

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
ARCHITEKTURY**



**ZÁVĚREČNÁ
BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2024

MATYLDA HAVELKOVÁ



Bakalářská práce

Hra světla a vody

The game of light and water

Autor: Matylda Havelková

Studijní program: (B) Bakalářský
Studijní obor: (B212) Design

Vedoucí: prof. ak. soch. Marian Karel

Praha, červen 2024

© Matylda Havelková

České vysoké učení technické v Praze, 2024

Klíčová slova: světlo, město, mikroklima, dešťová voda, klimatická změna, obyvatelé, tepelné ostrovy, vlny veder, sponge city, rain garden, instalace, veřejný prostor

Key words: light, city, microclimate, rain water, climate change, residents, heat islands, heat waves, sponge city, rain garden, installation, public space

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

Autor: MATYLDA HAVELKOVÁ

Akademický rok / semestr: 2024/ LS

Ústav číslo / název: 15150/ ÚSTAV DESIGNU

Téma bakalářské práce - český název:

Hra světla a vody

Téma bakalářské práce - anglický název:

The game of light and water

Jazyk práce: ČESKÝ

Vedoucí práce:	prof. ak. soch. Marian Karel
Oponent práce:	MgA. Jaroslav Prokeš, Ph.D.
Klíčová slova (česká):	Světlo, město, mikroklima, dešťová voda, klimatická změna, obyvatelé, tepelné ostrovy, vlny veder, sponge city, rain garden, instalace, veřejný prostor
Anotace (česká):	Bakalářská práce s názvem Hra světla a vody se zaměřuje na studium vlivu urbanizace na mikroklima ve městě. Analyzuje, jak městská infrastruktura a zástavba ovlivňují vznik tepelných ostrovů a dalších negativních jevů spojených se zvýšenou teplotou ve městském prostředí. Na základě této analýzy navrhuje opatření a strategie pro mitigaci vlivu tepelných ostrovů a zlepšení kvality životního prostředí ve městech. Výstup je formou zajímavé zelené instalace, kde je kladen důraz na hru světla a vody.
Anotace (anglická):	The bachelor thesis titled The game of light and water focuses on studying the impact of urbanisation on the microclimate in cities. It analysis how urban infrastructure and construction influence the formation of heat islands and other negative phenomena associated with increase temperatures in urban environments. Based on this analysis, it proposes measures and strategies to mitigate the impact of heat islands and improve the quality of the environment in cities. The outcome takes the form of an intriguing green installation, emphasizing the interplay of light and water.

Prohlášení autora

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

V Praze dne 23.5.2024

Podpis autora bakalářské práce



FAKULTA
ARCHITEKTURY
ČVUT V PRAZE

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

Zadání bakalářské práce

jméno a příjmení: MATYLDĀ HAVELKOVĀ

datum narození: 20.7.2001

akademický rok / semestr: 2024 / LS

studijní program: DESIGN

ústav: ÚSTAV DESIGNU

vedoucí bakalářské práce: prof. at. soch. MARIAN KAREL

téma bakalářské práce: SVĚTLO

viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

řešení kypelných osbrouů ve městě pomocí modro-zelené infrastruktury.

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítka zpracování

- model ve zmenšeném měřítku.
- spojení technické a estetické stránky
- hra světla a vody

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

20.4.2024

Datum a podpis studenta

Datum a podpis vedoucího BP

20.4.2024

registrováno studijním oddělením dne

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří především vedoucím ateliéru, prof. ak. soch. Marianu Karlovi a doc. MgA. Josefu Šafaříkovi, Ph.D., za jejich vedení mé bakalářské práce a jejich podporu. Rovněž bych chtěla poděkovat MgA. Janu Karhanovi za užitečné rady a krátké konzultace ohledně mého projektu.

Dále děkuji MgA. Jaroslavu Prokešovi, Ph.D., za oponenturu.

Na závěr patří má vděčnost mé věrné kamarádce Persephoně, která mě provázela a podporovala po celou tuto náročnou cestu a vždy nadšeně korektovala mé psané slovo.

ANOTACE

Bakalářská práce s názvem Hra světla a vody se zaměřuje na studium vlivu urbanizace na mikroklima ve městě. Analyzuje, jak městská infrastruktura a zástavba ovlivňují vznik tepelných ostrovů a dalších negativních jevů spojených se zvýšenou teplotou ve městském prostředí. Na základě této analýzy navrhuje opatření a strategie pro mitigaci vlivu tepelných ostrovů a zlepšení kvality životního prostředí ve městech. Výstup je formou zajímavé zelené instalace ve veřejném prostoru, kde je kladen důraz na hru světla a vody.

ANNOTATION

The bachelor thesis titled The game of light and water focuses on studying the impact of urbanisation on the microclimate in cities. It analysis how urban infrastructure and construction influence the formation of heat islands and other negative phenomena associated with increased temperatures in urban environments. Based on this analysis, it proposes measures and strategies to mitigate the impact of heat islands and improve the quality of the environment in cities. The outcome takes the form of an intriguing green installation in public space, emphasizing the interplay of light and water.

OBSAH

1. ÚVOD	8
1.1 Hlavní otázky a cíle projektu:	8
1.2 Navrhovaná metodika práce:	8
1.3 Předmět výzkumu	9
1.4 Hrubý harmonogram projektu:	9
1.5 Osobní motivace a přístup:	9
2. ANALYTICKÁ ČÁST	10
2.1 Historie hospodaření s vodou	10
2.2 Moderní přístup k hospodaření s vodou	11
2.3 Problémy současných měst.....	11
2.3.1 Aktuální řešení ve městech: kanalizace	11
2.4 Význam zelených ploch a udržitelných systémů	12
2.5 Systémy SuDS.....	13
2.6 Sponge City	13
2.6.1 Sponge City: Implementace	14
2.6.2 Hlavní prvky Sponge city zahrnují:	14
2.7 Typologie a existující řešení.....	14
2.7.1 Práce architekta Kongjian Yu.....	15
2.8 Rain gardens	16
2.9 Tepelné ostrovy.....	17
2.10 Ergonomie a uživatelská přívětivost	17
2.11 Participace a zapojení komunity	18
3. VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE	18
3.1 Formulace vize.....	19
4. PROCES NAVRHOVÁNÍ	20
4.1 Umístění	20
4.2 Povrch.....	20
4.3 Retenční metody.....	21
4.3.1 Faktory ovlivňující plánování retenčních opatření.....	21
4.3.2 Retenční a záchytné nádrže (Detention tanks).....	21

4.4 Zeleň	22
4.4.1 Návrh zeleně Rain garden pro Prahu	23
4.5 Zastínění/Zastřešení objektu	24
4.6 Hra světla.....	24
5. PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ	24
5.1 Původní návrh	24
5.2 Implementace myšlenky do městské krajiny	25
6. VÝSLEDNÝ NÁVRH	28
6.1 Inspirace ze světa umění	28
6.1.1 Tomás Saraceno: On Space Time Foam	28
6.1.2 Plastique Fantastique: Transformative Spatial Installations.....	29
6.1.3 Kristoffer Tejlgaard: Pavilon Droplet.....	30
6.2 Materiálové řešení	31
6.2.1 Teorie: Membránová a textilní architektura	31
6.2.2 Potřebné vlastnosti materiálu	31
6.3 Světlo jako důležitý prvek.....	31
6.4 Rešerše existujících materiálů.....	32
7. TECHNICKÁ DOKUMENTACE	33
8. ZÁVĚR A REFLEXE	34
8.1 Zhodnocení celého procesu návrhu a finálního výsledku.....	34
8.2 Potenciální pokračování projektu „kdybych měla ještě jeden semestr“	34
9. ZDROJE	36
9.1 Literatura.....	36
9.2 Internetové zdroje	36
9.3 Seznam obrazových příloh	39

1. ÚVOD

Problematika hospodaření s dešťovou vodou ve městě se stává čím dál tím aktuálnější s ohledem na rostoucí urbanizaci a změny klimatu. Betonová města, která špatně hospodaří s přírodními zdroji a nedokáží efektivně reagovat na přírodní vlivy jako jsou povodně, vlny veder či sucha, se musí vypořádat s mnoha environmentálními a sociálními výzvami. Tento projekt se zaměřuje na analýzu a návrh inovativních řešení pro efektivní hospodaření s dešťovou vodou, s cílem vytvořit udržitelné, příjemné a funkční městské prostředí.

1.1 Hlavní otázky a cíle projektu:

Hlavní otázkou, kterou se projekt zabývá, je: Jak můžeme efektivně využít dešťovou vodu k prospěchu našeho života ve městech a vytvořit příjemné prostředí ulic, které budou obyvatelé moci využívat po celý rok? Tato otázka je rozvedena do několika klíčových cílů:

1. Zadržení dešťové vody: Navrhnout systémy, které umožní efektivní zadržování dešťové vody přímo v místě dopadu, což pomůže předcházet rychlému odtoku vody do kanalizace a následně do čistíren odpadních vod a řek.
2. Využití dešťové vody: Implementovat metody, které umožní použití dešťové vody k zavlažování městských parků, stromů a zeleně, což přispěje k úspoře pitné vody a vytvoření příjemnějšího městského mikroklimatu.
3. Ochrana proti povodním: Vyvinout řešení, která sníží riziko povodní a zamezí zvýšení hladiny vody v ulicích během intenzivních dešťů a menších záplav.
4. Poskytnutí stínu a ochlazení: Vytvořit městské prostory, které poskytují stín a přirozené ochlazení během horkých letních dnů, čímž se sníží tepelný ostrovní efekt měst.
5. Umělecká instalace: Integrace estetických a uměleckých prvků, které obohatí městské prostředí a zapojí obyvatele do interakce s vodou a světlem, což zvýší atraktivitu veřejných prostor.

1.2 Navrhovaná metodika práce:

1. Literární rešerše: Prvním krokem bude důkladné prostudování odborné literatury týkající se konceptů *Sponge City* (město jako houba), *Sustainable Drainage Systems* (SuDS), *Water in architecture*, atd.. Tato rešerše poskytne teoretický základ pro pochopení efektivního hospodaření s dešťovou vodou a umožní identifikovat nejlepší praktiky a inovační řešení.
2. Analýza existujících systémů: následovat bude zkoumání současných příkladů a aplikace *SuDS* a měst fungujících na principu *Sponge City*, s důrazem na jejich úspěchy a výzvy. Tato analýza pomůže identifikovat klíčové faktory úspěchu a možná úskalí.

3. Návrh systému: Na základě získaných poznatků bude vypracován konkrétní návrh systému pro zadržení a využití dešťové vody ve městě. Tento návrh zahrne technické, designové a environmentální aspekty, a bude přizpůsoben specifickým podmínkám daného města.
4. Zkoumání vlivu zeleně na městské prostředí: zjistím, jak městská zeleň ovlivňuje klima a psychiku obyvatel.
5. Design a zapojení veřejnosti: Vytvořím esteticky přitažlivé a funkční prvky, které zapojí obyvatele do interakce s vodou a světlem. Tento aspekt projektu bude zaměřen na zvýšení atraktivity městského prostředí a podporu aktivního využívání veřejných prostor a přírodních zdrojů.

1.3 Předmět výzkumu

Předmětem výzkumu je analýza a návrh systémů pro efektivní hospodaření s dešťovou vodou ve městě, které zohledňují technické, environmentální a sociální aspekty. Důraz je kladen na využití dešťové vody k zavlažování zeleně, ochlazení městského prostředí a prevenci povodní. Výzkum se také zabývá integrací uměleckých prvků, které zvýší atraktivitu městského prostředí a podpoří interakci obyvatel s veřejným prostorem.

1.4 Hrubý harmonogram projektu:

1. Literární rešerše a analýza existujících systémů. Shromažďování a vyhodnocování relevantních informací a dat.
2. Vývoj návrhu systémů a konzultace/inspirace s odborníky v oblasti urbanismu, environmentálního inženýrství a krajinářské architektury.
3. Zpracování návrhu s důrazem na technické a designové aspekty. Příprava podkladů pro testování a simulace.
4. Testování a simulace navržených řešení. Hodnocení výsledků a úprava návrhu na základě získaných poznatků.
5. Finalizace návrhu, příprava a sepsání bakalářské práce, příprava na obhajobu projektu.

