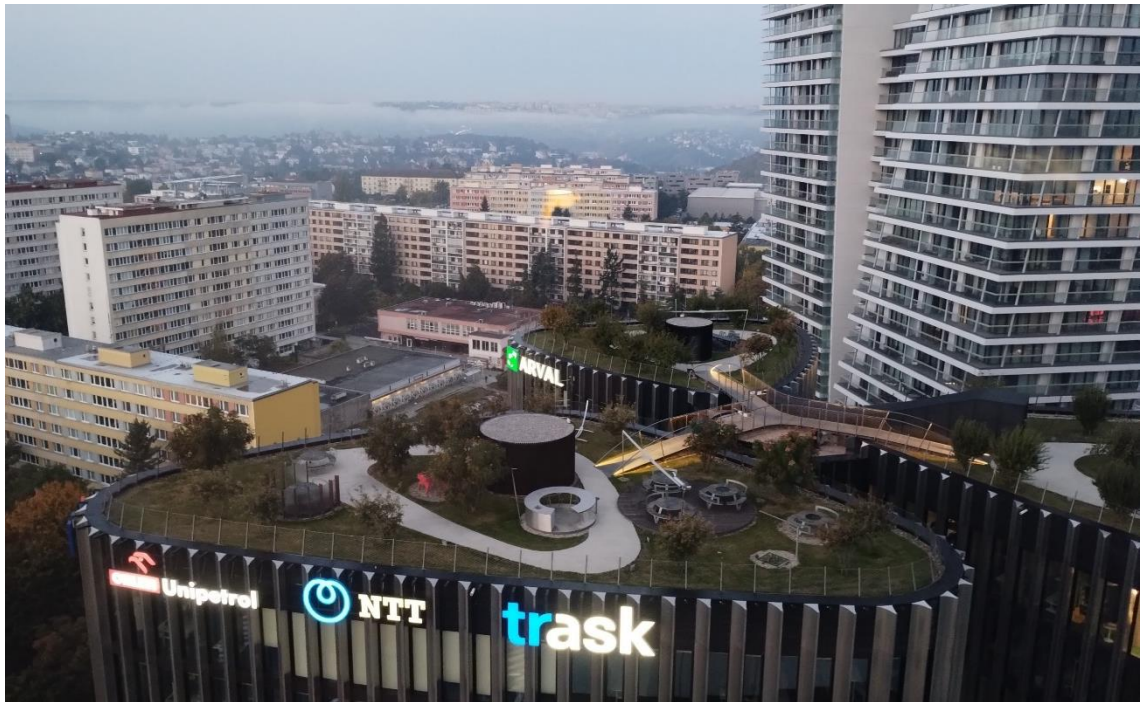
Jsou tři základní typy. **Extenzivní zelená střecha** bývá nepochozí. Nevyžaduje pravidelné zalévání a je nenáročná na údržbu. Vysazují se zde odolné rostliny (sukulenty a traviny), které vydrží i extrémní podmínky, hlavně vedro a sucho. Výška substrátu se pohybuje mezi 5-15 cm. **Polointenzivní zelené střechy** mají větší požadavky na skladbu souvrství a vyžadují mírnou závlahu. Vhodné rostliny jsou také sukulenty, traviny, trvalky a dřeviny. **Intenzivní zelené střechy** kladou větší nároky na statiku. Jsou pochozí, a proto se využívají jako terasy nebo rekreační prostory. Vrstva substrátu je podstatně větší a to 30-100 cm. Tloušťka se odvíjí od druhu výsadby.[33]

Benefity:

- + snížení povrchového odtoku
- + lepší okolní klima, čistší ovzduší, zvýšení vlhkosti
- + více zelených ploch v zástavbě
- + tlumí hluk z okolí

Limity:

- vyšší nároky na statiku budovy
- nároky na kvalitu provedení
- vyšší nároky na realizaci[26]



Obr. 24 - Zelená střecha, Main Point Pankrác, Praha (Zdroj: archiv autora)

6.5.2 Zelené fasády

Mají schopnost zachytit dešťové vody, čistit vzduch i tlumit hluk. Ideální řešení je kombinace s akumulční nádrží. Fasáda má omezené množství humusu v jednotlivých květinových boxech a v letních měsících dochází k vysychání. Akumulační nádrž se při dešti naplní a v průběhu teplých dní je využívána pro zavlažování fasády.

Benefity:

- + zlepšuje mikroklima, kvalitu ovzduší a snižuje teplotu
- + tlumí hluk
- + estetický a architektonický přínos
- + snížení odtoku vody a podporuje biodiverzitu

+ úspora energie

Limity:

- velké nároky na údržbu
- požadavky na zdroje – voda, energie, živiny
- velká pořizovací cena[26]



Obr. 25 - Zelená fasáda, sídlo ombudsmana, Brno (Zdroj: archív autora)



Obr. 26 - Zelená fasáda, administrativní budova, Düsseldorf, Německo (Zdroj: [42])

7 SHRNUÍ ANALYTICKÉ ČÁSTI

Práce definovala projevy klimatické změny a upozornila na jednotlivé dopady a rizika s tím spojené jako jsou například období sucha, vlny veder, nesnesitelnost městských tepelných ostrovů a vliv na lidský organismus.

Dále byly uvedeny možné prostředky, pomocí kterých se dají teploty ve městě snižovat nebo aspoň zpomalit jejich rychlý růst v letním období. Základními prvky na snížení teplot jsou modrozelená infrastruktura a efektivní hospodaření s dešťovou vodou. Kombinace těchto dvou opatření je velmi účinná. Také byly uvedené důvody, proč začít uvažovat nad používanými stavebními materiály z hlediska tepelné akumulace, barvy a povrchu. Rovněž byly zmíněné materiály, kterými by šly nahradit zpevněné plochy pro lepší však, jako jsou například mlat, štěrkové cestičky, zelené chodníky, zatravňovací dlaždice, zelené tramvajové pásy, zatravňovací mřížky atd.

Práce dále zmiňovala jednotlivé přírodě blízké opatření, které lze aplikovat ve veřejném prostoru pro zlepšení mikroklima a kvality života obyvatel. Ke každému prvku definovala jeho silné a slabé stránky a schématickým náčrtem znázornila jeho aplikaci v zastavěném území.

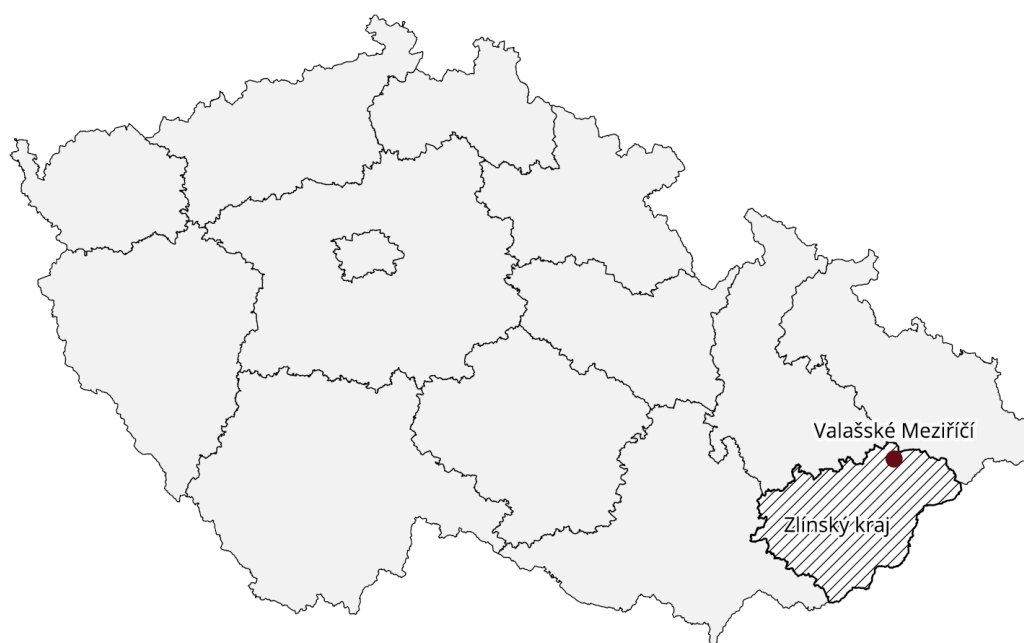
B NÁVRHOVÁ ČÁST

8 VÝBĚR LOKALITY PRO ZPRACOVÁNÍ NÁVRHU

Návrhová část bakalářské práce se bude věnovat samotnému aplikování jednotlivých opatření na snížení teplot a lepšího hospodaření s dešťovými vodami ve zvoleném městě Valašské Meziříčí. Město bylo zvoleno s ohledem na osobní vztah a známost dané problémové lokality. První záznam o Meziříčí je z roku 1297 a na druhé straně řeky byla založena obec Krásno. Obce Meziříčí a Krásno se spojily a vzniklo tak Valašské Meziříčí v roce 1924.

Město se nyní nachází v okrese Vsetín, ve Zlínském kraji na soutoku dvou řek Vsetínské a Rožnovské Bečvy, nedaleko pohoří Moravskoslezských Beskyd. S počtem obyvatel cca 22,5 tis. a rozlohou okolo 35,2 km².

Město leží mezi zalesněnými kopci, protékají jim dvě řeky a na první pohled působí jako by mělo dostatek veřejné zeleně, ale i přesto se zde nachází velké plochy, se kterými je potřeba začít něco dělat.[34]



Obr. 27 – Poloha Valašského Meziříčí (Zdroj: vlastní zpracování)

Vybraná problémová lokalita se nachází v městské části Krásno nad Bečvou na severní straně Rožnovské Bečvy. Je významná svou polohou nedaleko centra, rozlohou a také tím že, tvoří důležitý dopravní uzel města. Nachází se zde autobusové nádraží s Penny Marketem a parkovací plochy.

