

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA HYDROMELIORACÍ A KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Studie návrhu uplatnění prvků mikrozávlahy ze sortimentu Hunter na zelených
střechách rodinného domu, jako alternativa úsporného zavlažování**

Study of the proposal for the application of microirrigation elements from the Hunter
range on the green roofs of a family house

Autor: Leona Marešová

Vedoucí práce: Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.

Praha 2023



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Marešová	Jméno: Leona	Osobní číslo: 495025
Zadávací katedra: Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor/specializace: Vodní hospodářství a vodní stavby		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie návrhu uplatnění prvků mikrozávlahy ze sortimentu Hunter na zelených střechách rodinného domu, jako alternativa úsporného zavlažování.

Název bakalářské práce anglicky: Study of the proposal for the application of microirrigation elements from the Hunter range on the green roofs of a family house.

Pokyny pro vypracování:
V teoretické části Vaší bakalářské práce uveďte jednotlivé druhy zelených střech a jejich konstrukční zásady. Uveďte přehled prvků závlahy a zejména mikrozávlahy ze systému Hunter vhodných pro využití na zelených střechách, popište jejich výhody a nevýhody.
V praktické části práce pro zadanou situaci ozeleněných ploch rodinného domu navrhnete rozmístění prvků mikrozávlahy do automatického závlahového systému. Jako zdroj vody uvažujte akumulární dešťovou nádrž s dopouštěním vody ze sekundárního zdroje.
Popište simulaci závlahy zelené střechy i mikrozávlahy na irivozúku.

Konzultant: Ing. Petr Antoch

Seznam doporučené literatury:
Standardy pro navrhování, provádění a údržbu zelených střech, <https://www.zelenestrechy.info/standards-ke-stazeni>
<http://www.zelenastrecha.cz/>
www.szuz.cz
ČSN 75 0434 Meliorace - Potřeba vody pro doplňkovou závlahu.
TNV 75 4310 Závlahová zařízení pro mikrozávlahy
TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami
Technologický předpis + Tabulky Irimon
ČVUT: Voda ve městě - metodika

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 2.3.2023 Termín odevzdání BP v IS KOS: 22.5.2023
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)



Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pouze za odborné asistence vedoucí práce Ing. Pavly Schwarzové, Ph. D. a konzultanta Ing. Petra Antocha a veškerou použitou literaturu jsem řádně označila a uvedla v příloženém seznamu literatury.

V Praze dne

Podpis.....



Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala především vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Pavle Schwarzové, Ph.D., za odborné vedení, poskytnuté rady, její čas, pomoc a především ochotu.

Další poděkování patří Ing. Petru Antochovi z firmy IRIMON spol. s r. o., za odborné rady při návrhu závlahového systému v rámci praktické části bakalářské práce.

V neposlední řadě bych chtěla poděkovat Ing. Jiřímu Mrtkovi za odbornou konzultaci ohledně problematiky zelených střech.



Anotace

Tato bakalářská práce je zaměřená na návrh automatického závlahového systému na zelených střechách rodinného domu s použitím prvků mikrozávlahy. V teoretické části jsou shrnuty základní informace o zelených střechách, jejich rozdělení a konstrukční zásady. Další kapitola je věnována mikrozávlaze. Jsou zde popisovány jednotlivé druhy mikrozávlahy, jejich výhody a nevýhody, ale také jejich využití. V neposlední řadě se tato část věnuje automatickému závlahovému systému. Je zde vysvětleno, co automatický závlahový systém je, jaké části obsahuje nebo co je potřeba provést před jeho spuštěním. V praktické části je tento automatický systém ukázán na studijní pomůcce, takzvaném Irivoziku. Dále je zde navržen automatický závlahový systém s prvky mikrozávlahy pro rodinný dům se sedmi zelenými terasami, jednou zelenou střechou a společnou zahradou. Jako zdroj vody byla zvolena dešťová voda z navržené nádrže. Nakonec byla provedena diskuse potřeby vody pro jednotlivé terasy pro návrh co nejefektivnějšího zavlažování.