1.5 Osobní motivace a přístup:

Moje motivace pro tento projekt vychází z hlubokého zájmu o udržitelný rozvoj měst a zlepšení kvality života jejich obyvatel. Věřím, že správné využití dešťové vody může významně přispět k řešení mnoha problémů, kterým současná města čelí. Inspirací mi jsou úspěšné příklady měst, která dokázala integrovat přírodní prvky do svých urbanistických plánů a tím vytvořila prostředí, které je nejen funkční, ale i esteticky přitažlivé a zdravé pro své obyvatele. Mým cílem je navrhnout řešení, která budou nejen technicky a environmentálně efektivní, ale také vizuálně atraktivní a inspirující pro obyvatele měst. Tento projekt pro mě představuje příležitost spojit technické znalosti s kreativním přístupem k urbanismu a designu. Přispět tak k vytváření udržitelnějších a příjemnějších městských prostředí.

2. ANALYTICKÁ ČÁST

2.1 Historie hospodaření s vodou

Historie architektury spojené s vodou sahá až do starověku. Například ve Starověkém Římě se používaly viadukty, které přiváděly čerstvou vodu do měst z velkých vzdáleností.¹ Řím dodnes těží z těchto starověkých systémů, což dokládají pítka s pitnou vodou téměř na každém rohu v centru města. Díky vodním spádům přiváděným viadukty byly navrhovány i fontány a římské lázně, které sloužily nejen pro hygienu, ale také jako místa politických a soukromých setkání.

Dalším příkladem je Indie z 8. a 9. století, kde byly stavěny hluboké studny *Stepwells*, až k pramenům vody nebo systémy pro sběr dešťové vody.² Tyto struktury zajišťovaly dostatek pitné vody i v oblastech sužovaných suchem.³ V současné době se Indie snaží tyto objekty opravovat, protože tradiční vodovodní systémy již nejsou schopny pokrýt potřeby obyvatelstva vzhledem k velkému suchu a nedostatku vody.⁴ Tyto historické příklady ukazují, jak důležité je navazovat na osvědčené metody hospodaření s vodou a přizpůsobit je moderním podmínkám.



Obr. 01: Chand Bawri Stepwell

¹ autor neuveden. Water and the Development of Ancient Rome. In: Engineering Rome. <https://engineeringrome.org/water-and-the-development-of-ancient-rome/>. [cit. 16.5.2024.]

² FEZA Tabassum Azmi. The ancient stepwells helping to curb India's water crisis. In: BBC. 13. 10. 2021. Dostupné z: <https://www.bbc.com/future/article/20211012-the-ancient-stepwells-helping-to-curb-indias-water-crisis>. [cit. 16.5.2024.]

³ A.MRIDUL. Contemporizing Traditional Water Architecture of India. In: Magzter. Říjen 2017. Dostupné z: <https://www.magzter.com/stories/Art/Indian-Architect-Builder/Contemporizing-Traditional-Water-Architecture-of-India>. [cit. 16.5.2024.]

⁴ FEZA Tabassum Azmi. The ancient stepwells helping to curb India's water crisis. In: BBC. 13. 10. 2021. Dostupné z: <https://www.bbc.com/future/article/20211012-the-ancient-stepwells-helping-to-curb-indias-water-crisis>. [cit. 16.5.2024.]

2.2 Moderní přístup k hospodaření s vodou

V moderních městech často ničíme původní zdroje vody a nahrazujeme je novodobými systémy. Postupně však zjišťujeme, že staré techniky využívání přírodních zdrojů jsou i dnes velmi důležité, možná ještě více než dříve. Planeta Země trpí klimatickou krizí. Globální oteplování a snižování vodních zdrojů jsou naléhavými problémy.⁵ Zároveň stoupá hladina moří a betonová města se jen těžko vyrovnávají s povodněmi, monzuny a silnými bouřkami. Je čas se inspirovat starými technikami zadržování dešťové vody a hledat nové způsoby jejich aplikace.

Voda je pro člověka životně důležitá, ale zároveň představuje velkou přírodní hrozbu v různých podobách. Správné hospodaření s dešťovou vodou nám může pomoci vyrovnat se s těmito překážkami a zároveň z toho co nejvíce profitovat. Současný přístup k urbanismu a stavebnictví se musí změnit, aby reflektoval nové klimatické podmínky a potřebu udržitelnosti.

2.3 Problémy současných měst

Hlavním problémem dnešních měst je zaostalost urbanismu vůči aktuálním klimatickým problémům. Budovy a celé čtvrti se často stavějí jako by žádný přírodní problém neexistoval, což vede k nedostatečné přípravě na povodně a extrémní počasí. Města byla vybudována pro klima, které zde panovalo před 100 a více lety, což je již neudržitelné.⁶

2.3.1 Aktuální řešení ve městech: kanalizace

Betonové čtvrti nejsou schopny absorbovat dešťovou vodu, která na ně dopadá, což pětinásobně zvyšuje její odtok a snižuje retenci vody během 24 hodin o 40%. Dešťová voda je nejčastěji odváděna kanalizací co nejrychleji pryč do řek a následně do moří. Tento rychlý odtok vody z měst skrz vybetonovaná koryta řek zvyšuje riziko povodní.⁷ Betonová města se také stávají horkými ostrovy v krajině, kde nedostatek vsáknuté vody znamená nedostatek odpařování, což vede k přehřívání městské krajiny. Například pro města v České republice jsou největší hrozbou povodně, které v posledních dvou dekáдах způsobily škody přesahující 3 % HDP a vyžádaly si 115 obětí. Sucha a vlny horka, i když nezpůsobují velké materiální škody, negativně ovlivňují zdraví obyvatel a mohou být fatální.⁸

⁵ PELSMAKERS, Sofie a NEWMAN, Nick. Editor's note. In: Everything needs to change. Londýn: Riba, s. 9-13. ISBN 978-1-85946-965-1.

⁶ SIMON, Matt. The Designer Who's Trying to Transform Your City Into a Sponge. Online. Wired. 2024. Dostupné z: <https://www.wired.com/story/the-designer-whos-trying-to-transform-your-city-into-a-sponge/>. [cit. 2024-05-19].

⁷ BARKER, Robert a COUTTS, Richard. Urbanisation > human impacts on water. In: Aquatecture. Newcastle upon Tyne: Riba, 2016, s. 20-21. ISBN 978-1-85946-531-8.

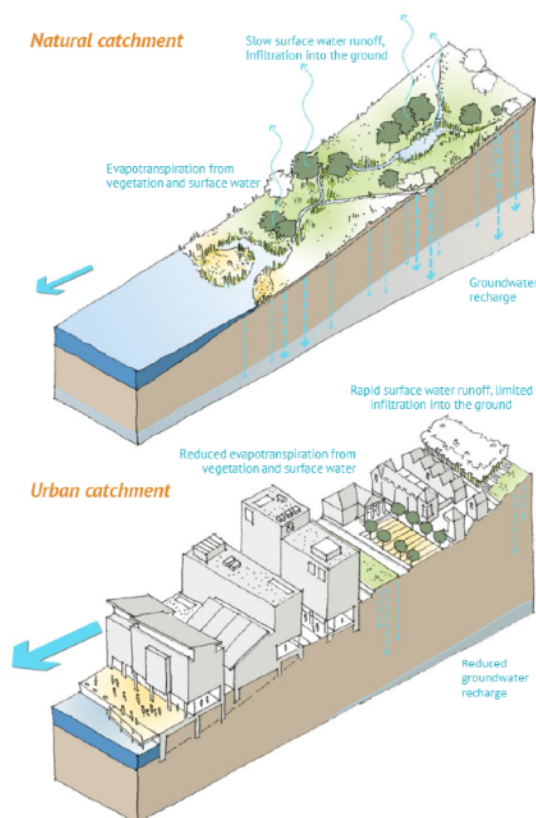
⁸ KLIMATICKÁ ZMĚNA.CZ. Dopady změny klimatu v ČR - Městské postředí. Online. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/dopady-zmeny-klimatu-v-cr-mestske-postredi/>. [cit. 2024-05-11].

2.4 Význam zelených ploch a udržitelných systémů

Dalším problémem je závlaha městské zeleně a parků, která je často zajišťována pitnou vodou přivedenou hadicemi. To je neefektivní a podporuje plýtvání.

Správně navržené zelené plochy ve městech mohou výrazně zlepšit životní úroveň obyvatel. Zelené plochy, propustné dlažby a silnice, retenční nádrže a systémy SuDS (*Sustainable drainage systems*) pomáhají městům vyrovnat se s povodněmi, silnými bouřkami i vlnami veder. Tyto systémy umožňují nejen zadržení a postupné uvolňování dešťové vody, ale také její využití pro zavlažování a ochlazování městského prostředí.

Pozitivní vliv zeleně na člověka je také psychologický. I když žijeme v betonových městech, potřebujeme být obklopeni zelení. To platí i pro zdravý vývoj dětí. Voda jako taková je velmi uklidňujícím prvkem, což je důležité pro celkovou pohodu obyvatel měst. Psychologické studie ukazují, že kontakt s přírodou, i ve formě městských parků a zahrad, snižuje stres, zlepšuje náladu a podporuje fyzické i duševní zdraví.⁹



Obr. 02: porovnání zadržení vody v přírodní a městské krajině

⁹ SERA, Bozena. (2015). Pozitivní vliv zeleně na uživatele městských sídlišť. *Životné prostredie*. 49. 100-105. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/279317255_Pozitivni_vliv_zelene_na_uzivatele_mestських_sidlist

2.5 Systémy SuDS

SuDS, neboli *Sustainable Drainage Systems*, jsou moderní přístupy k řízení povrchových vod, které napodobují přirozené procesy zadržování, zpomalení a čištění dešťové vody. Cílem těchto systémů je snížit riziko záplav, zlepšit kvalitu vody a podpořit biodiverzitu v městském prostředí.¹⁰ SuDS systémy zahrnují různé technologie a přístupy, jako jsou:

Propustné povrchy: Tyto povrchy umožňují průsak vody do podloží, čímž snižují objem odtékající vody a zvyšují infiltrační kapacitu půdy. Příkladem jsou propustné dlažby nebo asfaltové povrchy, které umožňují vodě pronikat do půdy místo odtékání do kanalizace.

Zelené střechy: Zelené střechy je označení pro střechy, které jsou pokryty vegetací. Ta absorbuje dešťovou vodu, zadržuje ji a postupně ji uvolňuje, což snižuje odtok vody a zlepšuje mikroklima. Tyto střechy navíc poskytují estetické a ekologické přínosy.

Dešťové zahrady: Dešťové zahrady jsou nízko položené oblasti s výsadbou rostlin, které jsou schopny absorbovat a zadržovat dešťovou vodu. Tyto zahrady filtrují vodu a zlepšují její kvalitu, zatímco zároveň poskytují prostor pro biodiverzitu.

Retenční nádrže a nádrže pro dešťovou vodu: Tyto nádrže zachycují a ukládají dešťovou vodu, kterou lze následně využít pro zavlažování nebo jiné nepitné účely. Pomáhají také snížit objem vody, který musí být odveden do kanalizace.

Bioswale: Jedná se o vegetační pásy s mírným sklonem, které odvádějí, filtrují a absorbují dešťovou vodu. Bioswale jsou často používány podél silnic a parkovišť, kde zachytávají znečištění a snižují odtok vody.

Tyto technologie jsou navrženy tak, aby byly flexibilní a mohly být přizpůsobeny různým městským kontextům, což umožňuje efektivní řízení dešťové vody v různých typech prostředí.