Všechny tyto prvky občanské vybavenosti tvoří jeden celek složený ze zpevněných nepropustných ploch. Vodu z těchto ploch je potřeba při dešti odvádět do kanalizační stoky, protože nemá žádnou možnost se zde vsakovat. Naopak ve slunných dnech se zpevněné plochy rychle nahřejí a dosahují vysokých teplot. Zaparkovaná auta a střechy budov se přehřívají. Lidé čekající na autobusovou dopravu nemají dostatek prostoru, kde se schovat před sluncem a horkem. Tyto problémy se s rostoucí intenzitou letních dešťů a rostoucími teplotami postupně zvětšují.



Obr. 28 – Hranice problémové řešené plochy (Zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 29 - Řešená plocha ve vztahu k městu (Zdroj: vlastní zpracování)

9 ROZBOR SOUČASNÉHO STAVU

Řešená oblast (viz obr. 30) je tvořena třemi hlavními částmi. 1- placená parkovací plocha; 2 – Penny Market s parkovištěm a 3 – autobusové nádraží. Plochy mají různé vlastníky, využití pozemku, druh pozemku, omezená vlastnická práva a další informace.

Na západní straně vede jeden z hlavních dopravních tahů města, I/57 silnice I. třídy, ve směru Vsetín – Hranice. Na severní straně je sídliště s objekty hromadného bydlení a hotelem Rajka. Dále na východě se nacházejí stavby občanské vybavenosti jako Střední průmyslová škola stavební Valašské Meziříčí, Finanční úřad, Sport HOTEL Centrum a parkovací plochy. Jižně od řešené oblasti se nachází plochy zeleně a řeka Rožnovská Bečva s hospůdkami na nábřeží.



Obr. 30 – Rozdělení řešené plochy na části (Zdroj: vlastní zpracování)

9.1 PLACENÁ PARKOVACÍ PLOCHA



Obr. 31 – Katastrální mapa placené parkovací plochy (Zdroj:[35])

Parkovací plocha se nachází na západní straně řešené lokality. Je zde 19 parkovacích míst a 2 parkovací místa pro tělesně znevýhodněné osoby. Povrch tvoří asfaltová krycí vrstva a jednotlivé parkovací stání jsou vyznačené vodorovným dopravním značením. Okolo jsou travnaté plochy s listnatými stromy javory ve vínové barvě. Chodníky pro pěší jsou zde také z nepropustné vrstvy asfaltu.

Jedná se o pozemek s parcelním číslem 965/9, způsob využití je veden jako *ostatní komunikace* a druh pozemku *ostatní plocha*. Vlastnické práva má město Valašské Meziříčí s omezením typu *věcné břemeno*. [35]



Obr. 32 – Placená parkovací plocha podvečer (Zdroj: archív autora)



Obr. 33 – Placená parkovací plocha s okolím (Zdroj: archív autora)



Obr. 34 – Placená parkovací plocha (Zdroj: archív autora)

9.2 PENNY MARKET S OKOLÍM



Obr. 35 - Katastrální mapa Penny Marketu s parkovištěm (Zdroj:[35])

Samotný objekt Penny Marketu má plochou střechu s povlakovou krytinou. Na severní straně objektu je travnatá plocha s lehkou výsadbou. Na jižní straně je pak parkovací plocha s 42 parkovacími místy a 3 parkovacími místy pro tělesně znevýhodněné osoby. Komunikace mezi parkovacími plochami je z asfaltové krycí vrstvy a jednotlivá stání jsou z betonové zámkové dlažby s minimálními spárami. Jednotlivé parkovací stání jsou oddělené pomocí barvy, kdy je vyskládán pás z červené betonové zámkové dlažby. Plochy chodníků pro pěší jsou také skládané z betonové dlažby s minimálními spárami.

Objekt leží na dvou pozemcích, s parcelními čísly 2981 a 2982, druh pozemků je *zastavěná plocha a nádvoří*, vlastnické právo má fyzická osoba s omezením vlastnického práva typu *věcné břemeno, zákaz zcizení a zástavní právo smluvní*.

Pozemek parkovací plochy a okolo objektu má parcelní číslo 1041/4, způsob využití je veden *jako ostatní komunikace* a druh pozemku je *ostatní plocha*. Vlastnické právo má tatáž fyzická osoba se stejnými typy omezení jako u stavebního objektu. [35]



Obr. 36 – Penny Market
(Zdroj: archiv autora)



Obr. 37 – Penny Market s parkovací
plochou (Zdroj: archiv autora)



Obr. 38 – Pohled na Penny market z autobusového nádraží (Zdroj: archiv autora)

9.3 AUTOBUSOVÉ NÁDRAŽÍ



Obr. 39 - Katastrální mapa autobusového nádraží (Zdroj:[35])

Autobusové nádraží je tvořeno komunikací a obratištěm z asfaltové krycí vrstvy. Za obratištěm je pár vzrostlých jehličnatých i listnatých stromů. Dále jsou zde zastávky a chodníky pro pěší, které jsou vyskládány z šedé betonové dlažby. Varovné a signalizační pásy jsou vytvořeny z červené betonové dlažby. Je zde celkem 19 autobusových zastávek a jednotlivé nástupiště jsou propojeny přechody pro chodce. Rozdělujícím prvkem mezi autobusovým nádražím a parkovištěm u Penny Marketu je pás s nízkou výsadbou (převážně růže) doplněný o listnaté stromky vysypaný okrasnými oblými kamínky. Vedle objektu Penny je budova autobusového nádraží s plochou plechovou střechou, ve které se také nachází drobná občanská vybavenost.

Plocha autobusového nádraží, obratiště a vzrostlé stromy leží na pozemku s parcelním číslem 1041/1 se způsobem využití jako *ostatní komunikace* a druhem pozemku *ostatní plocha*. Vlastnické právo má společnost Z-Group ZKAN s.r.o. s omezením vlastnického práva typu *věcné břemeno, věcné břemeno cesty, zákaz zcizení a zatížení a zástavní právo smluvní*. Budova autobusového nádraží je na pozemku s parcelním číslem 1498 a druh pozemku je *zastavěná plocha a nádvoří*. Vlastnická práva má ta stejná společnost Z-Group ZKAN s.r.o. s omezením typu *zákaz zcizení a zatížení, zástavní právo smluvní*.



Obr. 40 - Aut. nádraží 1 (Zdroj: archív autora)

Obr. 41 - Aut. nádraží 2 (Zdroj: archív autora)



Obr. 42 - Celkový pohled na autobusové nádraží (Zdroj: archív autora)



Obr. 43 – Obratiště pro autobusovou dopravu
(Zdroj: archív autora)



Obr. 44 – Mobiliář – lavička
s reklamní plochou
(Zdroj: archív autora)



Obr. 45 – Dělicí pás zeleně (Zdroj: archív
autora)



Obr. 46 – Zastávka s plechovou střešou
(Zdroj: archív autora)

LIMITY A SLABÉ SRÁNKY ŘEŠENÉ LOKALITY

Drtivou část tvoří zpevněné nepropustné materiály jako je asfalt, betonová dlažba a ploché střechy pokryté plechem nebo povlakovou krytinou. Z těchto ploch je odváděna veškerá srážková voda do kanálů a následně do kanalizační stoky. V letních měsících dochází k velkému zahřátí zpevněných ploch a území se stává nesnesitelné pro lidi i zvířata.

Další slabou stránkou je malý výskyt veřejné zeleně. Stromy u plochy 1 – placené parkoviště, jsou příliš daleko na to, aby tvořily přirozené stínění a omezovaly tak přehřívání asfaltového krytu. Navíc jsou vysázeny na severozápadní straně. Žádný prostor zeleně není využíván pro vsakování dešťové vody.

Není zde dostatek mobiliáře v podobě autobusových zastávek. Cestující, kteří čekají na spoj mají problém se schovat před deštěm a před sluncem.

10 KONCEPČNÍ NÁVRH

Návrh vychází z jednotlivých principů a opatření, kterými se zabývala první část práce.

Malé placené parkoviště navrhuji zatravnit pomocí zatravnovacích roštů AS-TTE ROŠTY a okolo vysadit více listnatých stromů ze stejného druhu jako jsou stávající listnaté stromy.

Na budovu Penny Marketu je v projektu umístěna zelená střecha. Zda budova ze statického hlediska unese intenzivní nebo extenzivní zelenou střechu či ji bude potřeba dodatečně zvednout únosnost bude na posouzení odborně způsobilé osoby – statika. Okolo třech stran objektu je navržen pruh šířky 500 mm pro osazení popínavých rostlin. Ty se budou pnout po kovové konstrukci přichycené k obvodovým stěnám. U parkovacích míst se vymění stávající betonová dlažba s minimálními spárami za dlažbu se šířkou spár 30 mm. Spád parkovací plochy zůstane zachovaný směrem k autobusovému nádraží. Přebytečná dešťová voda, která se nestihne přes spáry vsáknout se bude shromažďovat v nově navrženém vsakovacím průlehu s maximální hloubkou 400 mm. Do průlehu se vysadí okrasné rostliny, které vydrží případné zatopení.