Klíčová slova: zelená střecha, mikrozávlaha, automatický závlahový systém, potřeba vody, úspora vody

Abstract

This bachelor thesis focuses on the design of an automatic irrigation system on the green roof of a family house using micro-irrigation elements. The theoretical part summarizes basic information about green roofs, their classification and design principles. The next chapter is devoted to micro-irrigation. The different types of micro-irrigation, their advantages and disadvantages, as well as their applications are described. This section also deals with automatic irrigation systems. It explains what an automatic irrigation system is, what parts it contains or what needs to be done before it can be started. In the practical part, the automatic irrigation system is demonstrated using a study aid, the so-called Irivozik. Furthermore, an automatic irrigation system with micro-irrigation elements is designed for a family house with seven green terraces, one green roof and a common garden. Rainwater from the proposed reservoir was chosen as the water source. Finally, a discussion of the water requirements for each terrace was carried out to design the most efficient irrigation.

Key words: green roof, microirrigation, automatic irrigation system, water need, water saving



Obsah

1	Úvod.....	9
2	Zelené střechy	11
2.1	Definice zelené střechy	11
2.2	Rozdělení zelených střech.....	11
2.2.1	Extenzivní zelené střechy.....	12
2.2.2	Polointenzivní zelené střechy.....	12
2.2.3	Intenzivní zelené střechy	12
2.2.4	Nepochozí zelené střechy.....	13
2.2.5	Pochozí zelené střechy	13
2.2.6	Pobytové zelené střechy	13
2.2.7	Rozdělení zelených střech podle sklonu	14
3	Mikrozávlaha	15
3.1	Pojem mikrozávlaha.....	15
3.2	Přehled prvků mikrozávlahy	15
3.2.1	Kapkovací potrubí, kapkovací pásy – nadzemní instalace.....	15
3.2.2	Kapkovací potrubí, kapkovací pásy – podzemní instalace.....	17
3.2.3	Bodová mikrozávlaha.....	17
3.2.4	Mikropostřik.....	19
4	Automatický závlahový systém	21
4.1	Co je to automatický závlahový systém.....	21



4.1.1	Zdroj vody pro AZS	21
4.1.2	Části AZS	22
4.1.3	Montáž AZS	23
4.1.4	První spuštění AZS + servis	25
4.2	Irivozík	27
4.2.1	Hlavní části Irivozíku	28
4.2.2	Mikrozávlaha na Irivozíku	29
5	Praktická část	31
5.1	Charakteristika klimatu	31
5.2	Charakteristika řešeného objektu	32
5.3	Vegetace	33
5.3.1	Rozdělení do sekcí a druhy závlahy	34
5.4	Potřeba vody pro závlahu	34
5.5	Návrh zavlažovacího systému	44
5.5.1	Hospodaření s dešťovou vodou	44
5.5.2	Zdroj vody	45
5.5.2	Návrh čerpadla	48
5.5.3	Hlavní sestava	57
5.5.4	Filtr mechanických nečistot	58
5.5.5	Elektromagnetický ventil	58
5.5.6	Ovládací systém	59



5.5.7	Senzory.....	60
5.6	Kalkulace projektu.....	61
6	Závěr.....	62
7	Bibliografie.....	63
8	Seznam obrázků.....	66
9	Seznam tabulek.....	68
10	Seznam příloh.....	70
11	Seznam výkresů.....	70



1 Úvod

V současné době rapidně roste množství zastavěného území na úkor přírodních ploch. Pro vývoj lidstva je tento postup přirozený. S nárůstem obyvatel je potřeba zajistit všem obydlí a další budovy potřebné pro fungování společnosti. Rozvojem měst ale bohužel dochází k poklesu zelených ploch, které mají pozitivní vliv na ovzduší. S nedostatkem zelených ploch totiž souvisí dlouhodobé zhoršení stavu atmosféry nebo růst venkovních teplot, což negativně také ovlivňuje výskyt flory a fauny, jelikož jsou přírodní plochy nahrazovány zejména betonem nebo asfaltem.

Zejména v letních měsících je klima ve městech opravdu nepříznivé, jelikož antropogenní plochy vytvářejí takzvané městské tepelné ostrovy, které jsou pro obyvatele velice nepříjemné. Z tohoto důvodu také často v létě hledají příjemnější prostředí například v zahradách nebo parcích. Těchto ploch ale také není mnoho. Každá možnost zvýšení počtu zelených ploch je proto pro klima přínosem. Uprostřed zastavěného území ovšem není jednoduché najít místo, kde by mohl nový park vzniknout, využití střechy pro vytvoření zeleně se tedy jeví jako výhodná volba. Kromě přínosů ve zlepšení mikroklimatu plní také funkci estetickou. Pohled na zelenou střechu může být opravdu krásný.