2.6 Sponge City

Koncept *Sponge City* je jedním z možných řešení. Je to myšlenka města, které funguje jako houba - dokáže v době velkých dešťů nasát přebytečnou vodu a v době sucha ji zase využít. Tento přístup zahrnuje zelené střechy, sportovní hřiště a garáže, které mohou zadržet nárazové deště a vodu postupně uvolnit. Klíčovým aspektem je integrace zeleně a vodních prvků do městské infrastruktury, což zlepšuje mikroklima a zvyšuje biodiverzitu.¹¹

¹⁰ MCCLOY, Anthony. Assessing attenuation storage volumes for SuDS. Online. Fact sheet. 2014, s. 1-5. Dostupné z: https://www.susdrain.org/files/resources/fact_sheets/03_14_fact_sheet_attenuation.pdf. [cit. 2024-05-19].

¹¹ Sponge Cities: Integrating Green and Gray Infrastructure to Build Climate Change Resilience in the People's Republic of China. Online. ADB BRIEFS. 2022, č. 222, s. 1-10. Dostupné z: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/838386/adb-brief-222-sponge-cities-prc.pdf>. [cit. 2024-05-19].

2.6.1 Sponge City: Implementace

Sponge city je inovativní přístup k městskému plánování, který se zaměřuje na efektivní hospodaření s dešťovou vodou prostřednictvím integrace zelených a modrých infrastruktur. Tento přístup přináší řadu ekologických, ekonomických a sociálních výhod, včetně snížení rizika povodní, zlepšení kvality vody a zvýšení odolnosti měst vůči klimatickým změnám.

2.6.2 Hlavní prvky *Sponge city* zahrnují:

Již zmíněné zelené střechy a vertikální zahrady: Tyto prvky zadržují vodu a poskytují prostor pro vegetaci, čímž zlepšují mikroklima a podporují biodiverzitu.

Permeabilní povrchy: Propustné povrchy umožňují infiltraci vody do podloží, čímž snižují odtok a zlepšují vodní bilanci.

Městské parky a zelené plochy: Tyto oblasti slouží jako dočasné retenční plochy, které zachycují přebytečnou vodu během dešťových událostí.

Vodní nádrže a jezírka: Tyto prvky zadržují vodu a mohou být využity pro rekreační a estetické účely, stejně jako pro zlepšení vodního režimu města.

2.7 Typologie a existující řešení

Analýza existujících řešení a typologie je klíčová pro identifikaci nejlepších praktik a jejich aplikaci v nových projektech. Příklady z měst po celém světě ukazují, jak lze efektivně využívat dešťovou vodu a zlepšovat kvalitu městského prostředí.

Například inspirativní projekt je *Water Square* v Rotterdamu, který kombinuje veřejný prostor s funkcí zadržování dešťové vody. Tento projekt ukazuje, jak lze efektivně využít městské prostory k řešení problémů s odtokem vody a zároveň vytvořit atraktivní a funkční místo pro obyvatele. Hřiště, které je důležitou součástí rezidenčních čtvrtí, je navrženo tak, aby mohlo během silných bouřek dočasně uskladnit dešťovou vodu, čímž se zabrání přehlcení kanalizace. Jedná se o nový krok, který by mohl být využíván i v jiných městech. Vyšší části městské čtvrti jsou designovány tak, aby zůstaly suché, zatímco ostatní části se mohou během silných bouřek stát mokřinami.^{12 13} (Obr. 03 a 04)

¹² BARKER, Robert a COUTTS, Richard. Neighbourhood hydroscapes. In: *Aquatecture*. Newcastle upon Tyne: Riba, 2016, s. 148-151. ISBN 978-1-85946-531-8.

¹³ DE URBANISTEN. Watersquare Benthemplein: Rotterdam. Online. Dostupné z: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>. [cit. 2024-05-12].



Obr. 03: Watersquare
Bentheimlein



Obr. 04: ukázka sběru vody při
bouře, Watersquare
Bentheimlein

V Singapuru byla vybudována síť vodních kanálů a retenčních nádrží, které nejenže zajišťují kontrolu povodní, ale také slouží jako rekreační oblasti pro obyvatele.¹⁴ Ve městech jako Kodaň a Hamburk byly implementovány systémy zelených střech a propustných povrchů, které přispívají k ochlazení městského prostředí a zlepšení kvality vzduchu.

Dalším projektem je *High Line* v New Yorku, který transformoval starou železniční trať na vyvýšený park s bohatou zelení a vodními prvky. Tento projekt nejenže zlepšil kvalitu života v okolních čtvrtích, ale také se stal populární turistickou atrakcí. Kromě toho se zde konají umělecké akce a výstavy, čímž se park stal významným kulturním centrem města.

„Potřebujeme skloubit šedou architekturu se zelenou. Voda je klíčem k ekologické infrastruktuře“ Kongjian Yu¹⁵

2.7.1 Práce architekta Kongjian Yu

Kongjian Yu, čínský krajinářský architekt, je jedním z předních propagátorů konceptu *Sponge city*. Jeho práce se zaměřuje na integraci přírodních procesů do městského plánování a návrhu, s cílem vytvořit odolná a udržitelná města. Yu věří, že města by měla napodobovat přirozené ekosystémy, které jsou schopny efektivně hospodařit s vodou.¹⁶

Například navrhuje koryta řek s původními tvary bez betonu a buduje parky kolem břehů, které se při zvýšené hladině řeky dočasně zaplaví a rozšíří její koryto. Voda tak neovlivní fungování města, ale pouze dočasně zaplaví rekreační

¹⁴ PUB SINGAPORE'S NATIONAL WATER AGENCY. Water from Local Catchment. Online. Dostupné z: <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/OurWaterStory/Local-Catchment-Water>. [cit. 2024-05-11].

¹⁵ HARVARD GSD. Sylvester Baxter Lecture: Kongjian Yu. Online. 2023. [48:52] Dostupné z: Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=y7EhIOvuYM8>. [cit. 2024-05-19].

¹⁶ YU, Kongjian. The Sponge city: Planning, design and political design. In: PELSMARKERS, Sofie a NEWMAN, Nick (ed.). Everything needs to change. London: Riba, 2021, s. 47-55. ISBN 978-1-85946-965-1.

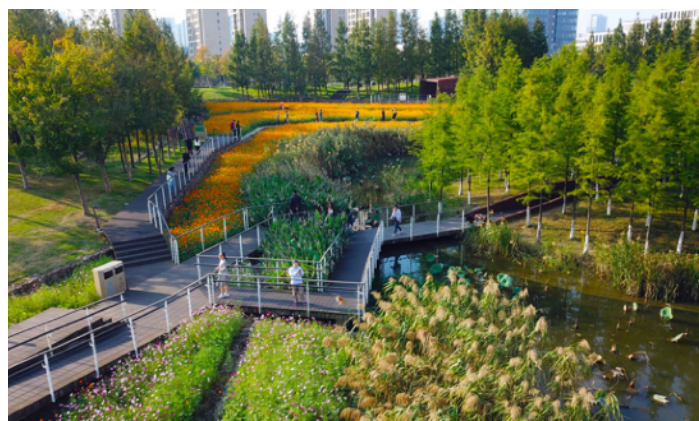
parky. Tento přístup nejenže zmírňuje riziko povodní, ale také poskytuje obyvatelům zelené prostory pro rekreaci a zlepšuje kvalitu života.¹⁷

Jedním z nejvýznamnějších projektů Kongjian Yu je transformace řeky Qunli v městě Haerbin v Číně. Tento projekt zahrnuje vytvoření parku, který funguje jako houba, zachycující a zadržující dešťovou vodu. Park zahrnuje mokřady, jezírka a zelené plochy, které zlepšují kvalitu vody a poskytují prostor pro rekreaci a biodiverzitu. Architektova práce ukazuje, jak může být městský design ekologicky odpovědný a zároveň funkční a esteticky příjemný.¹⁸ (Obr. 05)

Dalším významným projektem je Ningbo Eco-corridor, který transformoval průmyslovou zónu v ekologický koridor plný zeleně a vodních prvků. Tento projekt nejenže zlepšil kvalitu života místních obyvatel, ale také zvýšil ekologickou hodnotu oblasti. (Obr. 06)



Obr. 05: Qunli Stormwater Park



Obr. 06: Ningbo Eastern New Town Ecological Corridor

2.8 Rain gardens

Dešťové zahrady, neboli *Rain gardens* jsou moderní formou modro-zelené infrastruktury, která je postupně začleňována do měst. Mnoho měst se potýká s malou kapacitou kanalizace, která není schopna pojmout vodu z velkých ploch. Například v New Yorku byly na chodnících vytvořeny malé dešťové zahrady, které pomáhají snižovat zatížení kanalizačního systému. Tyto zahrady jsou navrženy tak, aby zachytávaly a absorbovaly dešťovou vodu, čímž snižují riziko záplav a zároveň vytvářejí příjemné a esteticky hodnotné městské prostory.¹⁹ (Obr. 07)

¹⁷ TEDX TALKS. Sponge City and Sponge Planet | Kongjian Yu | TEDxBoston. Online. 2023. Dostupné z: Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=4YH6ZFvKzeE>. [cit. 2024-05-19].

¹⁸ LANDSCAPE ARCHITECTURE BUILT. Qunli Stormwater Park. Online. Dostupné z: <https://landscapearchitecturebuilt.com/qunli-stormwater-park/>. [cit. 2024-05-07].

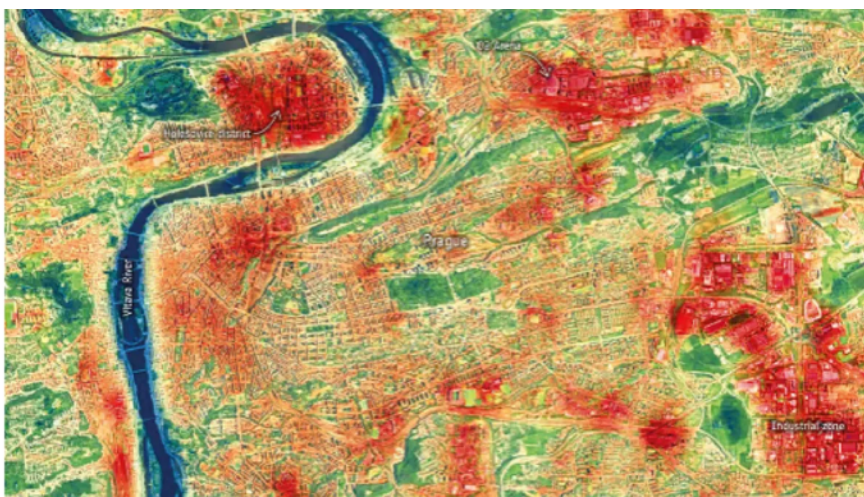
¹⁹ NYC GOV. ENVIRONMENTAL PROTECTION. Green Infrastructure Rain Gardens. Online. Dostupné z: <https://www.nyc.gov/site/dep/water/rain-gardens.page>. [cit. 2024-05-23].



Obr. 07: Rain Gardens, Rego Park, Queens

2.9 Tepelné ostrovy

Je nutné také řešit problematiku takzvaných tepelných ostrovů, kde betonová a asfaltová plocha zadržuje teplo a způsobuje vyšší teploty ve městech až o deset stupňů celsia ve srovnání s okolním venkovským prostředím.²⁰ Tento jev má negativní dopady na zdraví obyvatel, zvyšuje spotřebu energie na chlazení budov a přispívá k celkovému zhoršení životního prostředí ve městech.



Obr. 08: Tepelné ostrovy ve městě Praha

2.10 Ergonomie a uživatelská přívětivost

Ergonomie a uživatelská přívětivost jsou důležité aspekty při návrhu systémů pro hospodaření s dešťovou vodou. Systémy musí být navrženy tak, aby byly snadno přístupné a uživatelsky přívětivé. To zahrnuje například instalaci informačních tabulí, které vysvětlují, jak systémy fungují a jak mohou obyvatelé přispět k jejich údržbě a správnému fungování.