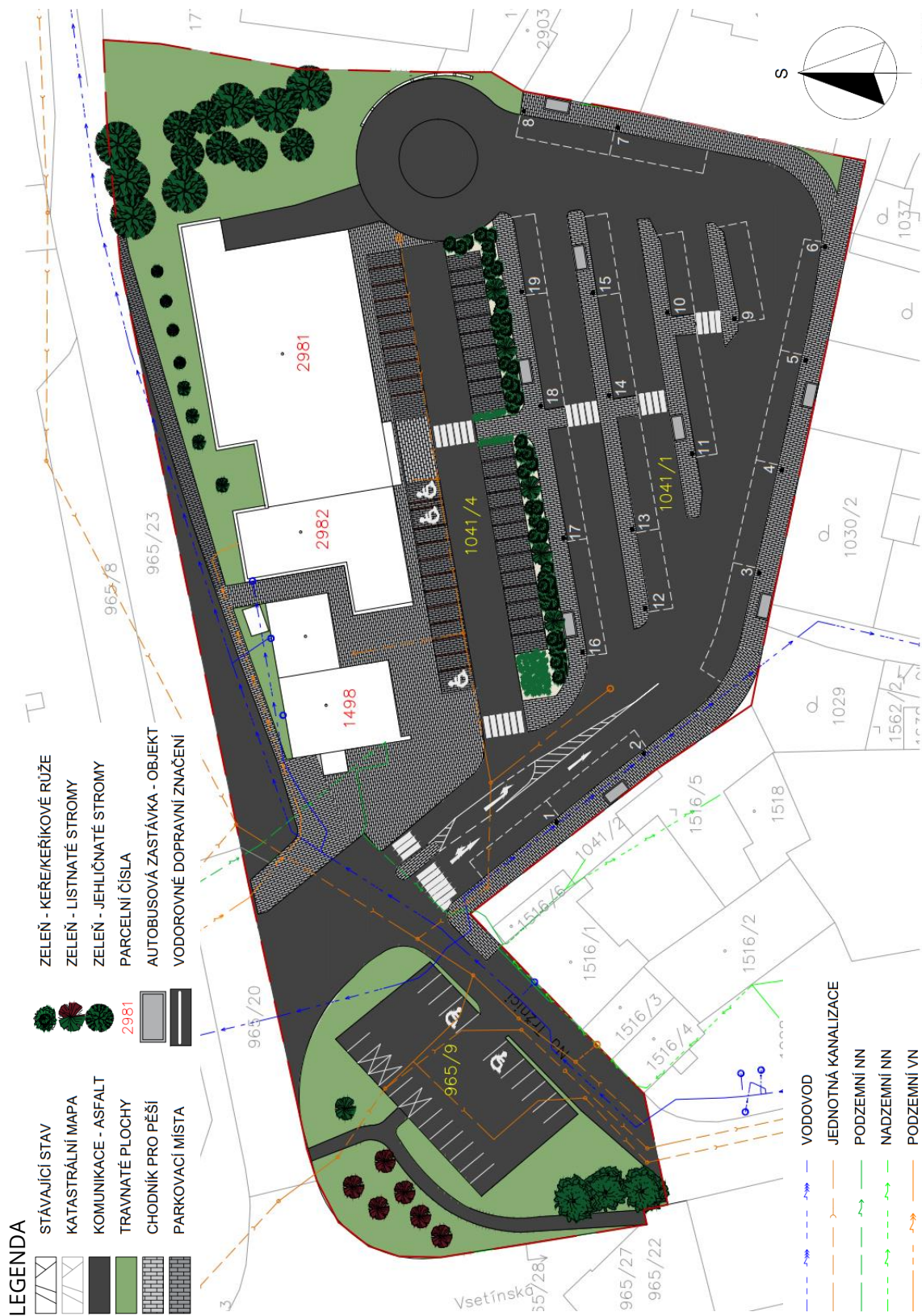
Veškeré plochy pro pěší v řešeném území jsou v koncepčním návrhu z propustné vsakovací dlažby BEST DRENO. Jedná se o dlažbu s makroporézní strukturou a s minimálními spárami vysypanými pískem.

Na autobusovém nádraží se jednotlivé návrhové prvky dotýkají hlavně nástupišť. Po délce nástupiště je zelený pás o šířce 500 mm, ve kterém bude vysázena okrasná vegetace. Objekty zastávek se upraví tak, aby mohla být na ně umístěna zelená střecha a na zadní stranu se osadí kovová mřížka, po které budou růst vhodné popínavé rostliny. U autobusového obratiště

se vnitřní plocha zatravní a vysadí se listnatý strom, který bude stínit okolní asfaltové plochy. Dále budou v ploše autobusového nádraží umístěny tři akumulční nádrže pro zachytávání dešťové vody, kterou bude nadále možné využívat pro zálivku v suchém období. V případě kladného posudku od statika bude možné také na budovu autobusového nádraží umístit zelenou střechu.

Při realizaci bude nutná koordinace s jednotlivými správci inženýrských sítí a ověření skutečné polohy všech inženýrských sítí v dané ploše. Pro předejití kolize při stavebních pracích nebo následně s vegetací (stromy). Dále také bude nutná komunikace s odborně způsobilou osobou v oblasti projektování městských komunikací, aby nedošlo k nevhodnému umístění vyšší vegetace v blízkosti křížení komunikací.

VÝKRES SOUČASNÁHO STAVU DANÉHO ÚZEMÍ

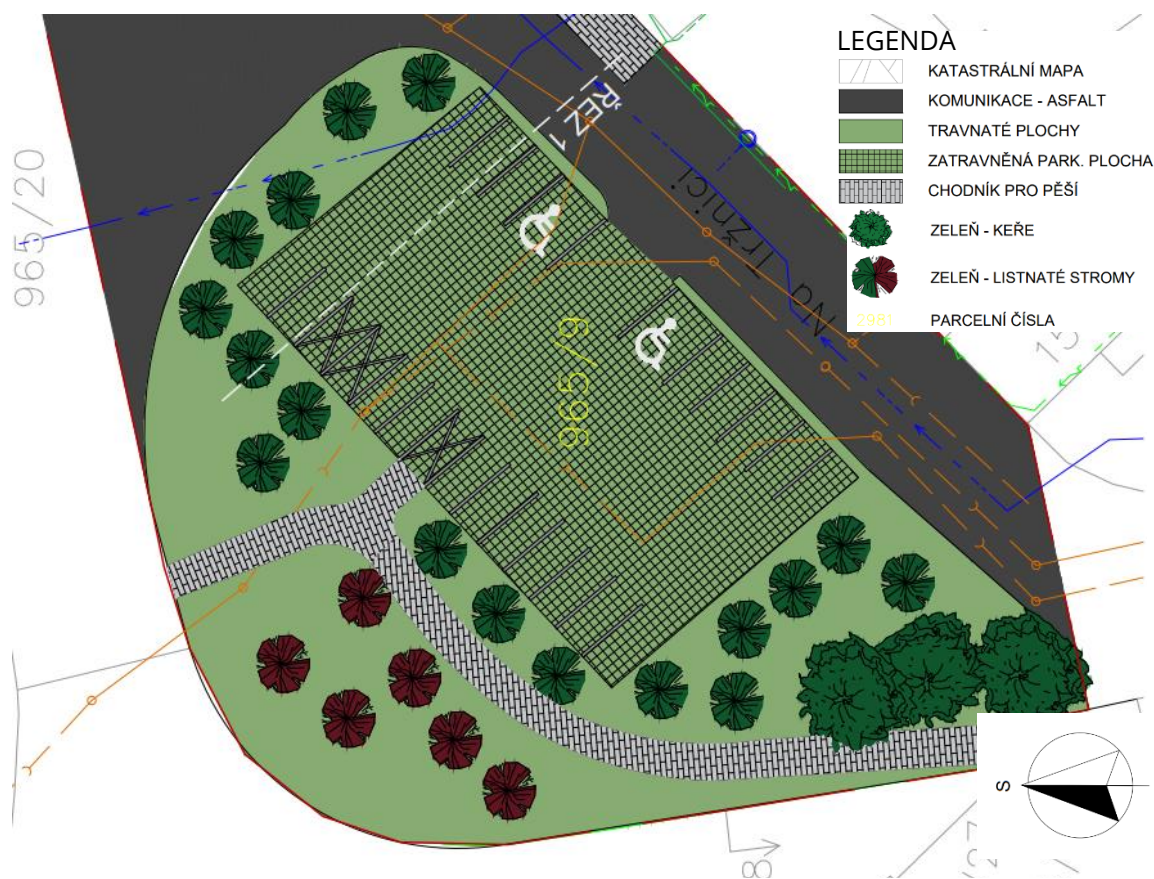


Obr. 47 – Současná podoba řešeného území (Zdroj: vlastní zpracování)