Pro udržení zelené plochy, která bude správně plnit své funkce, je nutné jí dodávat potřebné množství vody, které mnohdy postrádá. Kde ale takové množství vzít? Vhodným způsobem pro závlahu zeleně může být sběr dešťové vody z ploch, kde se voda není schopna vsáknout, například asfalt nebo beton. Tato voda může být poté akumulována v nádrži, odkud bude využívána pro závlahu.

Dalším problémem lidské společnosti je plýtvání vodou. Vody je na Zemi nedostatek a je potřeba s ní uvážene nakládat. Je proto dobré regulovat množství vody, kterým bude daná zelená plocha zalévána. Tímto úsporným způsobem zavlažování by mohla být mikrozávlaha, která rostlinám vodu dává v menším množství, a to přesně do místa, kde rostlina potřebuje. Omezuje se tak například množství vody, která se odpaří nebo kterou rostlina nedokáže využít.

V rámci své bakalářské práce jsem se rozhodla zabývat se uplatněním prvků mikrozávlahy na zelených střeších. Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V teoretické části jsou uvedeny jednotlivé prvky mikrozávlahy ze sortimentu Hunter. Pro ukázkou jejich využití byl použit Irivozík, který bude sloužit jako výuková pomůcka. Je zde také řešena základní



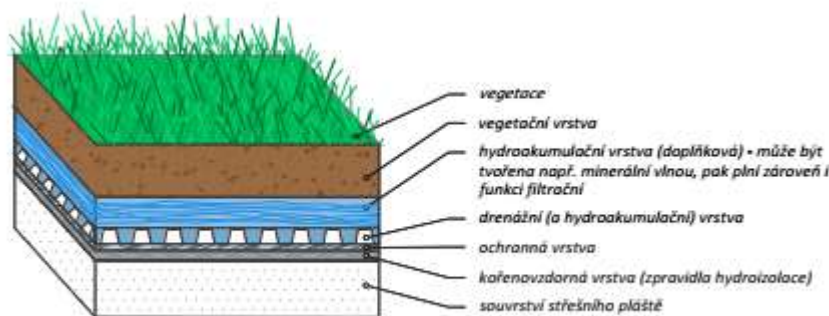
problematika automatického závlahového systému. V praktické části je poté prováděn návrh automatického závlahového systému na zadané zelené střeše.

2 Zelené střechy

V dnešní době se potýkáme s nedostatkem zeleně v zastavěném území, což má negativní vliv na vývoj klimatu. Jedním z řešení tohoto problému může být v intravilánu například výstavba zelených střech. Tyto střechy mají ekologické přínosy. Pomáhají udržovat stabilnější teplotu domu, v létě stavbu dokáží ochladit, v zimě naopak pomáhají snižovat ztráty tepla kvůli tepelným mostům. Zelené střechy též ovlivňují klima i ve městě, nejen v budově. Například v létě pomáhají narušit tepelné ostrovy a nabízejí nový pobytový prostor s lepším mikroklimatem. Navíc pohled na zelenou střechu je pro spoustu lidí příjemnější než na střechu klasickou, mají tedy přínos i estetický.

2.1 Definice zelené střechy

Zelená střecha je střecha, která je pokryta vegetací. Její skladba bývá oproti obvyklé střechě opatřena ještě dalšími vrstvami, které jsou nutné pro správnou funkci zelené střechy. Obvykle se jedná o vrstvu vegetační, filtrační, drenážní, ochrannou a separační. Tato vrstva je možné ještě obohatit o vrstvu kořenovzdornou a hydroakumulační (viz obrázek č. 1). [1]



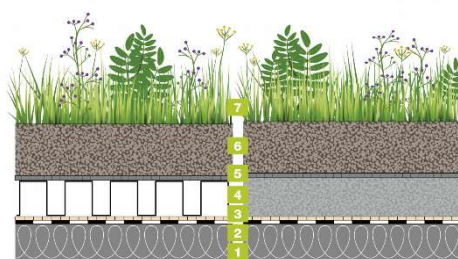
Obrázek č. 1: Příklad skladby vegetačního souvrství na zelené střechě

2.2 Rozdělení zelených střech

Zelené střechy je možné dělit podle několika faktorů. Mezi nejčastější patří například podle druhu vegetace, podle přístupnosti nebo podle sklonu.