²⁰ ŽÁK, Michal. Ve městě může být až o deset stupňů tepleji než na venkově. Tepelné ostrovy komplikují třeba spánek. Online. ČT 24. 2023. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/clanek/veda/ve-meste-muze-byt-az-o-deset-stupnu-tepleji-nez-na-venkove-tepelne-ostrovy-komplikuji-treba-spanek-6361>. [cit. 2024-05-21].

Důležité je také zajištění bezpečnosti a pohodlí uživatelů. Zelené plochy a vodní prvky musí být navrženy tak, aby minimalizovaly riziko úrazů a byly vhodné pro všechny věkové skupiny. To zahrnuje například bezbariérové přístupy, dostatek stínění a laviček pro odpočinek.

2.11 Participace a zapojení komunity

Úspěch projektů zaměřených na hospodaření s dešťovou vodou často závisí na míře zapojení a participace komunity. Informovanost a aktivní zapojení obyvatel může výrazně přispět k udržitelnosti a dlouhodobému úspěchu těchto projektů. Organizace veřejných konzultací, workshopy a vzdělávací programy mohou pomoci zvýšit povědomí o výhodách těchto systémů a motivovat obyvatele k jejich podpoře a údržbě.

3. VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VIZE

Na základě důkladné analýzy současného stavu městského urbanismu jsem získala hluboké porozumění problematice hospodaření s dešťovou vodou v městských oblastech. Z provedené rešerše vyplývá, že tradiční betonové struktury, které dominují současným městům, nedokáží efektivně zvládat přívalové deště a povodně. Přílišné spoléhání na nepropustné povrchy a tradiční odvodňovací systémy způsobuje rychlé odvádění dešťové vody do kanalizací a řek, což nejen zvyšuje riziko škod, ale také vede ke ztrátě cenných vodních zdrojů.

Tento problém se stává stále naléhavějším s ohledem na rostoucí dopady klimatických změn. Zjištění z rešerše ukazují, že města by měla být navrhována s větším důrazem na přírodní procesy a principy hospodaření s vodou, které se osvědčily v minulosti i v přírodních ekosystémech na přirozené procesy zadržování a řízení dešťové vody. Inspirace přírodou a tradičními metodami hospodaření s vodou je klíčová. Příkladem může být stavba nízkých hrází, jaké staví bobři, nebo využívání rýžových polí v Asii, které efektivně zadržují vodu a minimalizují erozi. Naopak, velké přehrady se ukazují jako rizikové a méně efektivní řešení.

Studium odborné literatury, jako například *Aquatecture - Buildings and Cities Designed to Live and Work with Water* od Roberta Bakera a Richarda Couttsa, *Everything Needs to Change - Architecture and Climate Emergency* od Sofie Pelsmakers a Nicka Newmana, *Climate and Architecture* od Torbena Dahla, a *Building with Water* od Zoë Ryan, potvrdilo, že integrace vody do městské architektury může být nejen funkční, ale i estetická a edukativní.

Z analýzy rovněž vyplývá, že správného mikroklima v městských oblastech lze dosáhnout pomocí zadržování dešťové vody přímo na místě jejího dopadu a zvýšením množství zeleně ve městech. Betonové povrchy mají tendenci se přes den přehřívat a v noci rychle chladnout, což vede k nepříjemnému kolísání teplot. Voda zadržovaná v městských zelených plochách a její následné odpařování může pomoci stabilizovat teploty a zvýšit komfort obyvatel.

Práce čínského krajinářského architekta Kongjian Yu byla pro mou analýzu velkou inspirací. Jeho přístup k integraci vody do městských oblastí a jeho koncept *Sponge city* ukazují, jak může být urbanistický design ekologicky odpovědný a zároveň esteticky přitažlivý. Jeho projekty, jako transformace řeky Qunli v městě Haerbin nebo Ningbo Eco-corridor, ukazují, jak lze efektivně využít přírodní principy pro zlepšení kvality života v městských oblastech.^{21 22}

3.1 Formulace vize

Na základě získaných poznatků jsem stanovila jasnou vizi pro můj projekt: vytvořit příjemné, funkční a ekologicky udržitelné místo uprostřed městského prostředí. Cílem je vytvořit prostor, kde se obyvatelé mohou setkávat, relaxovat a učit se o důležitosti integrace vody do městského prostředí.

Místo, které navrhuji, má sloužit nejen jako technické řešení pro hospodaření s dešťovou vodou, ale také jako esteticky přitažlivá instalace ve veřejném prostoru. Chci, aby toto místo poskytovalo stín a ochlazení během horkých letních dnů, a zároveň bylo schopno efektivně zadržovat a využívat dešťovou vodu. Také by mělo vzdělávat návštěvníky o důležitosti symbiózy města a vody, inspirovat k udržitelným řešením a přinášet pocit sounáležitosti s přírodou.

Klíčovými prvky návrhu bude zelená plocha/dešťová zahrada, esteticky zajímavé zastřešení, retenční nádrže a propustné povrchy, které společně vytvoří komplexní systém zadržování a využívání dešťové vody. Tento systém bude navržen tak, aby byl snadno integrovatelný do stávající městské struktury a byl zároveň esteticky přitažlivý.

Můj osobní pohled na problematiku městského hospodaření s vodou vychází z přesvědčení, že města mohou a měla by být navrhována tak, aby harmonicky spolupracovala s přírodními procesy. Tento přístup nejenže zlepší kvalitu života obyvatel měst, ale také přispěje k udržitelnosti a odolnosti měst vůči budoucím klimatickým výzvám.

²¹Landscape Architecture Built, In: Qunli Stormwater Park [online]. [vid. 20.4.2024] Dostupný z: <https://landscapearchitecturebuilt.com/qunli-stormwater-park/>

²²SWA Group, In: Ningbo East New Town Eco-Corridor [online]. 30.6.2020 [vid.20.4.2024] Dostupný z: <https://www.swagroup.com/projects/ningbo-east-new-town-eco-corridor/>

4. PROCES NAVRHOVÁNÍ

Na začátku jsem si položila otázky, na které chci svým designovým řešením odpovědět. Například jak změnit již urbanisticky řešenou ulici, kde je nedostatek zeleně? Jak zpříjemnit a zlepšit komunikaci ulice s jejich obyvateli? Jak nejefektivněji bez velkého zásahu do ulice zajistit zadržení dešťové vody?

Také jsem chtěla zajistit srozumitelnost objektu pro okolí.

Z analýzy vyplynulo několik bodů, které bych chtěla nebo je nutné zajistit v mém návrhu. Například propustnost povrchů, tak aby měla dešťová voda kam odtékat a byla někde zadržována. Jaká zeleň je vhodná pro tyto účely. A jak velká plocha je k těmto účelům potřebná.

Dále jsem se zabývala tvarem, zelení, uměleckou a designovou stránkou projektu.

4.1 Umístění

Přemýšlela jsem nad řešením, které by se dalo zasadit kdekoliv ve městě a nevyžadovalo by příliš velký prostor či narušení již existující zástavby/okolí. Řešení které by mohlo aktuálně zlepšit kvalitu života ve městě ve stávající zástavbě. Z toho vyplynula rychlá analýza toho, co mají téměř všechny městské ulice společné. Především se jedná o chodník pro chodce, který narušit nechci. Dále silnice a parkovací místa. Stále ve městech řešíme problém velké přepravy obyvatel osobními automobily, které nejen vytvářejí špatnou dopravní situaci, ale i horší klimatické podmínky, například smog. Zhoršují ovzduší a generují větší venkovní teplotu.

Proto jsem se rozhodla umístit svůj návrh na parkovací místa určená pro automobil. To přináší inovativní řešení pro zkvalitnění již postavených městských ulic a veřejného prostoru a zlepšit jejich nasákavost. Vnese tak kousek harmonie do ruchu města. Jedná se tedy o designový návrh, který lze vložit kamkoliv.

4.2 Povrch

Je zásadní, abychom při plánování infrastruktury a urbanistických opatření zohlednili i povrchové úpravy ulic. Propustný povrch, který umožňuje infiltraci vody do půdy, je klíčovým prvkem pro zachycení dešťové vody, doplňuje tak podzemní vodu a snižuje nátlak na kanalizaci.

Existuje několik typů materiálů, které se používají k vytvoření propustného povrchu. Například cihly s otevřenými spárami nebo betonové dlaždice s prostorem pro růst rostlin vytvářejí příležitost pro pronikání dešťové vody do podloží. Další možností jsou podzemní propustné systémy, které umožňují infiltrační procesy a současně omezují povrchový odtok vody.

Organizace jako *Sustainable SITES Initiative* aktivně prosazují využívání propustných povrchů jako součást ekologického urbanismu. Tyto povrchové úpravy nejenže snižují riziko povodní a eroze, ale také přispívají k zachycení škodlivin a zlepšení kvality dešťové vody. Díky své propustnosti mohou tyto

systemy infiltrovat až 80 % ročních srážek, což má pozitivní dopad na životní prostředí a udržitelnost městských oblastí.

Mezi specifické příklady propustných povrchů patří porézní asfalt, který byl vyvinut na konci 20. století. Tento materiál vypadá stejně jako běžný asfalt, avšak tento typ asfaltu umožňuje vodě pronikat skrze povrch a infiltrovat do půdy díky absenci jemných částic a vytvoření vzduchových dutin. Porézní asfalt je vynikajícím příkladem inovativního přístupu k řešení povrchových úprav, který má pozitivní dopady na životní prostředí i udržitelnost městských oblastí.

Správný návrh okolního povrchu je klíčovým bodem správné funkčnosti mého projektu.

4.3 Retenční metody

Přírodní metody zadržování vody (*Natural Water Retention Measures (NWRM)*) jsou z hlediska sociálního, ekonomického a environmentálního nejvýhodnější. Tato opatření jsou využívána různými sektory a zahrnují se do plánovacích procesů zaměřených na správu vodních zdrojů, ochranu před povodněmi, ochranu biodiverzity, adaptaci na klimatické změny a urbanistické plánování. Některá z těchto opatření upravují ekosystémy přímo, zatímco jiná mění běžné praktiky a chování ekonomických subjektů.²³

Metody zadržování vody by měly být navrženy s ohledem na jejich budoucí využití. Voda zadržovaná na otevřeném povrchu je vystavena slunečnímu záření, což vede k jejímu zahřívání a růstu řas a dalších organismů, které mohou zhoršovat její kvalitu. Zadržování vody v podzemních horninách je náročnější na udržení kvality vody. Dešťová voda může být infiltrována přes různé systémy.

4.3.1 Faktory ovlivňující plánování retenčních opatření

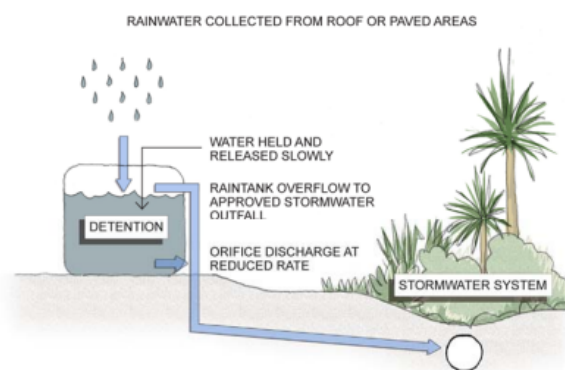
Při plánování retenčních opatření je důležité zohlednit klimatické a meteorologické podmínky, hydrogeologické vlastnosti a technické aspekty, jako je propustnost půdy a hornin. Tyto faktory mají zásadní vliv na výběr vhodné infiltrační metody. Z klimatických a meteorologických podmínek je třeba brát v úvahu například hustotu a intenzitu dešťových srážek, stejně jako pravděpodobnost a velikost výskytu povodní s návratností 10, 100 a 1000 let.

4.3.2 Retenční a záchytné nádrže (Detention tanks)

Retenční nádrže jsou účinným způsobem, jak zadržovat dešťovou vodu ve městech. Tyto nádrže trvale uchovávají dešťovou vodu, která může být následně použita například na zavlažování zahrad nebo splachování toalet. Na rozdíl od záchytných nádrží, které dočasně skladují vodu a postupně ji vypouštějí, retenční nádrže vodu udrží dlouhodobě.