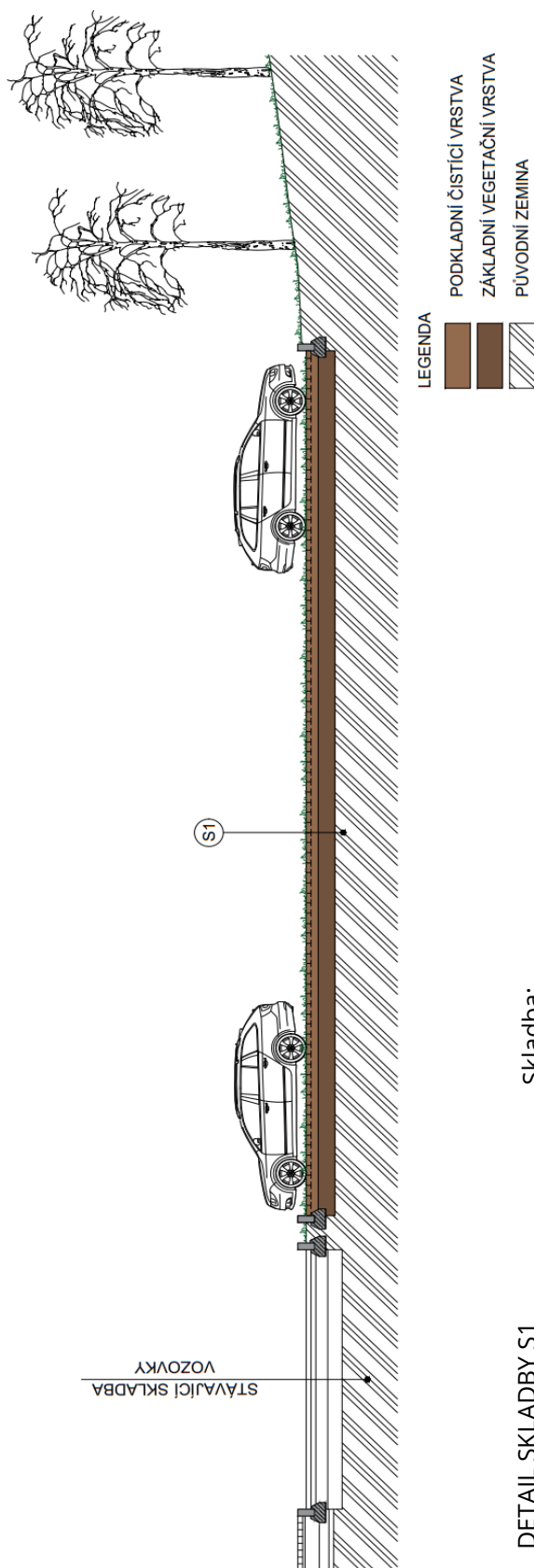
PLACENÁ PARKOVACÍ PLOCHA

První etapou realizace by bylo právě placené parkoviště, které má ve správě město Valašské Meziříčí. Hlavní zásah spočívá ve výměně souvrství parkovací plochy. V současné době se jedná o asfaltovou krycí vrstvu, kterou by nahradila skladba (S1) se zatravnovacími rošty AS-TTE ROŠTY. Tím bude zajištěno vsakování srážkové vody během dešťů, a naopak v teplých dnech bude docházet k výparu a ochlazování okolí. Poklesne také teplota povrchu. Asfaltová krycí vrstva může dosahovat teplot okolo 60-70 °C, zatímco zatravněné plochy se pohybují maximálně okolo teploty 40 °C. Také se vysadí další listnaté stromy okolo plochy parkoviště. Ty budou tvořit přirozené stínění, zvyšovat evapotranspiraci, chladit své okolí a zachytávat nečistoty z ovzduší. Asfaltový chodník se nahradí vsakovací dlažbou se skladbou S2.

DETAIL KONCEPČNÍHO NÁVRHU PLACENÉ PARKOVACÍ PLOCHY



ŘEZ 1 – PLACENÁ PARKOVACÍ PLOCHA

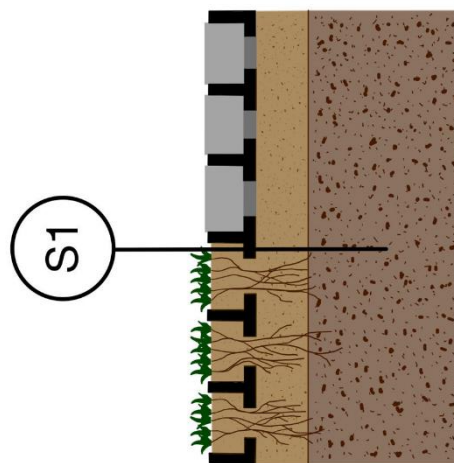


DETAIL SKLADBY S1

Skladba:

1. Zatravněný rošt/rošt se systémovou dlažbou tl. 60 mm
2. Čistící podkladní vrstva tl. 30–50 mm
3. Základní vegetační vrstva tl. 20–25 mm

Zatravněný rošt je navržen v celé ploše parkoviště, systémová dlažba tvoří pouze oddělovací pás mezi jednotlivými parkovacími místy. Skladba je vhodná na místa s častou výměnou vozidel. Jedná se tedy například o veřejná parkoviště, venkovské cesty, obslužné komunikace, parkoviště pro zaměstnance atd. Povolené zatížení je 3,5 t. [43]



Obr. 50 – Řez 1 + detail skladby S1 s popisem (Zdroj: vlastní zpracování)

PENNY MARKET S PARKOVIŠTĚM

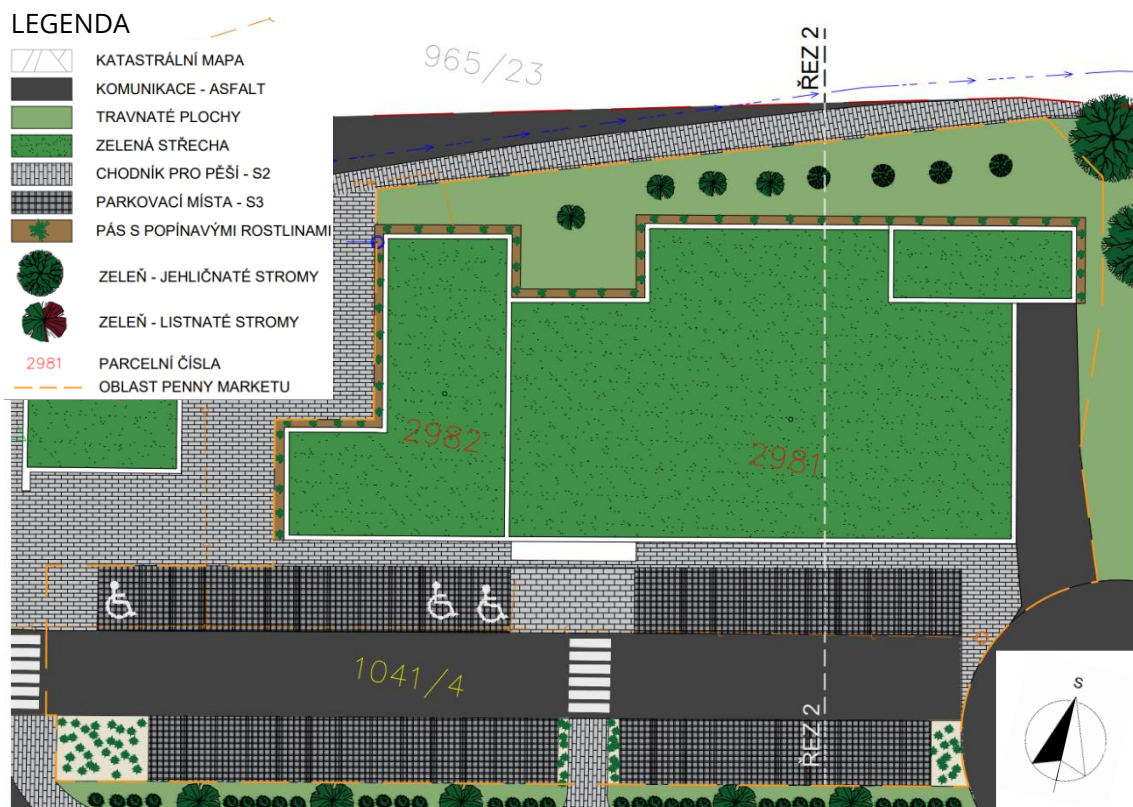
V druhé etapě by se realizovaly úpravy týkající se Penny Marketu a jeho okolí. Realizace zelené vegetační střechy je podmíněna posudkem statika. Ten stanoví únosnost stávající konstrukce a na základě výsledků je možné říct, zda je na objekt možné umístit intenzivní nebo extenzivní vegetační střechu anebo je potřeba stávající konstrukci posílit. Zelená střecha umožní snížit teplotu střešní roviny. Stávající povlaková krytina dosahuje teplot okolo 60 °C ve slunečných dnech, ale vegetační souvrství vykazuje teploty v těchto dnech okolo 40 °C. Další úprava objektu spočívá v kovových konstrukcích na východní, severní a západní straně budovy, přichycených do obvodových stěn. Tyto konstrukce budou tvořit rám pro popínavé rostliny, které postupně zakryjí celé stěny. Rostliny budou vysázeny do pásu o šířce 500 mm kolem objektu. Jedná se o levnější alternativu k zelené fasádě. Oba tyto prvky sníží povrchovou teplota objektu, sníží jeho energetickou náročnost, budou čistit okolní ovzduší, snižovat povrchový odtok dešťové vody, pohlcovat okolní hluk a budou mít pozitivní dopad na estetiku místa.

V ploše parkovacích míst se vymění stávající skladba se zámkovou dlažbou za propustné souvrství (S3) s dlažbou se širokými spárami. Spáry budou vyplněny jemným štěrkem, který umožní okamžité vsakování dešťové vody. V souvrství je navržena filtrační vrstva pro zachycení případných nečistot z pohonných a jiných látek. Středový pás s asfaltovou krycí vrstvou zůstane zachován z praktických důvodů (pojízdní nákupními vozíky). Parkovací místa blíže k autobusovému nádraží budou ukončena obrubníkem s otvory. Přebytečná dešťová voda se tak dostane do vsakovacího průlehu (viz obr. 12). V celé ploše parkoviště zůstane zachovaný stávající spád 1-2 % k autobusovému nádraží.