2.2.1 Extenzivní zelené střechy

Extenzivní zelené střechy jsou z hlediska výskytu nejčastější a jsou to střechy, které lze vystavět na téměř jakékoliv střeše. Vzhledem k tomu, že mocnost vegetačního souvrství se zpravidla pohybuje v rozmezí 60–150 mm, netvoří příliš velké zatížení pro střešní konstrukci, jejich hmotnost se pohybuje mezi 50–200 kg/m². Na extenzivních střechách se pěstují zejména odolné druhy rostlin, jako jsou například netřesky nebo rozchodníky. Tyto střechy se využívají zejména jako pohledové, případně pro zlepšení mikroklimatu nebo přispívají k retenci vody. Nebývají většinou určeny jako pochozí ani pobytové, pokud je ale vznesen požadavek, je možné vytvořit pochozí cesty pomocí dlažby či kamenů. [2]



1. Střešní konstrukce
2. Hydroizolační vrstva
3. Ochranná vrstva
4. Drenážní vrstva
5. Filtrační vrstva
6. Extenzivní substrát
7. Vegetace

Obrázek č. 2: Skladba extenzivní zelené střechy [11]

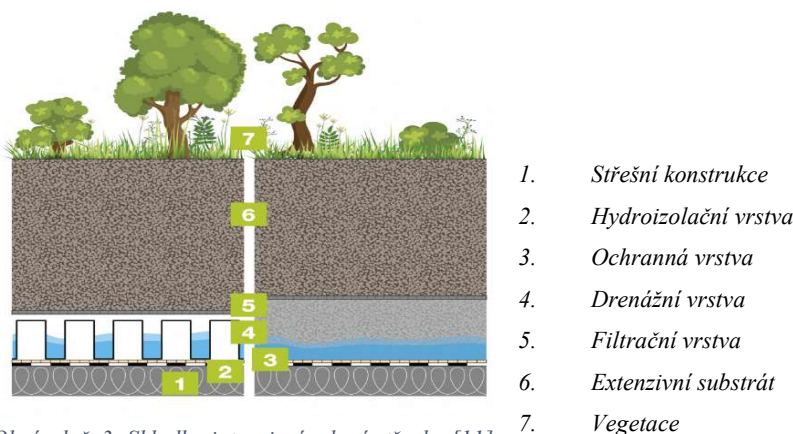
2.2.2 Polointenzivní zelené střechy

Polointenzivní zelené střechy mají oproti extenzivním vyšší nároky na péči rostlin a vyšší mocnost vegetačního souvrství, která se zde uvažuje cca 150-350 mm. Jedná se o střechu, kam je vhodné použít druhy vegetace, které jsou pohledově přitažlivější, avšak stále odolné. Mezi tyto druhy patří například trávy, byliny, odolné trvalky nebo dřeviny. Hmotnost těchto zelených střech je okolo 200-250 kg/m². V suchých obdobích je potřeba tento typ střechy zavlažovat. Polointenzivní zelené střechy bývají také nepochozí, s případnou možností vytvoření pochozích cest z dlažby, šterku nebo kamenů. Oproti extenzivním již má předepsanou vyšší údržbu, jako je záливka, vypletí či hnojení. [2]

2.2.3 Intenzivní zelené střechy

Intenzivní zelené střechy jsou z uvedených nejnáročnější na péči a údržbu. Je potřeba pro ně zajistit dostatečnou únosnost střešní konstrukce, bývají značně těžší než předchozí typy zelených střech. Jejich hmotnost zpravidla přesahuje 350 kg/m². Mocnost vegetačního souvrství zpravidla převyšuje 300 mm, často dosahuje až 700 mm. Rostliny na těchto střechách jsou zpravidla

náročnější na údržbu, potřebují vlastní zavlažovací systém a jejich péče často probíhá jako u okrasné zahrady. Mezi vegetací, která se běžně používá na intenzivní zelené střechy, patří například trávník, různé druhy trvalek, keřů, stromů nebo případně užitkové rostliny. Tyto zahrady bývají využívány jako pochozí, či pobytové. Mohou dokonce plnit funkci střešních zahrad. Také pomáhají k akumulaci vody. [2]



Obrázek č. 3: Skladba intenzivní zelené střechy [11]

2.2.4 Nepochozí zelené střechy

Jedná se o typ střech, které jsou běžně nepřístupné a vstup je na ně povolen pouze v případě nutné údržby. Jsou celoplošně pokryty vegetací a nemusí být viditelné z okolí. V tomto případě se jedná o střechy, které slouží pouze k tepelné izolaci objektu a akumulaci dešťové vody. Plní kromě zmíněných funkcí ještě funkci estetickou.