²³ Best Practice Examples of Water Retention in Urban Areas of the Danube Region: EUROPEAN STRATEGY FOR THE DANUBE REGION Priority Area 4: To restore and maintain the quality of waters. Online. Dostupné z: <https://waterquality.danube-region.eu/wp-content/uploads/sites/13/sites/13/2022/01/Water-retention-leaflet.pdf>. [cit. 2024-05-20].

Záchytné nádrže, známé jako *detention tanks*, zadržují vodu dočasně a postupně ji uvolňují například do kanalizačního systému. (Obr. 9) Tento proces pomáhá zabránit přetížení systému dešťové vody během bouřek a povodní.



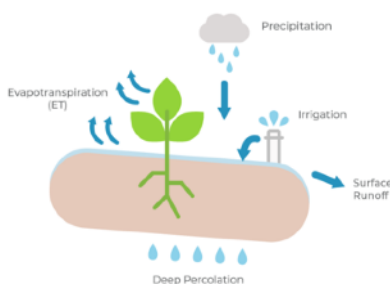
Obr. 09: *Detention tank* příklad

Záchytné systémy mohou být instalovány jak nad zemí, tak pod zemí. Tradiční nadzemní systémy obvykle zahrnují vyhloubenou nádrž, která zachycuje dešťovou vodu. Podzemní zadržovací systémy jsou vhodnější pro maximalizaci využití prostoru pro stavební projekty, protože umožňují využít povrchové plochy nad nimi pro jiné účely, jako jsou parkoviště nebo sportovní hřiště.

4.4 Zeleň

Nejdůležitějším prvkem na celém projektu je zeleň. Ta obstarává vstřebávání dešťové vody, její filtraci a vytváření příjemného klima. Navrhnout správný typ porostu je nelehkým úkolem. Je nutná specifikace účelu a místa, kde bude růst.

V současnosti se v mnoha městech po celém světě častěji navrhují vertikální zelené systémy, které mají za cíl zlepšit tepelný komfort, ekologické podmínky a dokonce i psychickou pohodu obyvatel. Avšak jen málo simulačních modelů těchto systémů se soustředí na evapotranspiraci, která je zásadní pro zajištění tepelného komfortu.²⁴



Obr. 10: Evapotranspirace

²⁴ Evapotranspirace je proces, při kterém dochází k přeměně vody z povrchu rostlin a půdy na vodní páru. Zahrnuje jak odpařování vody z půdy (evaporace), tak transpiraci, což je proces, při kterém rostliny uvolňují vodní páru přes své listy. Tento jev hraje klíčovou roli v regulaci teploty a vlhkosti v prostředí, čímž přispívá k tepelnému komfortu a mikroklimatu.

Je důležité si uvědomit, že ne všechny druhy stromů a rostlin mohou ochladit prostředí stejně. Koruny stromů s velkými listy, ze kterých se odpařuje více vody, mají vyšší schopnost snižovat teplotu. Výběr vhodných rostlin pro městské prostředí je složitý, protože je nutné zvolit druhy, které nejen efektivně ochlazují, ale také jsou schopné přežít v daném prostředí. Zelené plochy s vyšší druhovou rozmanitostí mají lepší chladicí účinek než plochy osázené jedním druhem.

Struktura zelených ploch je také klíčová. Rostlinná společenstva, která mají několik vrstev (stromy, keře, byliny), jsou efektivnější v ochlazování okolí než samotné stromy.²⁵

4.4.1 Návrh zeleně *Rain garden* pro Prahu

Pro zlepšení městského prostředí v Praze navrhuji vytvořit rain garden, která využije kombinaci stromů, keřů a bylin s vysokou schopností evapotranspirace a schopností přežít v městských podmínkách.

Stromy:

Platan javorolistý (*Platanus acerifolia*): Tento strom má velké listy, které poskytují rozsáhlý stín a efektivně odpařují vodu.

Dub letní (*Quercus robur*): Velké a rozvětvené koruny dubu poskytují vynikající stín a přispívají ke snížení teploty.

Keře:

Zimolez kozí list (*Lonicera caprifolium*): Tento keř je vhodný pro městské prostředí a má dobré schopnosti evapotranspirace.

Šeřík obecný (*Syringa vulgaris*): Kvete na jaře a přitahuje opylovače, zároveň poskytuje stín.

Byliny a trvalky:

Levandule (*Lavandula angustifolia*): Tato bylina je odolná vůči suchu a přispívá ke snížení teploty díky vysoké evapotranspiraci.

Kopretina řimbaba (*Tanacetum parthenium*): Tato trvalka je nejen estetická, ale také přispívá ke zvýšení biodiverzity.

Kapradina štětinatá (*Dryopteris dilatata*): Tento druh kapradiny je odolný a dobře snáší vlhké prostředí, což je ideální pro dešťové zahrady, které jsou navrženy k zachycení a zadržení dešťové vody.²⁶

²⁵ LU, Mei-Chen & Chiu, Wei-Chieh & Tsay, Yaw-Shyan. [2016]. The Effect of Vertical Greenery with Cross Ventilation on Improving Thermal Comfort. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/305776718_The_Effect_of_Vertical_Greenery_with_Cross_Ventilation_on_Improving_The_rmal_Comfort. Cit.[2024-05-05].

²⁶ BARKER, Robert a COUTTS, Richard. Rain gardens. In: Aquatecture. Newcastle upon Tyne: Riba, 2016, s. 158-159. ISBN 978-1-85946-531-8.

4.5 Zastínění/Zastřešení objektu

Pro větší pohodlí obyvatel jsem se rozhodla část objektu zastřešit. V době deště se tak lidé mohou schovat pod střechu a trávit čas venku i za nepříznivého počasí. Zastřešení zároveň poskytne stín během horkých slunečných dnů, čímž vytvoří příjemnou oázu ve městě. Zastřešení bude tvořeno plachtou, která bude zajímavě napnuta mezi okolní zeleň. Celý objekt tak bude působit jako umělecká instalace v prostoru. Technické řešení zajistí odtok dešťové vody přímo do dešťové zahrady, která bude umístěna kolem celého objektu.

4.6 Hra světla

Natažená plachta bude různými způsoby napnuta a prohloubena tak, aby v některých částech vznikaly malé ostrůvky vody. Tyto malé vodní plochy budou spolu se slunečním zářením vytvářet hru světla na prostoru pod nimi. Diváci se tak stanou součástí tohoto krásného, jednoduchého, avšak důležitého systému odpařování vody, což, jak již bylo zmíněno, je velice důležité pro vytvoření příjemného mikroklimatu ve městě. Toto místo samozřejmě nebude hlavním zdrojem odpařování vody, ale jeho úkolem je vytvořit prostor zajímavější. Snadno pozorovatelný efekt odpařování na zastřešení slouží i jako edukační prvek. Tento prvek se v čase velmi proměňuje.

5. PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ

Tato část práce je úzce propojena s předchozí kapitolou, ve které jsem se zaměřila na ideální velikost a tvar objektu a na estetické propojení zastřešení s vodou. Celý projekt vznikl na základě mé původní myšlenky a návrhu, jak zadržet dešťovou vodu v parku a vytvořit z ní zajímavou uměleckou instalaci, která propojuje přírodu a umění v harmonický celek.

5.1 Původní návrh

Navrhla jsem design skleněných tubusů nazvaný Glass Springs, který přináší inovativní prvek spojující estetiku s funkcí. Tubusy jsou navrženy ze skla, což umožňuje návštěvníkům parku sledovat výšku hladiny vody uvnitř. Otevírá se tak možnost interakce s touto dynamickou instalací. Tento koncept spojuje klikaté parkové cestičky se světem umění.

Nad úrovní cesty ve výšce 3,5 m jsou nepravidelně rozmístěné kruhové výřezy, které plní dvojí funkci. Zaprvé, slouží k částečnému zastřešení cesty, poskytujíce tak ochranu proti slunečnímu záru či dešti. Zadruhé tyto výřezy fungují jako sběrné plochy pro dešťovou vodu, která je následně odváděna kanálky do skleněných tubusů umístěných kolem cesty.

Výtvarná hodnota tohoto designu se projevuje především ve večerních hodinách, kdy se tubusy rozsvítí. Proměňují se tak ve fascinující noční instalaci. Světlo umístěné na dně tubusu se šíří vodou. Každý tubus může obsahovat jiné množství vody, což vytváří působivé světelné efekty. Zářivé odlesky a hra světla obohacují noční atmosféru parku. Toto světlo mimo jiné také zastává funkci parkového osvětlení.

Tato umělecká instalace přináší do parkového prostředí nový rozměr, který oslovuje smysly návštěvníků. Kombinace skla, vody a světla vytváří jedinečnou atmosféru, která láká k odpočinku a zamyšlení. Tubusy se stávají nejen prvkem estetickým, ale i funkčním, který obohacuje prostor parku a přináší nové zážitky a inspiraci. (Obr. 11)



Obr. 11: Glass springs vizualizace + plakát

5.2 Implementace myšlenky do městské krajiny

Během rešerše jsem zjistila, že je vhodné se zaměřit na zadržování vody i v městských ulicích. Proto jsem původní koncept upravila a rozšířila. Práce se skládá ze tří hlavních částí. Tou je spodní část takzvaná *Rain garden* spolu se zpevněnou částí, kde mohou obyvatelé relaxovat. Druhou částí je zeleň, která tento objekt obklopuje a zároveň díky ní je celý objekt funkční. Umělecký prvek zastřešení a stínění relaxační plochy je další důležitou součástí návrhu.

Začala jsem se tedy zabývat ideálním tvarem půdorysu a zastřešení. Tvar půdorysu vycházel z již zmíněných parkovacích míst, které se nachází téměř v každé ulici. Klasické kolmé parkovací stání má šířku 2500 mm a délku 5000 mm. Z rozměrů jsem si určila, že nejideálnější by bylo mým objektem zabrat dvě až tři parkovací místa. Tedy objekt by se nacházel ve čtverci o rozměrech 5000 x 5000 mm nebo v obdélníku o rozměrech 7500 x 5000 mm na délku. Tyto 2 varianty jsem rozpracovala. Přemýšlela jsem nad tím jak efektivně oddělit nově vzniklý zelený ostrov od okolních parkovacích míst a silnice. Zároveň je však důležité tento ostrov spojit s chodníkem, tak aby byl lehce přístupný obyvatelům. K prozkoumání jsem si udělala skici těchto prostorů ve zmenšeném měřítku. Jako vhodnější velikost pro *rain garden* vyplynul obdélníkový tvar 7500 x 5000 mm.



Obr. 12: Vlastní skica-parkovací stání 7500x5000 mm

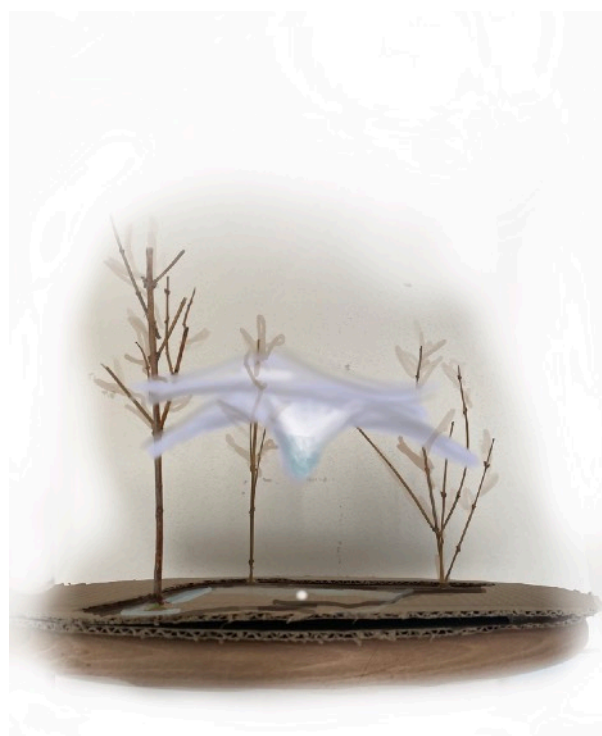


Obr. 13: Vlastní skica - parkovací stání 5000x5000 mm

Současně jsem si vytvořila model pro představu ve 3D, který jsem dokreslovala. Zde jsem si hrála i s tvarem zastřešení.