Ostatní plochy vyhrazené pro pěší jsou navrženy ze vsakovací dlažby BEST DRENO (S2). Dlažba pohltí většinu dešťové vody a tím sníží povrchový odtok na minimum. Filtrační vrstva z látky Cinis zajistí vyčištění vody od nečistot (např. těžké kovy, oleje, ropné látky). Výrobce udává součinitel odtoku až $\Psi = 0,0$, což znamená, že veškerá dešťová voda by se měla vsakovat přes vsakovací dlažbu tam, kde spadne a zajistit tak decentralizované odvodnění.[36]

Skladby navrhnuté na parkovací místa a plochy pro pěší umožňují nejen snížení povrchového odtoku, ale také ochlazení svého okolí pomocí opětovného výparu a doplňování podzemní vody.

DETAIL KONCEPČNÍHO NÁVRHU PENNY MARKETU A JEHO OKOLÍ



Obr. 51 – Půdorysný návrh Penny Marketu a jeho okolí (Zdroj: vlastní zpracování)

AUTOBUSOVÉ NÁDRAŽÍ

Třetí a také poslední etapou by bylo autobusové nádraží. Nejrozsáhlejší úprava spočívá ve výměně stávajících zpevněných ploch nástupišť a ploch pro pěší za propustné souvrství (S2). Tím se sníží povrchový odtok a následný výpar ochladí dané prostředí. Charakteristika této skladby je zmíněna u koncepčního návrhu Penny Marketu.

Plocha nástupišť se zúží o 500 mm a v tomto pásu vznikne prostor na vegetační výsadbu. Zároveň směrem k zeleni budou spádované plochy nástupišť i přesto, že by povrchový odtok z nich měl být roven nule.

Jednotlivé autobusové zastávky se po zhodnocení statikem patřičně upraví, tak, aby unesly zatížení extenzivních zelených střech. Zároveň se zadní stěna vymění za konstrukci pro popínavé rostliny, které budou vysazeny za zastávkou ve vegetačním pásu. Další zelené plochy přibudou na koncích nástupišť

Na obratišti se vnitřní kruhová plocha z asfaltu vymění za vegetační souvrství s travnatou plochou doplněná o okrasné rostliny a soliterní lestnatý strom uprostřed.

Dělicí vegetační pás mezi parkovací plochou u Penny Marketu a posledním nástupištěm autobusového nádraží se upraví na zasakovací průleh. Průleh je rozdělen chodníkem na dvě části, každá část bude opatřena bezpečnostním přepekem. Bude vhodně osazen vegetací tak, aby nedocházelo ke špatnému proudění vody a rostliny musí být vybrány s ohledem na možné zatopení. Průleh musí být navržen tak, aby maximální hloubka vody nepřesáhla 400 mm.

Veškerá zeleň umožní filtraci dešťové vody, doplňování podzemní vody, zvýší evapotranspiraci, stromy zachytí nečistoty v ovzduší, ochladí své okolí a zvedne estetiku místa.

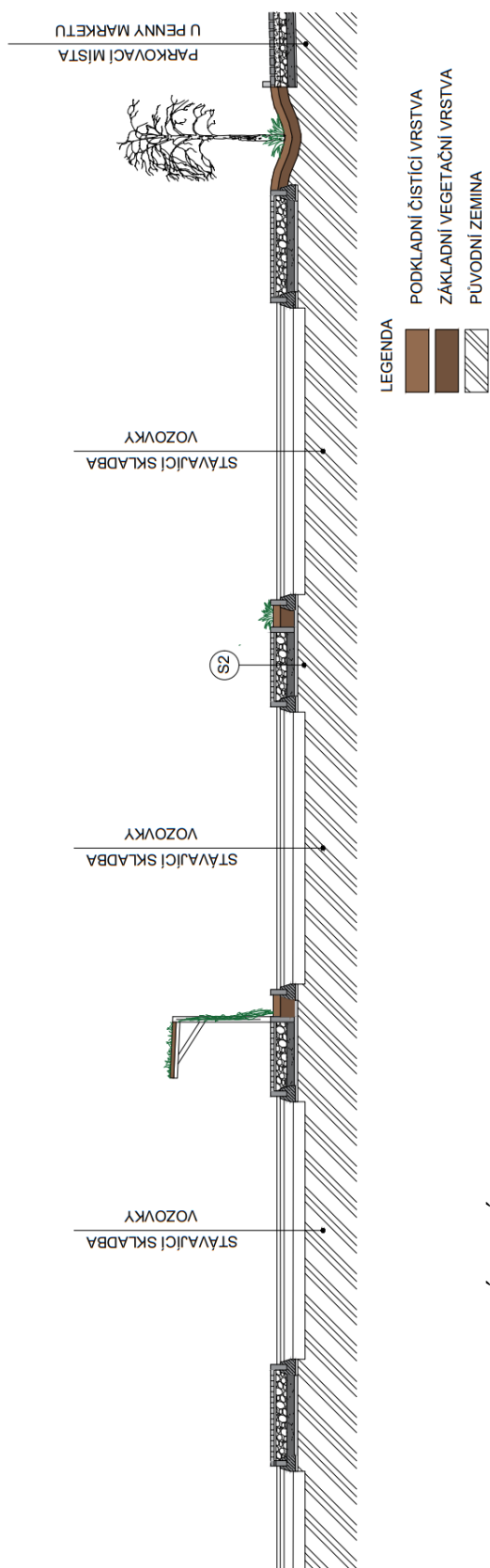
V ploše autobusového nádraží jsou také navrženy tři akumulční nádrže, do kterých se bude zachytávat dešťová voda z velké asfaltové plochy. Před přítokem do akumulční nádrže musí být osazen filtr nečistot, který zachytí těžké kovy, oleje, ropné látky atd. Zachycenou vodu je možné opětovně používat například jako zálivku vegetace.

DETAIL KONCEPČNÍHO NÁVRHU AUTOBUSOVÉHO NÁDRAŽÍ

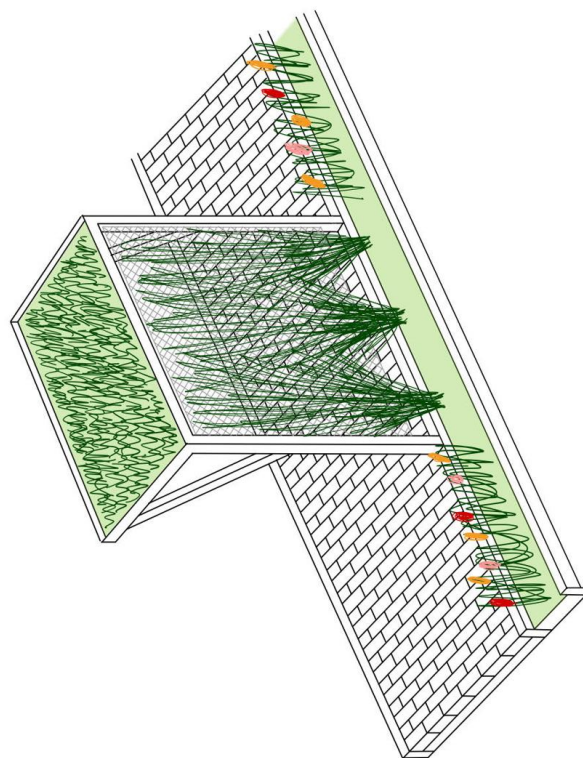


Obr. 53 – Půdorysný návrh autobusového nádraží (Zdroj: vlastní zpracování)

ŘEZ 3 – AUTOBUSOVÉ NÁDRAŽÍ



DETAIL AUTOBUSOVÉ ZASTÁVKY



Autobusová zastávka se zelenou střechou umístěná na hraně zeleného pásu tak, aby popínavé rostliny mohly růst po zadní stěně.

Obr. 54 – Řez 3 + detail autobusové zastávky (Zdroj: vlastní zpracování)

11 ODTOKOVÉ POMĚRY DEŠŤOVÝCH VOD V LOKALITĚ

Pro vyhodnocení koncepčního návrhu v oblasti hospodaření se srážkovou vodou slouží výpočet množství odváděné vody z povrchu.

První se vypočítá tzv. redukovaná plocha. Z této plochy se odvádí dešťové vody. Stanoví se:

$$A_{red} = \sum_{i=1}^n A_i * \Psi_i \quad [m^2]$$

A_{red} celkový redukovaný půdorysný průmět odvodňovaných ploch,

A_i půdorysný průmět odvodňované plochy [m^2],

Ψ_i součinitel odtoku srážkových vod pro konkrétní odvodňovanou plochu,

n počet odvodňovaných ploch daného druhu.[18]

Součinitel odtoku Ψ_i vyjadřuje propustnost daného materiálu hodnotami 0 až 1, kde 0 stanovuje materiál zcela propustný a 1 naopak materiál absolutně nepropustný. Součinitel odtoku pro jednotlivé povrchy uvádí norma ČSN 75 9010.[18]

Poté se vypočítá celkové množství odváděné srážkové vody. Pro tento výpočet je důležité znát redukované plochy a intenzitu směrodatného deště. V České republice se hodnota intenzity deště pohybuje mezi 110–140 l/s/ha. Tyto hodnoty vyjadřují množství dešťové vody pro danou lokalitu za jednotku času. Výpočet celkového množství odváděné srážkové vody se stanoví:

$$Q_{cel} = A_{red} * q_s \quad [l/s]$$

Q_{cel} celkové množství odváděné vody,

A_{red} celkový redukovaný půdorysný průmět odvodňovaných ploch,

q_s intenzita směrodatného deště [l/s/ha].[18]

CELKOVÉ MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉ VODY – STÁVAJÍCÍ STAV