2.2.5 Pochozí zelené střechy

Pochozí střechy také nejsou veřejně přístupné, jsou přístupné pouze pro omezený kruh osob, zejména kvůli obsluze. Tento typ zelených střech plní mimo jiné akumulační a estetickou funkci. Z důvodu nutné obsluhy bývá žádoucí zřídit na střeše chodníčky například z dlaždic, aby střecha neztratila svoji estetickou funkci.

2.2.6 Pobytové zelené střechy

Tento typ střech je běžně přístupný osobám využívajícím daný objekt. Z tohoto důvodu je výhodnější intenzivní typ pobytové střechy. Tyto střechy mohou být jak soukromé (terasa na rodinném domě), tak i veřejné (například terasa sídla firmy). Součástí pobytové střechy musí

být zajištění zabezpečení návštěvníků, například osazení zábradlí z důvodu nebezpečí pádu osob z výšky. [2]

2.2.7 Rozdělení zelených střech podle sklonu

Jde o zelené střechy, jejichž sklon nepřesahuje 5° . V případě ploché střechy je výhodná výsadba zeleně zejména z důvodu ochrany před nepříznivými povětrnostními podmínkami.

O šikmých zelených střechách hovoříme v případě, že se jejich sklon pohybuje v rozmezí 5° - 45° . Tyto střechy můžeme dále dle sklonu rozdělit na následující typy: šikmé střechy s mírným sklonem (5° - 20°) a šikmé střechy s velkým sklonem (20° - 45°). Hlavní důvod tohoto rozdělení je kvůli nutnosti konstrukčního zajištění substrátu proti sesuvu.

Zelené střechy jsou strmé, pokud jejich sklon přesahuje 45° . I zde je nutné náročnější zajištění substrátu proti sesuvu. Možný způsob řešení stabilizace substrátu je pomocí střešních tašek obsahujících substrát (viz obrázek č. 4). [2]



Obrázek č. 4: Realizace strmé zelené střechy [21]



3 Mikrozávlaha

3.1 Pojem mikrozávlaha

Jak je z názvu patrné, nejedná se o velkoplošnou závlahu, nýbrž o závlahu jednotlivých rostlin, či jejich skupin. Jednotlivé druhy mikrozávlahy fungují na podobném principu. Dávkují přesné množství vody do daného místa – například do kořenového systému rostliny.

Oproti jiným druhům závlah, jakým je například postřik, pracuje mikrozávlaha za pomoci nižších tlaků a průtoků. Konkrétní tlak pro využívání mikrozávlahy se uvažuje 1–3 bar. Další rozdíl mikrozávlahy oproti jiným druhům je v požadavcích na filtraci. Pro mikrozávlahu je doporučeno filtrovat vodu minimálně sítím 120 MESH. [3]

3.2 Přehled prvků mikrozávlahy

Mikrozávlaha se dělí na 4 typy, které se využívají dle potřeby. Výběr typu mikrozávlahy záleží především na lokalitě, kde je potřeba závlahu využít. Dalším důležitým aspektem pro návrh druhu závlahy je druh rostliny, jelikož každá rostlina má rozdílné požadavky. Mikrozávlaha může být instalována jako podzemní i nadzemní. Podzemní mikrozávlaha může být instalována do různé hloubky. Záleží na kořenovém systému dané rostliny. Například pro trávník je hloubka uložení uvažována cca 12 cm. [4]

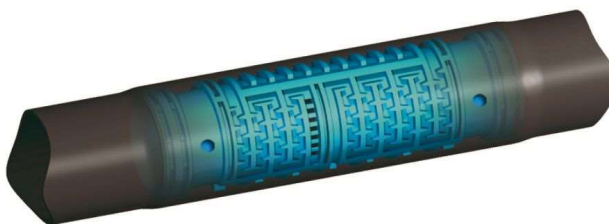
Mikrozávlaha je rozdělována podle provedení, jakým zavlažujeme na kapkovací potrubí a kapkovací pásy v nadzemní i podzemní instalaci, bodovou mikrozávlahu, a mikropostřik. [5]