Obr. 14: Model kombinovaný se skicou

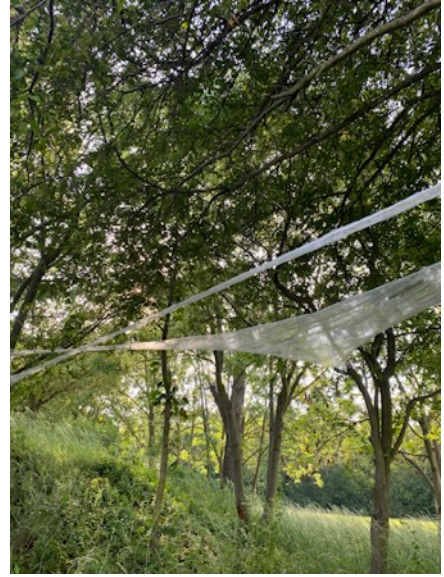


Obr. 15: Model kombinovaný se skicou

Pro zkoumání estetické stránky zastřešení jsem se rozhodla vyzkoušet napnutí fólie mezi stromy v přírodě. Experimentovala jsem s tvarem a možnostmi fólie. U louky jsem si vybrala tři stromy, mezi které jsem fólii začala napínat. Postupně se původní trojúhelníkový tvar změnil na přirozeně vypadající křivky. Bylo fascinující sledovat, jak se fólie ve větru vlní a stává se tak živým organismem, který prorůstá okolními stromy. Tohoto efektu bych chtěla dosáhnout i ve výsledném modelu.



Obr. 16: Fólie mezi stromy



Obr. 17: Fólie mezi stromy



Obr. 18: Fólie mezi stromy



Obr. 19: Fólie mezi stromy



Obr. 20: Fólie mezi stromy



Obr. 21: Fólie mezi stromy

6. VÝSLEDNÝ NÁVRH

Výsledným návrhem se tedy stává ucelený soubor technologií a designových řešení. Vzniká prvek, který lze ve městě opakovaně použít a jednoduše upravit a přizpůsobit svému okolí. Zlepšuje kvalitu života obyvatel ve městě. Zmírňuje negativní dopady šedé infrastruktury a klimatických změn. Ulice města se díky tomuto řešení stávají příjemnějšími. Vytváří mikroklima a tím zmírňuje tepelné ostrovy ve městě. Řešení má pozitivní vliv na psychiku člověka a edukuje o daných problémech.

6.1 Inspirace ze světa umění

Inspiraci ze světa technologií a krajinářské architektury jsem již zmínila v kapitole 2 Analytická část. Nyní se zaměřím na umělecké díla, která mou práci určitým způsobem také formovala.

6.1.1 Tomás Saraceno: *On Space Time Foam*

On Space Time Foam je umělecká instalace Tomáše Saracena, která zkoumá podstatu prostoru a času prostřednictvím interaktivního zážitku. Saraceno se inspiroval teorií strun a kvantovou fyzikou, kde vesmír přirovnává k vibrující membráně. Instalace je tvořena vrstvami průhledných membrán zavěšených v prostoru, které návštěvníkům umožňují vstoupit a pohybovat se mezi nimi. Při pohybu se membrány deformují a vzájemně ovlivňují, čímž vytvářejí dynamický a neustále se měnící prostor. Saraceno tímto dílem zkoumá, jak naše interakce formují prostor a čas, a jak se naše přítomnost odráží v materiálu kolem nás.^{27 28} (Obr. 22)



Obr. 22: *On Space Time Foam*

²⁷ SARACENO, Tomás a RAMOS, Filipa Ramos. *On Space Time Foam*. Online. 2012. Dostupné z: <https://studiotomassaraceno.org/on-space-time-foam/>. [cit. 2024-05-20].

²⁸ Tomás Saraceno. *On Space Time Foam - Hangar Bicocca, Milano 2012*. Online. 2012. Dostupné z: Youtube, <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=EjCTeWsQEzk>. [cit. 2024-05-20].

6.1.2 *Plastique Fantastique*: Transformative Spatial Installations

Plastique Fantastique je umělecké duo, které vytváří imerzivní prostorové instalace, zpochybňující pojetí reality a limity našich smyslů. Každý projekt zve veřejnost k prozkoumání imaginárních krajín uvnitř existujícího světa, čímž se dotýká paradoxní povahy vnímání a složitých vrstev našeho okolí. Tyto (ne)viditelné instalace propojují umění, performance, osobní příběhy, lidi a architekturu, aby poskytly multisenzorický zážitek, který rozmazává tradiční hranice a přesahuje naši představivost.

LOUD SHADOWS | LIQUID EVENTS byl experimentálním projektem uměleckého ředitele Keese Lesuisse pro festival *Oeroi* 2017. Tato site-specific instalace, vytvořená skupinou umělců z různých disciplín, zahrnuje monumentální a lehké, neprůhledné a transparentní scény.²⁹ Exotický povrch instalace jemně objímá okolní les a poskytuje jasný výhled ven, čímž vytváří kouzelné prostředí, kde se tanec, hudba a příroda spojují a zpochybňují naše vnímání.

Čtyři různé scény instalace jsou pečlivě navrženy s ohledem na umístění každého jednotlivého stromu v lese Formerum na ostrově Terschelling. První scéna je transparentní sféra prorážející strom, zatímco mléčná sféra je vtěsnána mezi větve stromů a osvětlena projekcí jejich stínů. Kruh obepínající borovice a duby propojuje první dvě scény a vytváří třetí ve vzniklém prázdném prostoru mezi nimi. Čtvrtou a poslední scénou je samotný okolní les. (Obr. 23)

#StayOut je performativní instalace, která zrcadlí a zpochybňuje naše zvyky jako jednotlivců na veřejnosti. *Plastique Fantastique* v ní reflektuje současné sociopolitické tendence, napětí mezi jednotlivcem a společností a nabízí dystopické i optimistické vize naší budoucnosti. Návštěvníci se mohou procházet cestou, setkávat se s lesními obyvateli se stereotypním chováním v scénických prostorech a reflektovat tyto zkušenosti.³⁰ (Obr. 24)

Plastique Fantastique svými instalacemi rozšiřuje hranice umění a vnímání, vytváří unikátní prostory, kde se umění setkává s přírodou a kde každý návštěvník může prožít něco jedinečného a inspirujícího.

²⁹ *Site-specific instalace je umělecké dílo nebo projekt, který je vytvořen specificky pro určité místo nebo prostředí, čímž využívá jeho charakteristiky, historii, nebo kontext k posílení významu a účinku díla. Tato instalace je navržena tak, aby se organicky začlenila do svého okolí a vytvořila jedinečnou zkušenost pro diváka či návštěvníka, který interaguje s prostředím.*

³⁰ PLASTIQUE FANTASTIQUE. Pf. Online. Dostupné z: <https://plastique-fantastique.de/All-Projects>. [cit. 2024-05-20].



Obr. 23: *LOUD SHADOWS | LIQUID EVENTS*, Oerol, 2017



Obr. 24: *#StayOut*

6.1.3 Kristoffer Tejlgaard: *Pavilon Droplet*

Pavilon Droplet navržený Atelierem Kristoffer Tejlgaard spojuje design a funkčnost dohromady. Připomínající klidnou vodní kapku, tento zcela průhledný pavilon nabízí různorodé využití jako zahradní pavilon, skleník nebo rekreační prostor. Konstruovaný s průhlednými deskami z 6mm polykarbonátu spojenými nerezovými matkami a šrouby, pavilon se pyšní pevnou, přesto elegantní fasádou. Jeho křivost, dosažená pomocí přesného CNC frézování a překrývání desek, zajistí pevnost konstrukce bez potřeby vnitřní podpory nebo ocelových rámování. Oválný profil a kruhový otisk optimalizují prostor podlahy, zatímco překrývání ve tvaru rybích šupin zajišťuje odolnost proti větru a vodě. Na míru šité možnosti zahrnují různé základy, velikosti, stínění a řešení fasády, což jej činí přizpůsobitelným různým potřebám a preferencím.^{31 32} (Obr. 25)



Obr. 25: *Pavilon Droplet*

³¹ PINTOS, Paula Pintos. The Droplet Pavilion / Atelier Kristoffer Tejlgaard. Online. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/920771/the-droplet-pavilion-atelier-kristoffer-tejlgaard>. [cit. 2024-05-20].

³² STEVENS, Philip. Kristoffer tejlgaard builds fully transparent 'water droplet' pavilion architecture. Online. 2019. Dostupné z: <https://www.designboom.com/architecture/kristoffer-tejlgaard-water-droplet-pavilion-copenhagen-06-16-2019/>. [cit. 2024-05-20].

6.2 Materiálové řešení

Jedná se především o materiálovém řešení zastřešení, což je nejvíce umělecká část práce.

6.2.1 Teorie: Membránová a textilní architektura

Od začátku jsem věděla, že chci použít nekonvenční typ zastřešení. Zabývala jsem se membránovou a textilní architekturou. Ty otevírají nové možnosti ve stříhu a výrobě textilních částí pro různé konstrukce. Díky pokročilým softwarovým programům mohou architekti a projektanti snadno vytvářet přesné návrhy a plány, které respektují jak funkční požadavky, tak estetické představy.

Základním krokem je první návrh designéra či architekta, který definuje požadovaný tvar a funkci budoucí střechy nebo konstrukce. Tento návrh je pak převeden na předběžný stříh, který zahrnuje umístění vzpěr, zavěšení a další konstrukční prvky. Tento stříh je důležitý pro určení rozpočtu a plánování výroby.

Dalším krokem je spolupráce mezi designérem, zadavatelem a výrobcem membrány, aby byl vytvořen konečný tvar s požadovanými estetickými rysy a plánovaným rozpočtem. Díky preciznímu stříhu a výrobě mohou být textilní části vyrobeny s milimetrovou přesností, což je klíčové pro správnou funkčnost a estetiku konstrukce.³³

6.2.2 Potřebné vlastnosti materiálu

Při vytváření modelu jsem si hrála se silonkou či potravinářskou fólií. Tyto materiály mají zajímavé vlastnosti avšak nejsou dostatečně pevné k použití na větší plochu. Musela jsem totiž počítat se zatížením plachty dešťovou vodou. Dále jsem musela myslet na voděodolnost a neprosákavost materiálu. Ten by měl mít i pružnost, tak aby lépe vydržel v extrémních podmínkách města- výkyvy teplot. Zastřešení má však zároveň vodu i částečně zadržovat v malých prohlubních. Pro tyto potřeby jsem musela zvolit metodu stříhu látky, ze které zastřešení bude.

Navrhla jsem tedy konkrétní tvar zastřešení s prohlubněmi na vodu. Ty vnášejí do této instalace proměnný efekt v čase a zároveň slouží jako edukativní prvek. Pro obyvatele je jasně viditelná změna výšky hladiny vody v těchto místech. Tento jev přímo představuje odpařování vody, tedy nejdůležitějšího procesu v celém projektu, který zajišťuje lepší mikroklima ulice.

6.3 Světlo jako důležitý prvek

Při odpařování vody je nejdůležitějším faktorem světlo ve formě slunce. Slunce proniká skrz koruny stromů. Dopadá na vodní hladinu a odpařuje vodu. Při tomto jevu vzniká další harmonicky působící efekt - Paprsek slunce je skrz vodní hladinu na plachtě proměněn v hru křivek na pevném povrchu pod ní.