Tabulka 1 – Odtokové poměry v řešeném území – stávající stav
(Zdroj: vlastní zpracování)

Placená parkovací plocha						
Druh povrchu	plocha [m ²]	součinitel odtoku Ψ	A_{red} [m ²]	A_{red} [ha]	q_s [l/s/ha]	Q [l/s]
Asfalt - parkoviště	638,5	0,8	510,8	0,0511	125	6,39
Asfalt - chodník	130,5	0,9	117,45	0,0117	125	1,47
Plochy zeleně	936,4	0,15	140,46	0,0140	125	1,76
CELKEM					Σ	9,61
Penny Market s okolím						
Druh povrchu	plocha [m ²]	součinitel odtoku Ψ	A_{red} [m ²]	A_{red} [ha]	q_s [l/s/ha]	Q [l/s]
Střecha	1379	1	1379	0,1379	125	17,24
Zámková dlažba - plochy pro pěší	227,8	0,6	136,68	0,0137	125	1,71
Zámková dlažba - parkovací stání	615,3	0,6	369,18	0,03692	125	4,61475
Asfalt - komunikace	631,5	0,8	505,2	0,0505	125	6,32
Plochy zeleně	454,2	0,1	45,42	0,0045	125	0,57
CELKEM					Σ	30,44
Autobusové nádraží						
Druh povrchu	plocha [m ²]	součinitel odtoku Ψ	A_{red} [m ²]	A_{red} [ha]	q_s [l/s/ha]	Q [l/s]
Střecha	360	1	360	0,0360	125	4,50
Střecha - zastávky	64	1	64	0,0064	125	0,80
Zámková dlažba - plochy pro pěší	2598	0,6	1558,8	0,1559	125	19,49
Asfalt - komunikace	4743	0,8	3794,4	0,3794	125	47,43
Plochy zeleně	1251,8	0,1	125,18	0,0125	125	1,56
CELKEM					Σ	73,78
ŘEŠENÁ LOKALITA CELKEM					Σ	113,832

CELKOVÉ MNOŽSTVÍ ODVÁDĚNÉ VODY – KONCEPČNÍ NÁVRH

Tabulka 2 - Odtokové poměry v řešeném území – koncepční návrh
(Zdroj: vlastní zpracování)

Placená parkovací plocha							
Druh povrchu	plocha [m ²]	součinitel odtoku Ψ	A_{red} [m ²]	A_{red} [ha]	q_s [l/s/ha]	Q [l/s]	
Zatrávněné parkoviště	638,5	0,3	191,55	0,0192	125	2,39	
Vsakovací dlažba - chodník	130,5	0,3	39,15	0,0039	125	0,49	
Plochy zeleně	936,4	0,15	140,46	0,0140	125	1,76	
CELKEM					Σ	4,64	
Penny Market s okolím							
Druh povrchu	plocha [m ²]	součinitel odtoku Ψ	A_{red} [m ²]	A_{red} [ha]	q_s [l/s/ha]	Q [l/s]	
Vegetační střecha	1379	0,5	689,5	0,0690	125	8,62	
Vsakovací dlažba - plochy pro pěší	227,8	0,3	68,34	0,0068	125	0,85	
Dlažba se širokými spárami - parkovací stání	615,3	0,3	184,59	0,01846	125	2,30738	
Asfalt - komunikace	631,5	0,8	505,2	0,0505	125	6,32	
Plochy zeleně	454,2	0,1	45,42	0,0045	125	0,57	
CELKEM					Σ	18,66	
Autobusové nádraží							
Druh povrchu	plocha [m ²]	součinitel odtoku Ψ	A_{red} [m ²]	A_{red} [ha]	q_s [l/s/ha]	Q [l/s]	
Vegetační střecha	360	0,5	180	0,0180	125	2,25	
Vegetační střecha - zastávky	64	0,6	38,4	0,0038	125	0,48	
Zámková dlažba - plochy pro pěší	2477	0,3	743,1	0,0743	125	9,29	
Asfalt - komunikace	4603	0,8	3682,4	0,3682	125	46,03	
Plochy zeleně	1460,4	0,1	146,04	0,0146	125	1,83	
CELKEM					Σ	59,87	
ŘEŠENÁ LOKALITA CELKEM						Σ	83,18

SROVNÁNÍ ODTOKOVÝCH POMĚRŮ

Při porovnání výsledků celkového množství odváděné vody v řešeném území vychází v koncepčním návrhu pokles o 26,9 %, což odpovídá 30,6 l/s. Nejvýraznější rozdíl je patrný u placeného parkoviště, protože došlo k významné změně druhu povrchu z asfaltu na zasakovací vegetační rošt. Naopak nejmenší procentuální rozdíl je vidět u autobusového nádraží. Důvod je ten, že je zde velká plocha asfaltových komunikací. S tím je v návrhu počítáno, a proto jsou v ploše autobusového nádraží zakresleny tři akumulční nádrže.

Tabulka 3 – Srovnání odtokových poměrů v řešeném území
(Zdroj: vlastní zpracování)

Placená parkovací plocha			
Stavající stav [l/s]	Koncepční návrh [l/s]	Rozdíl [l/s]	Procentuální rozdíl [%]
9,61	4,64	4,97	51,7
Penny Market s okolím			
Stavající stav [l/s]	Koncepční návrh [l/s]	Rozdíl [l/s]	Procentuální rozdíl [%]
30,44	18,66	11,78	38,7
Autobusové nádraží			
Stavající stav [l/s]	Koncepční návrh [l/s]	Rozdíl [l/s]	Procentuální rozdíl [%]
73,78	59,87	13,91	18,8
Řešená lokalita celkem			
Stavající stav [l/s]	Koncepční návrh [l/s]	Rozdíl [l/s]	Procentuální rozdíl [%]
113,83	83,18	30,66	26,9

12 ZÁVĚR

Začátek práce definuje legislativní rámec týkající se modrozelené infrastruktury a nakládání s dešťovou vodou.

Poté se zabývá změnou klimatu jako závažným problémem, který má významný dopad na naše životní prostředí, městské klima a zdraví obyvatel.

V dalším průběhu se práce věnovala jednotlivým udržitelným prostředkům, které při implementaci do veřejného prostoru dokážou zlepšit dané mikroklima. Nejefektivněji vyšla kombinace prvků modrozelené infrastruktury s dobrým hospodařením s dešťovou vodou, ale opomenout by se neměly ani propustné plochy s vhodně zvolenými materiály a barvami, které se ve veřejném prostoru používají.

Byly zmíněny konkrétní možnosti, jak mohou města a obce reagovat na rostoucí teploty a intenzitu dešťů a zlepšit tak kvalitu života svým obyvatelům. Jedná se o různé vsakovací zařízení, retencí vod a jejich pomalé vypouštění, akumulaci a využití vegetace v různých formách ať už jako zelené střechy a fasády nebo umístění do veřejného prostoru. Ke každému zmíněnému prvku byly uvedeny jeho kladné a záporné vlastnosti spolu se schématickým návrhem nebo praktickou ukázkou aplikace v urbanizovaném prostředí.

V praktické části se práce zaměřila konkrétně na město Valašské Meziříčí, které bylo autorem vybráno záměrně, protože ho dobře zná a je mu blízké. Byl tak vytvořen vlastní návrh na úpravu území okolo autobusového nádraží s využitím prvků modrozelené infrastruktury a lepším hospodařením s dešťovou vodou. Konkrétně hovoříme o zelených střechách, popínavých zelených fasádách, vsakovacím průlehu, zatravnění parkovací plochy, různých druhích zasakovacích dlažbách, zvětšení zelené zatravněné plochy a vysazení různé nízké i vysoké vegetace. Pomoci všech těchto

vyjmenovaných elementů dojde ke zlepšení daného mikroklima a snížení teploty. Na závěr praktické části byl proveden výpočet a porovnání odtokových poměrů srážkových vod v řešeném místě před úpravou a po úpravě, aby bylo možné demonstrovat pozitivní dopady navržených úprav a opatření. Při realizaci návrhu dojde k poklesu odtoku o 26,9 %. To bude mít pozitivní dopad nejen pro danou lokalitu v podobě zadržení více dešťové vody, ale také dojde k odlehčení stokové sítě a čistírny odpadních vod. I když ekonomický aspekt nebyl náplní práce, tak pokles odtokového množství vody pozitivně sníží ekonomické náklady na čištění srážkových vod a jejich následné vypouštění do recipientu. Lze tedy konstatovat, že úpravy prokazatelně snižují povrchový odtok i teplotu v daném území. Mimo to každý navržený prvek má pozitivní dopad na estetiku a dojem z místa. Práce bude poskytnuta zastupitelstvu města Valašské Meziříčí jako jeden z podkladů pro případnou realizaci.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A POJMŮ

ZKRATKY:

ČR – Česká republika

ČSN – česká technická norma

HDV – hospodaření s dešťovou vodou

HPV – hladina podzemní vody

INP – index nebezpečí požáru

MTO – městský tepelný ostrov

MZI – modrozelená infrastruktura

NSZ – nový stavební zákon

TNV – technická norma vodního hospodářství

POJMY:

Antropocén – je označení pro období ve kterém lidské činnosti ovlivňují zemský ekosystém.[4]

Biodiverzita – tím je myšlena rozmanitost živých systémů a organismů, každý druh jak rostlinný, tak živočišná má zde své místo a tvoří provázaný celek, pro udržení ekologické stability je zachování biologické rozmanitosti nezbytné [37]

Evapotranspirace – jedná se o proces vypařování vody z vegetace, rozlišujeme dva pojmy: transpirace (vypařovaná vody prošla rostlinou) a intercepce (vypařuje se zachycená voda na rostlině, např rosa, déšť) [4]

Kolmatace – jedná se o chemické, fyzikální a biologické procesy, které vedou ke snížení porozity a propustnosti povrchu [39]

Recipient = je vodní útvar, do kterého vyúsťují odpadní nebo dešťové vody, například vodní tok, nádrž nebo jezero [38]

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Zákon č. 283/2021 Sb. Stavební zákon*. In: . 2021.
- [2] TRNKA, M., Z. ŽALUD, P. HLAVINKA a L. a kol. BARTOŠOVÁ. ÚSTAV VÝZKUMU GLOBÁLNÍ ZMĚNY AV ČR V.V.I. *Klimatická Změna.cz: 1. kapitola – Klimatický systém Země* [online]. c2024 [cit. 2024-03-12]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/pruvodce-zmenou-klimatu/>
- [3] SCHÄTZING, Frank. *Zachraňme naši planetu!: globální krize klimatu*. Praha: Euromedia Group, 2022. Universum (Euromedia Group). ISBN 978-80-242-7819-3.
- [4] MAREK, Michal V. *Klimatická změna – příčiny, dopady a adaptace*. Praha: Academia, 2022. ISBN 978-80-200-3362-8.
- [5] PONDĚLÍČEK, Michael, Vladislav BÍZEK, Adam EMMER, et al. *Adaptace na změny klimatu* [online]. Hradec Králové: Civitas per populi, 2016 [cit. 2024-02-25]. ISBN 978-80-87756-09-6. Dostupné z: https://www.adaptacesidel.cz/data/upload/2016/09/Adaptace_kniha_ISBN-978-80-87756-09-6.pdf
- [6] THUNBERG, Greta. *Kniha o klimatu*. Praha: Euromedia Group, 2022. Universum (Euromedia Group). ISBN 978-80-242-8226-8.
- [7] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Teplota a srážky na území ČR za rok 2023* [online]. 2024, 1-3 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2024/Teplota_a_srazky_na_uzemi_CR_za_rok_2023.pdf
- [8] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Územní teploty* [online]. [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty#>
- [9] URBAN, Aleš, Pavel ZAHRADNÍČEK, Petr ZACHAROV, Miroslav TRNKA a Libor ELLEDER. Jak souvisí extrémní počasí v Česku s klimatickou změnou? *Fakta o klimatu* [online]. 2022, 2022 [cit. 2024-04-12].

Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/vliv-klimatu-na-extremy-cesko#po%C5%BE%C3%A1ry>

- [10] MOŽNÝ, Martin, Lenka HÁJKOVÁ, Vojtěch VLACH a Veronika OUŠKOVÁ. *66 Sborník prací Českého hydrometeorologického ústavu*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2022. ISBN 978-80-7653-051-5. ISSN 0232-0401.
- [11] ÚSTAV VÝZKUMU GLOBÁLNÍ ZMĚNY AV ČR V.V.I. Dopady změny klimatu v ČR – Městské prostředí. *Klimatická Změna.cz* [online]. c2024 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/dopady-zmeny-klimatu-v-cr-mestske-postredi/>
- [12] MACEKOVÁ, Magdalena. *Příjemné a odolné město: možnosti snižování tepelného ostrova města pomocí přírodě blízkých řešení*. Brno: Nadace Partnerství, 2022. ISBN 978-80-87897-09-6.
- [13] VÍDENOVÁ, Kateřina. *O stromech v ulicích*. Praha: Arnika - Centrum pro podporu občanů, 2022. ISBN 978-80-87651-76-6.
- [14] EUROPEAN SPACE AGENCY [ESA]. City heat extremes. *European Space Agency* [online]. 2022, 2022-07-6 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/City_heat_extremes
- [15] CÉZA, V., E. ČERMÁKOVÁ, T. KOCHOVÁ, J. MERTL, J. POKORNÝ, J. PŘECH, M. ROLLEROVÁ a V. VLČKOVÁ. Hodnocení zranitelnosti České republiky ve vztahu ke změně klimatu k roku 2017. *CENIA, česká informační agentura životního prostředí* [online]. Praha, 2019, 49 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: <https://www.cenia.cz/wp-content/uploads/2020/03/Hodnocen%C3%AD-zranitelnosti-CR-vuci-ZK-2017.pdf>
- [16] ZAMOŮŘIL, Jakub. *Očekávané dopady změny klimatu v ČR: Shrnutí dopadové studie vypracované ČHMÚ* [online]. 1.1.n. l., 13 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: <https://www.klimazaloba.cz/wp-content/uploads/2021/03/Ocekavane-dopady-zmeny-klimatu-v-CR.pdf#page38>

- [17] *Dešťovka: jak zadržovat dešťovou vodu a využívat ji na zahradě a v domácnosti*. Brno: Permakultura (CS), 2021. Klíč k soběstačnosti. ISBN 978-80-907955-2-5.
- [18] TEICHMANN, Marek, Natálie SZELIGOVÁ, Michal FALTEJSEK, Stanislav ENDEL a František KUDA. *Hospodaření se srážkovou vodou v urbanizovaném území sídel Moravskoslezského kraje*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2023. ISBN 978-80-248-4704-7.
- [19] MACHÁČ, Jan a Marek HEKRLE. *Modrozelená města: příklady adaptačních opatření v ČR a jejich ekonomické hodnocení*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem (UJEP), 2023. ISBN 978-80-7561-405-6.
- [20] ZAPLETAL, Miloš, Vít KAŠPAR, Pavel SAMEC, et al. *Zelená infrastruktura a její vliv na kvalitu ovzduší: metodika výsadby zeleně v urbánním prostředí s ohledem na záchyt polutantů*. Ostrava: Statutární město Ostrava, Odbor strategického rozvoje, 2021. ISBN 978-80-88399-03-2.
- [21] STREJČKOVÁ, Klára, Veronika DOLEŽALOVÁ, David MIKULÁŠEK, et al. *Principy tvorby veřejných prostranství*. V Brně: Kancelář architekta města Brna, 2019. ISBN 978-80-270-6463-2.
- [22] LAMPARTOVÁ, Ivana. *Význam úprav vodních toků v urbanizovaném území pro rozvoj rekreace v regionech*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2016. ISBN 978-80-7509-463-6.
- [23] VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. *Hospodaření s dešťovou vodou v ČR*. Praha: 01/71 ZO ČSOP Koniklec, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.
- [24] SAMEK, Ondřej. Hospodaření s dešťovou vodou podle zákona. *TZB-info* [online]. 2013 [cit. 2023-11-12]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/10517-hospodareni-s-destovou-vodou-podle-zakona-jak-se-dotyka-stavebniku-v-praxi>
- [25] NEHASIL, Ondřej. Hospodaření s dešťovou vodou v obcích (1), (2), (3). *Počítáme s vodou* [online]. 2021 [cit. 2023-11-13]. Dostupné z:

<https://www.pocitamesvodou.cz/hospodareni-s-destovou-vodou-v-obcich-3/>

- [26] SÝKOROVÁ, Martina, Pavel TOMÁNEK, Lýdia ŠUŠLÍKOVÁ, Nicol STAŇKOVÁ, Markéta HABALOVÁ, Martin ČTVERÁK, Jan MACHÁČ a Marek HEKRLE. *Voda ve městě: metodika pro hospodaření s dešťovou vodou ve vazbě na zelenou infrastrukturu*. V Praze: České vysoké učení technické (ČVUT) ve spolupráci s Univerzitou Jana Evangelisty Purkyně (UJEP), 2021, 204 s. ISBN 978-80-01-06817-5.
- [27] ZPRACOVATELSKÁ SKUPINA. *Studie hospodaření se srážkovými vodami v urbanizovaných územích* [Pdf.]. ASOCIACE PRO VODU ČR, Z.S. (CZWA), 2019.
- [28] NADACE PARTNERSTVÍ. *Vzdělávací centrum Otevřená zahrada* [online]. c2024 [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: https://www.otevrenazahrada.cz/Pronajmy?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIm7qSzty8hQMVMKiDBx0I9ArxEAAAYASAAEgI-I_D_BwE
- [29] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ: ING. DANA BEDŘICHOVÁ. *Vsakovací zařízení srážkových vod*. Praha, 2012.
- [30] ČVUT PRAHA, ING. DAVID STRÁNSKÝ, PHD., DR. ING. IVANA KABELKOVÁ, ING. VOJTĚCH BAREŠ, PHD.; SWECO HYDROPROJEKT A.S., PRAHA, ING. LENKA FREMROVÁ. *Hospodaření se srážkovými vodami*. Praha, 2013.
- [31] SAMEK, Ondřej. Motivace k hospodaření s dešťovou vodou. *TZB-info* [online]. 2013 [cit. 2023-11-06]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/9961-motivace-k-hospodareni-s-destovou-vodou>
- [32] FLOOD TACTICS: WATER SQUARE IN ROTTERDAM BY DE URBANISTEN. *Uncube magazine* [online]. 2014, 2014-06-05 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: <https://www.uncubemagazine.com/blog/13323459>
- [33] SLAVÍK, Jakub. Zelené střechy: typy, přínosy a zvýšená podpora z programu Nová zelená úsporám. *Smartcityvpraxi.cz* [online]. 2020, 1