³³ HEŘMANSKÝ, Lukáš Heřmanský. Propagace textilní architektury v ČR. Online, Bakalářská práce, vedoucí Ing. Hana Pařilová, Ph.D. Liberec: TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI FAKULTA TEXTILNÍ, 2012. Dostupné z: <https://dspace.tul.cz/server/api/core/bitstreams/40d0373f-3dcd-4d9f-be72-5e7aac72048f/content>. [cit. 2024-05-20].

Pozorovatel se tak stává bytostí stojící mezi nebem a zemí. Nad hlavou má jakýsi velký mrak, který se stále proměňuje.

Jak zajistit proniknutí světla skrze vytvořené vodní hladiny a zároveň plachtou zajistit stín? Rozhodla jsem se tedy pro kombinaci transparentní a mléčné části plachty.

6.4 Rešerše existujících materiálů

Po konzultaci materiálového řešení s panem profesorem akademickým architektem Vladimírem Soukenkou mi byly doporučeny materiály značky serge ferrari Group. Například Flexlight Xtrem TX30-III je vysoce výkonná membrána díky své technologii takzvané sítěnky. Tento materiál je ideální pro komplexní projekty zahrnující průsvitné střechy.³⁴

Dále jsem zkoumala materiály, které se používají v průmyslu nafukovacích hraček a objektů. Nejvíce mě zaujal materiál použitý na již zmíněném díle *LOUD SHADOWS | LIQUID EVENTS* viz kapitola 6.1.2 *Plastique Fantastique*. Nebo materiál použitý v díle od stejných autorů *BLURRY VENICE*. Tyto materiály krásně propouští světlo. Jsou mléčné, ale při přiblížení jiného objektu, například větve stromu, nádherně vykreslují jeho strukturu a barvu. Skrz tyto materiály proniká i hra světla s vodou jak můžeme vidět na obrázku 27.



Obr. 26: *Loud shadows/Liquid events*

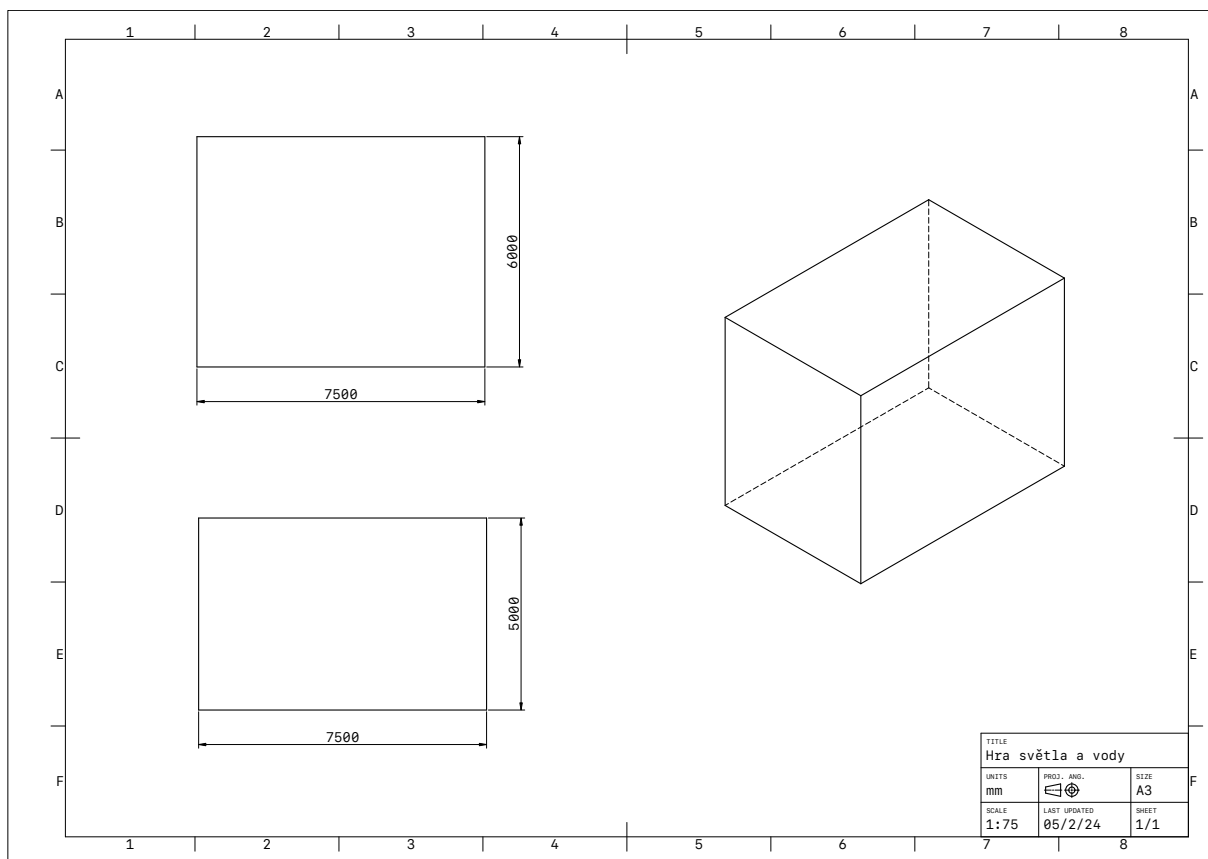


Obr. 27: *Blurry Venice*

³⁴ SERGE FERRARI. Shading structures translucent roofs Flexlight Xtrem TX30-III. Online. Dostupné z: <https://www.sergeferrari.com/productsflexlight-range/flexlight-xtrem-tx30-iii>. [cit. 2024-05-20].

7. TECHNICKÁ DOKUMENTACE

Pro účely vytvoření modelu jsem si ve 3D programu vytvořila kvádr, který vychází z velikosti tří parkovacích míst. Tento kvádr mi slouží jako vymezená plocha, kterou přeměním na modro-zelenou infrastrukturu.



Obr. 28: Technický výkres prostoru 3 parkovacích míst

8. ZÁVĚR A REFLEXE

Při hodnocení svého projektu je důležité se zamyslet nad tím, jak se původní záměr vyvíjel a jaké byly výsledky mé práce. Původním záměrem bylo vytvořit inovativní řešení pro zadržování dešťové vody v městském prostředí, které by zároveň plnilo estetickou a funkční roli v parku. Tento koncept jsem chtěla přenést do reálného světa prostřednictvím instalace skleněných tubusů, které by zachytávaly dešťovou vodu a vytvářely zajímavé vizuální efekty.

Během procesu návrhu jsem musela čelit několika výzvám, které mě přinutily upravit původní záměr. Jednou z hlavních výzev bylo najít správné materiály a konstrukční řešení, které by zajistilo stabilitu a bezpečnost instalace. Skleněné tubusy byly i na základě menší změny konceptu nahrazeny materiálem s vyšší odolností a lehkostí. Další výzvou bylo integrovat design do stávajícího městského prostředí tak, aby nebyl pouze vizuálně atraktivní, ale také funkční a ekologicky udržitelný.

Finální výsledek se od původního záměru lišil v několika aspektech, přesto však zůstal věrný základní myšlence. Zadržování dešťové vody bylo úspěšně zachováno a estetická hodnota byla dodržena díky použití moderních materiálů a technologií. Dle mého názoru se mi podařilo vytvořit harmonický celek, který spojuje umění a ekologii a nabízí obyvatelům města nové místo pro relaxaci a zamyšlení.

8.1 Zhodnocení celého procesu návrhu a finálního výsledku

Proces návrhu byl velmi komplexní a zahrnoval několik fází, od počátečního konceptu až po finální realizaci. Každá fáze přinesla nové poznatky a výzvy, které bylo třeba řešit. Zpočátku jsem se zaměřila na teoretický výzkum a analýzu podobných projektů, což mi poskytlo potřebné znalosti a inspiraci. Následovala fáze skicování a modelování, kde jsem experimentovala s různými tvary a materiály.

Jedním z klíčových momentů bylo rozhodnutí o použití materiálů, které by splňovaly všechny požadavky na pevnost, odolnost a estetiku. Vybrané materiály a technologie umožnily vytvořit instalaci, která je nejen vizuálně atraktivní, ale také funkční a ekologicky udržitelná.

Celý proces návrhu mě naučil mnoho nových věcí a přinesl cenné zkušenosti. Byla to nová výzva, která vyžadovala nejen technické dovednosti, ale také kreativitu a schopnost řešit klimatické problémy. Finální výsledek je důkazem toho, že kombinace umění a technologie může vést k inovativním a udržitelným řešením.

8.2 Potenciální pokračování projektu „kdybych měla ještě jeden semestr“

Kdybych měla ještě jeden semestr, ráda bych se zaměřila na několik oblastí, které by mohly projekt dále rozvinout a vylepšit. První oblastí by bylo rozšíření a přizpůsobení instalace do dalších částí města. To by v budoucnu umožnilo většímu počtu obyvatel využít výhody projektu a zvýšilo by to jeho celkový dopad na městské prostředí.

Participativní umění je podle mě jedním z nejlepších způsobů, jak vstoupit do veřejného prostoru. Obyvatelé se sami mohou zapojit do spoluvytváření svého okolí. Ráda bych tedy prozkoumala možnosti interakce s veřejností a zapojení komunit do projektu. Vytvoření platformy online i offline pro sběr zpětné vazby a nápadů od obyvatel by mohlo přinést nové perspektivy a zlepšit celkový design a funkčnost instalace. Také bych ráda spoluorganizovala s městem workshopy a vzdělávací akce, které by zvýšily povědomí o důležitosti zadržování dešťové vody a ekologické udržitelnosti.

Celý proces navrhování byl pro mě velmi obohacující. Nejvíce času jsem strávila rešerší a analýzou aktuálních řešení. Bavilo mě propojení více disciplín do jednoho komplexního projektu. Další semestr by mi umožnil nejen vylepšit a rozšířit instalaci, ale také se hlouběji zamyslet nad možnostmi, jak spojit umění, technologii a ekologii v městském prostředí.

9. ZDROJE

9.1 Literatura

PELSMAKERS, Sofie a NEWMAN, Nick (ed.). Everything needs to change. London: Riba, 2021. ISBN 978-1-85946-965-1.

BARKER, Robert a COUTTS, Richard. Aquatecture: buildings and cities designed to live and work with water. Newcastle upon Tyne: RIBA Publishing, [2016]. ISBN 978-1-85946-531-8.

DAHL, Torben. Climate and Architecture: buildings and cities designed to live and work with water. Oxon: Routledge, 2010. ISBN 978-0-415-56308-6.

RYAN, Zoë. Building with water: concepts, typology, design. Basel: Birkhäuser, c2010. ISBN 978-3-0346-0156-6.

9.2 Internetové zdroje

autor neuveden. Water and the Development of Ancient Rome. In: Engineering Rome. <https://engineeringrome.org/water-and-the-development-of-ancient-rome/>.

FEZA Tabassum Azmi. The ancient stepwells helping to curb India's water crisis. In: BBC. 13. 10. 2021. Dostupné z: <https://www.bbc.com/future/article/20211012-the-ancient-stepwells-helping-to-curb-indias-water-crisis>.

A.MRIDUL. Contemporizing Traditional Water Architecture of India. In: Magzter. Říjen 2017. Dostupné z: <https://www.magzter.com/stories/Art/Indian-Architect-Builder/Contemporizing-Traditional-Water-Architecture-of-India>.

SIMON, Matt. The Designer Who's Trying to Transform Your City Into a Sponge. Online. Wired. 2024. Dostupné z: <https://www.wired.com/story/the-designer-whos-trying-to-transform-your-city-into-a-sponge/>.

KLIMATICKÁ ZMĚNA.CZ. Dopady změny klimatu v ČR - Městské prostředí. Online. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/dopady-zmeny-klimatu-v-cr-mestske-postredi/>.