- [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: https://www.smartcityvpraxi.cz/rozhovory_komentare_120.php
- [34] O městě. *Valašské meziříčí: oficiální web města* [online]. [cit. 2024-04-27]. Dostupné z: <https://www.valasskemezirici.cz/o-meste/ds-1002>
- [35] STÁTNÍ SPRÁVA ZEMĚMĚŘICTVÍ A KATASTRU. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. c2023 [cit. 2024-05-02]. Dostupné z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- [36] BEST DRENO. *BEST, a.s.* [online]. C1990-2024 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.best.cz/files/documents/24/brozura-dlazba-se-strukturou-dreno1164.pdf>
- [37] Co je to biodiverzita a proč je třeba ji chránit? *Arnika* [online]. 2016, 2016-09-27, 2016-12-25 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://arnika.org/o-nas/faq/biodiverzita-a-ochrana-prirody/co-je-to-biodiverzita-a-proc-je-treba-ji-chranit>
- [38] *Aquaform CZ s.r.o.* [online]. c2024 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: <https://www.aquaform.cz/slovník.php>
- [39] *Kolmatace umělých mokřadů* [online]. 2017 [cit. 2024-05-16]. Dostupné z: Online. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2017/10/5753-VTEI-Kolmatace-umelych-mokradu.pdf>. [cit. 2024-05-17].
- [40] ČERNÁ, Jana. Proč zpevnit plochy na zahradě. *ČESKÉ STAVBY.cz* [online]. [cit. 2024-05-17]. ISSN 1801-156X. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/proc-zpevnit-plochy-na-zahrade-21229.html>
- [41] Bratčice – Na Bahně. In: *Wikimedia Commons* [online]. 2023, 2023-12-18 [cit. 2024-04-12]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brat%C4%8Dice_%E2%80%93_Na_Bahn%C4%9B_2.jpg
- [42] HLAVICA, Martin. Místo rozpáleného betonu habrové listy. Německo dává městské architektuře zelenou. *Arch SPACE* [online]. 2020 [cit.

2024-04-12]. Dostupné z: <https://www.archspace.cz/zelena-fasada-nemecko>

- [43] Zaskovací rošty, zatravnovací dlažba pro zpevněné propustné povrchy AS-TTE ROŠT. *ASIO čištění a úprava vod* [online]. c2023-2024 [cit. 2024-05-08]. Dostupné z: https://www.asio.cz/download/_/materialy-as-tte-rost/pip_as-tte_rosty_2023_01_20-pdf.pdf

DALŠÍ POUŽITÉ PODKLADY A PROGRAMY:

Mapy byly vytvořeny v programu QGIS Desktop 3.28.3 s použitými podklady:

Použité prohlížečské služby: WMS ortofoto mapa, ZTM5; Zdroj: (WMS Geoportál ČÚZK [online]. [cit. 2024-03-05] Dostupné z: <https://geoportal.cuzk.cz>)

Použitý plugin: RUIAN, GeoCoding

Výkresy a řezy návrhu vytvořeny pomocí programu: AutoCAD

Výpočty v návrhové části vytvořeny pomocí programu: Microsoft Excel

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Schéma městského tepelného ostrova (Zdroj: [12])	25
Obr. 2 - Průběh teplot v tropickém dnu a v tropické noci (Zdroj: [12])	26
Obr. 3 - Snímek teplot povrchů v Praze ze dne 18. 6. 2022 (Zdroj: [14]).....	27
Obr. 4 - Přínosy modrozelené infrastruktury (Zdroj: vlastní zpracování).....	31
Obr. 5 – Přiblížení uličního prostoru k přirozenému prostředí, Křižná, Valašské Meziříčí (Zdroj: vlastní zpracování).....	36
Obr. 6 – Uliční prostor s malou možností vsakování, Svěrákova, Valašské Meziříčí (Zdroj: vlastní zpracování).....	36
Obr. 7 - Štěrkový chodník na sídlišti, Valašské Meziříčí (Zdroj: archiv autora)	37
Obr. 8 - Propustná parkovací místa, Valašské Meziříčí (Zdroj: archiv autora)	37
Obr. 9 - Parkoviště u Lidlu, Rakousko (Zdroj: [18])	37
Obr. 10 - Zatravněné kamenné kostky (Zdroj: [37])	37
Obr. 11 - Schéma plošného vsakování (Zdroj: vlastní zpracování)	42
Obr. 12 - Schéma vsakovacího průlehu (Zdroj: vlastní zpracování).....	43
Obr. 13 – Schéma vsakovací rýhy (Zdroj: vlastní zpracování).....	44
Obr. 14 - Schéma vsakovací nádrže (Zdroj: vlastní zpracování).....	45
Obr. 15 - Schéma podzemní vsakovací šachty (Zdroj: vlastní zpracování)....	47
Obr. 16 - Retenční nádrž se stálou hladinou, Bratčice, Brno – venkov (Zdroj:[38]).....	48
Obr. 17 - Water Square za sucha, Rotterdam, Nizozemsko (Zdroj: [32]).....	49
Obr. 18 - Water Square aktivně využitě, Rotterdam, Nizozemsko (Zdroj:[32])	50
Obr. 19 - Water Square zatopené, Rotterdam, Nizozemsko (Zdroj: [32])	50
Obr. 20 - Schéma podzemní akumulární nádrže (Zdroj: vlastní zpracování)	51
Obr. 21 - Trávník podél chodníku – infiltrace (Zdroj: archiv autora).....	52

Obr. 22 - Přirozené vsakování – Zámecký park Kinských, Valašské Meziříčí (Zdroj: archív autora).....	52
Obr. 23 - Stromová alej proložena keři, Křižná, Valašské meziříčí (Zdroj: archív autora).....	53
Obr. 24 - Zelená střecha, Main Point Pankrác, Praha (Zdroj: archív autora)	55
Obr. 25 - Zelená fasáda, sídlo ombudsmana, Brno (Zdroj: archív autora)....	56
Obr. 26 - Zelená fasáda, administrativní budova, Düsseldorf, Německo (Zdroj: [39])	56
Obr. 27 – Poloha Valašského Meziříčí (Zdroj: vlastní zpracování).....	58
Obr. 28 – Hranice problémové řešené plochy (Zdroj: vlastní zpracování)	59
Obr. 29 – Řešená plocha ve vztahu k městu (Zdroj: vlastní zpracování).....	59
Obr. 30 – Rozdělení řešené plochy na části (Zdroj: vlastní zpracování)	60
Obr. 31 – Katastrální mapa placené parkovací plochy (Zdroj: [35]).....	61
Obr. 32 – Placená parkovací plocha podvečer (Zdroj: archív autora).....	62
Obr. 33 – Placená parkovací plocha s okolím (Zdroj: archív autora)	62
Obr. 34 – Placená parkovací plocha (Zdroj: archív autora).....	62
Obr. 35 - Katastrální mapa Penny Marketu s parkovištěm (Zdroj: [35]).....	63
Obr. 36 – Penny Market	64
Obr. 37 – Penny Market s parkovací plochou (Zdroj: archív autora)	64
Obr. 38 – Pohled na Penny market z autobusového nádraží (Zdroj: archív autora)	64
Obr. 39 - Katastrální mapa autobusového nádraží (Zdroj: [35])	65
Obr. 40 - Aut. nádraží 1 (Zdroj: archív autora)	66
Obr. 41 – Aut. nádraží 2 (Zdroj: archív autora)	66
Obr. 42 – Celkový pohled na autobusové nádraží (Zdroj: archív autora).....	66
Obr. 43 – Obratiště pro autobusovou dopravu (Zdroj: archív autora).....	67
Obr. 44 – Mobiliář – lavička s reklamní plochou	67
Obr. 45 – Dělicí pás zeleně (Zdroj: archív autora).....	67

Obr. 46 – Zastávka s plechovou střechou (Zdroj: archív autora)	67
Obr. 47 – Současná podoba řešeného území (Zdroj: vlastní zpracování).....	71
Obr. 48 – Koncepční návrh úpravy řešeného území (Zdroj: vlastní zpracování)	72
Obr. 49 – Půdorysný návrh placené parkovací plochy (Zdroj: vlastní zpracování).....	73
Obr. 50 – Řez 1 + detail skladby S1 s popisem (Zdroj: vlastní zpracování)....	74
Obr. 51 – Půdorysný návrh Penny Marketu a jeho okolí (Zdroj: vlastní zpracování).....	76
Obr. 52 – Řez 2 + detaily skladeb S2 a S3 (Zdroj: vlastní zpracování)	77
Obr. 53 – Půdorysný návrh autobusového nádraží (Zdroj: vlastní zpracování)	80
Obr. 54 – Řez 3 + detail autobusové zastávky (Zdroj: vlastní zpracování).....	81

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 – Odtokové poměry v řešeném území – stávající stav (Zdroj: vlastní zpracování)	83
Tabulka 2 - Odtokové poměry v řešeném území – koncepční návrh (Zdroj: vlastní zpracování).....	84
Tabulka 3 – Srovnání odtokových poměrů v řešeném území (Zdroj: vlastní zpracování).....	85

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf 1 - Průměrná roční teplota vzduchu na území ČR v porovnání s normálem. Modrá lineární přímka spojuje roky 1961–2023. Zvýrazněny jsou roky s průměrnou teplotou nad 9,0 °C (Zdroj: [7]).....	20
Graf 2 - Průměrná roční teplota vzduchu na území ČR v roce 2023 v porovnání s dlouhodobým normálem (Zdroj: data [8], vlastní zpracování).....	21
Graf 3 - Teploty vybraných materiálů 09. července (Zdroj: data [28], vlastní zpracování)	39
Graf 4 - Teplota vybraných materiálů 21. srpna (Zdroj: data [28], vlastní zpracování)	39
Graf 5 - Porovnání teplot materiálů se zelenými střechami 09. července	40
Graf 6 - Porovnání teplot materiálů se zelenými střechami 21. srpna.....	40