SERA, Bozena. (2015). Pozitivní vliv zeleně na uživatele městských sídlišť. Životné prostredie. 49. 100-105. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/279317255_Pozitivni_vliv_zelene_na_uzivatele_mestskych_sidlist

MCCLOY, Anthony. Assessing attenuation storage volumes for SuDS. Online. Fact sheet. 2014, s. 1-5. Dostupné z: https://www.susdrain.org/files/resources/fact_sheets/03_14_fact_sheet_attenuation.pdf.

Sponge Cities: Integrating Green and Gray Infrastructure to Build Climate Change Resilience in the People's Republic of China. Online. ADB BRIEFS. 2022, č. 222, s. 1-10. Dostupné z: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/838386/adb-brief-222-sponge-cities-prc.pdf>.

DE URBANISTEN. Watersquare Bentemplein: Rotterdam. Online. Dostupné z: <https://www.urbanisten.nl/work/bentemplein>.

PUB SINGAPORE'S NATIONAL WATER AGENCY. Water from Local Catchment. Online. Dostupné z: <https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/OurWaterStory/Local-Catchment-Water>.

HARVARD GSD. Sylvester Baxter Lecture: Kongjian Yu. Online. 2023. Dostupné z: Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=y7EhIOvuYM8>.

TEDX TALKS. Sponge City and Sponge Planet | Kongjian Yu | TEDxBoston. Online. 2023. Dostupné z: Youtube, <https://www.youtube.com/watch?v=4YH6ZFvKzeE>.

LANDSCAPE ARCHITECTURE BUILT. Qunli Stormwater Park. Online. Dostupné z: <https://landscapearchitecturebuilt.com/qunli-stormwater-park/>.

NYC GOV. ENVIRONMENTAL PROTECTION. Green Infrastructure Rain Gardens. Online. Dostupné z: <https://www.nyc.gov/site/dep/water/rain-gardens.page>.

ŽÁK, Michal. Ve městě může být až o deset stupňů tepleji než na venkově. Tepelné ostrovy komplikují třeba spánek. Online. ČT 24. 2023. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/clanek/veda/ve-meste-muze-byt-az-o-deset-stupnu-tepleji-nez-na-venkove-tepelne-ostrovy-komplikuji-treba-spanek-6361>.

Landscape Architecture Built, In: Qunli Stormwater Park [online]. [vid. 20.4.2024] Dostupný z: <https://landscapearchitecturebuilt.com/qunli-stormwater-park/>

SWA Group, In: Ningbo East New Town Eco-Corridor [online]. 30.6.2020 [vid.20.4.2024] Dostupný z: <https://www.swagroup.com/projects/ningbo-east-new-town-eco-corridor/>

Best Practice Examples of Water Retention in Urban Areas of the Danube Region: EUROPEAN STRATEGY FOR THE DANUBE REGION Priority Area 4: To restore and maintain the quality of waters. Online. Dostupné z: <https://studiotomassaraceno.org/on-space-time-foam/>.

LU, Mei-Chen & Chiu, Wei-Chieh & Tsay, Yaw-Shyan. [2016]. The Effect of Vertical Greenery with Cross Ventilation on Improving Thermal Comfort. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/305776718_The_Effect_of_Vertical_Greenery_with_Cross_Ventilation_on_Improving_Thermal_Comfort.

SARACENO, Tomás a RAMOS, Filipa Ramos. On Space Time Foam. Online. 2012. Dostupné z: <https://studiotomassaraceno.org/on-space-time-foam/>. [cit. 2024-05-20].

Tomás Saraceno. On Space Time Foam - Hangar Bicocca, Milano 2012. Online. 2012. Dostupné z: Youtube, <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=EjCTeWsQEzk>. [cit. 2024-05-20].

MEMTEX. Textilní architektura a membrány. Online. Dostupné také z: <https://memtex.cz/membrany/>.

LÁZŇOVSKÝ, Matouš. Ve velkých vedrech města ochladí i drobné zelené plochy. Online. 2022. Dostupné také z: <https://emovio.cz/2022/07/03/ve-velkych-vedrech-mesta-ochladi-i-drobne-zelene-plochy/>.

PLASTIQUE FANTASTIQUE. Pf. Online. Dostupné z: <https://plastique-fantastique.de/All-Projects>.

PINTOS, Paula Pintos. The Droplet Pavilion / Atelier Kristoffer Tejlgaard. Online. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/920771/the-droplet-pavilion-atelier-kristoffer-tejlgaard>.

STEVENS, Philip. Kristoffer tejlgaard builds fully transparent 'water droplet' pavilion architecture. Online. 2019. Dostupné z: <https://www.designboom.com/architecture/kristoffer-tejlgaard-water-droplet-pavilion-copenhagen-06-16-2019/>.

HEŘMANSKÝ, Lukáš Heřmanský. Propagace textilní architektury v ČR. Online, Bakalářská práce, vedoucí Ing. Hana Pařilová, Ph.D. Liberec: TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI FAKULTA TEXTILNÍ, 2012. Dostupné z: <https://dspace.tul.cz/server/api/core/bitstreams/40d0373f-3dcd-4d9f-be72-5e7aac72048f/content>.

SERGE FERRARI. Shading structures translucent roofs Flexlight Xtrem TX30-III. Online. Dostupné z: <https://www.sergeferrari.com/productsflexlight-range/flexlight-xtrem-tx30-iii>.

UNIVERSITÄT STUTTGART - ZUR STARTSEITELOGO: UNIVERSITÄT STUTTGART -. Extile Hybrid M1: La Tour de l'Architecte. Online. 2012. Dostupné také z: <https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/m1-building-at-la-tour-de-larchitecte/>.

ARCHDAILY TEAM. What Is a Sponge City and How Does It Work? Online. 2022. Dostupné také z: <https://www.archdaily.com/979982/what-is-a-sponge-city-and-how-does-it-work>.

SVOBODA, Tomáš. Projekty na zadržování dešťovky ve městech jsou ojedinělé. Jsme padesát let pozadu, tvrdí odborníci. Online. 2019. Dostupné také z: <https://www.archdaily.com/979982/what-is-a-sponge-city-and-how-does-it-work>.

KARNECKI, Jiří. Zadržování vody v městských aglomeracích. Online. 2020. Dostupné také z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/zadrzeni-vody-v-mestskych-aglomeracich/>.

HIGH LINE. Online. Dostupné také z: <https://www.thehighline.org>.

MINISTRY OF THE ENVIRONMENT OF THE CZECH REPUBLIC. „Bez vody to nepůjde,“ říká ministryně Anna Hubáčková. Nová vlna dotací z OPŽP za 24 miliard na vodovody i zadržování vody v krajině. Online. 2022. Dostupné také z: https://www.mzp.cz/cz/news__20220815__Nova-vlna-dotaci-OPZP-24-miliard-na-vodovody-a-%20zadrzovani-vody-v-krajine.

PANČÍKOVÁ, Lucie. Hospodaření s dešťovou vodou a zeleň Hamburku a Kodaně. Online. 2018. Dostupné také z: <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/17623-hospodareni-s-destovou-vodou-a-zelen-hamburku-a-kodane>.

Ningbo Eastern New Town Ecological Corridor | Turenscape. Online. In: . 2020. Dostupné z: <https://worldlandscapearchitect.com/ningbo-eastern-new-town-ecological-corridor-turenscape/?v=3a1ed7090bfa>. [cit. 2024-05-07].

9.3 Seznam obrazových příloh

Obr. 01: GUITARD, Marc. Chand Bawri: with intricate symmetries is a mathematical wonder and a visual deligh. Online. In: . 2021. Dostupné z: <https://www.bbc.com/future/article/20211012-the-ancient-stepwells-helping-to-curb-indias-water-crisis>. [cit. 2024-05-16].

Obr. 02: MCCLOY, Anthony. Assessing attenuation storage volumes for SuDS. Online. Fact sheet. 2014, s. 1-5. Dostupné z: https://www.susdrain.org/files/resources/fact_sheets/03_14_fact_sheet_attenuation.pdf. [cit. 2024-05-19].

Obr. 03: BALS, Jorgen; VAN DUIVENBODE, Ossip a PALLESH+AZARFANE. Watersquare Benthemplein: Rotterdam. Online. In: . 2013. Dostupné z: <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>. [cit. 2024-05-12].

Obr. 04: BALS, Jorgen; VAN DUIVENBODE, Ossip a PALLESH+AZARFANE. Watersquare Benthemplein: Rotterdam. Online. In: . 2013. Dostupné z: [vhttps://www.urbanisten.nl/work/benthemplein](https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein). [cit. 2024-05-12].

Obr. 05: YU, Kongjian a TURENSCAPE. Qunli Stormwater Park. Online. In: . 2010n. l. Dostupné z: <https://landscapearchitecturebuilt.com/qunli-stormwater-park/>. [cit. 2024-05-07].

Obr. 06: Ningbo Eastern New Town Ecological Corridor | Turenscape. Online. In: . 2020. Dostupné z: <https://worldlandscapearchitect.com/ningbo-eastern-new-town-ecological-corridor-turenscape/?v=3a1ed7090bfa>. [cit. 2024-05-07].

Obr. 07: NYC GOV. ENVIRONMENTAL PROTECTION. Green Infrastructure Rain Gardens. Online. Dostupné z: <https://www.nyc.gov/site/dep/water/rain-gardens.page>. [cit. 2024-05-23].

Obr. 08: ECOSTRESS/NASA/JPL-CALTECH. K identifikaci takzvaných hotspotů, tedy oblastí měst s výraznějším přehříváním, se často využívá družicových měření teploty povrchu (situace v Praze 18. června 2022). Online. In: . 2020. Dostupné z:

<https://ct24.ceskatelevize.cz/clanek/veda/ve-meste-muze-byt-az-o-deset-stupnu-tepleji-nez-na-venkove-tepelne-ostrovy-komplikuji-treba-spanek-6361>. [cit. 2024-05-21].

Obr. 09: BUSHMAN TANKS. What are Retention/Detention Systems & Why They are Important. Online. In: . Dostupné z: <https://www.bushmantanks.com.au/blog/what-are-retention-detention-systems-why-they-are-important>. [cit. 2024-05-20].

Obr. 10: SEMIOS. Understanding Evapotranspiration (ET). Online. In: . 2021. Dostupné z: <https://blog.semios.com/understanding-evapotranspiration>. [cit. 2024-05-20].

Obr. 11: Glass springs vizualizace + plakát, vlastní tvorba

Obr. 12: Vlastní skica-parkovací stání 7500x5000 mm

Obr. 13: Vlastní skica - parkovací stání 5000x5000 mm

Obr. 14: Model kombinovaný se skicou, vlastní tvorba

Obr. 15: Model kombinovaný se skicou, vlastní tvorba

Obr. 16 - 21: Fólie mezi stromy, vlastní fotografie

Obr. 22: SARACENO, Tomás a RAMOS, Filipa Ramos. On Space Time Foam. Online. 2012. Dostupné z: <https://studiotomassaraceno.org/on-space-time-foam/>. [cit. 2024-05-20].

Obr. 23: PLASTIQUE FANTASTIQUE. Pf. Online. Dostupné z: <https://plastique-fantastique.de/All-Projects>. [cit. 2024-05-20].

Obr. 24: PLASTIQUE FANTASTIQUE. Pf. Online. Dostupné z: <https://plastique-fantastique.de/All-Projects>. [cit. 2024-05-20].

Obr. 25: ATELIÉR KRISTOFFER TEJLGAARD builds fully transparent 'water droplet' pavilion architecture. Online. 2019. Dostupné z: <https://www.designboom.com/architecture/kristoffer-tejlgaard-water-droplet-pavilion-copenhagen-06-16-2019/>. [cit. 2024-05-20].

Obr. 26: PLASTIQUE FANTASTIQUE. Pf. Online. Dostupné z: <https://plastique-fantastique.de/All-Projects>. [cit. 2024-05-20].

Obr. 27: PLASTIQUE FANTASTIQUE. Pf. Online. Dostupné z: <https://plastique-fantastique.de/All-Projects>. [cit. 2024-05-20].

Obr. 28: Technický výkres prostoru 3 parkovacích míst - vlastní výkres