3.2.1 Kapkovací potrubí, kapkovací pásy – nadzemní instalace

Kapkovací pásy jsou nejjednodušším druhem mikrozávlahy. Jedná se spíše o jedno sezónní záležitost. Používají se zejména pro závlahu v zemědělství, kdy se počítá s jejím zničením. Při orbě bývá závlaha poničena, proto se nevyplatí využívat kapkovací potrubí, ale navrhuje se tato levnější alternativa. Při pěstování plodin, jako jsou například jahody, nedochází k orbě ani jiným pracím s velkými stroji, proto mohou být kapkovací pásy používány i více sezón. Jsou ovšem celkově náchylnější k poničení. [4]

Dražší alternativou pro pásy je kapkovací potrubí, které je hojně využíváno v místech, kde není nijak ohroženo. Jedná se také o nadzemní druh mikrozávlahy, který funguje na stejném principu jako kapkovací pásy. Tento typ mikrozávlahy je opatřen takzvaným labyrintem (viz

obrázek č. 5), který umožňuje „odkapávání“ vody v pravidelných intervalech. Labyrint je důležitý hlavně z toho důvodu, aby závlaha fungovala stejně na začátku jako na konci sekce. Postupně po směru proudění vody se zmenšuje tlak v potrubí, proto by závlaha bez labyrintu nefungovala rovnoměrně.



Obrázek č. 5: Labyrint v kapkovacím potrubí [3]

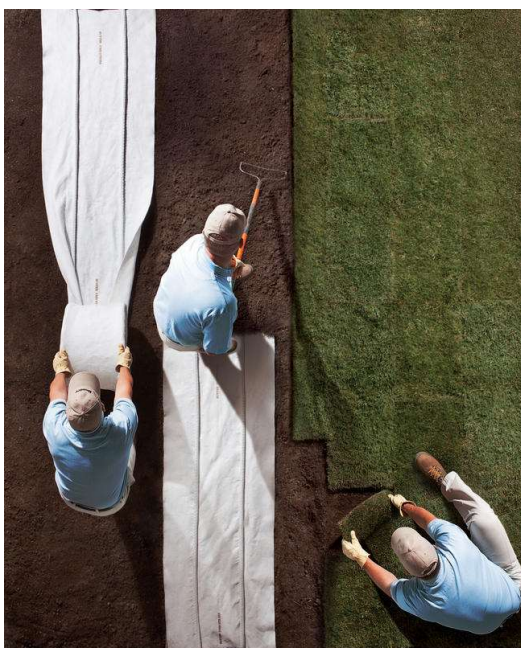
Kapkovací potrubí můžeme dále rozdělit podle potřeby usměrňování tlaku v potrubí. Pokud nepotřebujeme nijak regulovat rozdíly tlaku a nevadí nám rozdíly průtoku po délce linky, můžeme použít levnější variantu kapkovače bez kompenzace tlaku. Pokud je potřeba tlak homogenizovat, je nutné využít kapkovací potrubí s kompenzací tlaku. Vzhledem k jeho nízké trvanlivosti se kapkovací potrubí často využívá při výsadbě dřevin, které potřebují závlahu pouze dokud si nevytvoří správný kořenový systém. To trvá přibližně několik let.

Kapkovací potrubí a kapkovací pásy mají kapkovače vestavěné v potrubí po určitých délkách (obvykle po 20, 30, 40, 50, 60, 100–150 cm). Vyrábí se o průměru 16 mm nebo 20 mm. Tlak v potrubí závisí zejména na tloušťce stěny potrubí, pohybuje se ale v rozmezí 0,5 - 2 bar. [5]

Kapkovací potrubí je výhodné v tom, že je možné ho instalovat jako nadzemní, ale i jako podzemní závlahu. Nadzemní závlaha musí být kotvena pomocí speciálních úchytů, aby ji proudící voda nebo pohyby okolí nijak neposouvaly. Oproti tomu podzemní instalace vyžaduje speciální typ kapkovacího potrubí. Rostliny si pod zemí totiž vytváří kořenový systém, který se může dostat do otvorů kapkovačů. Proto je nutné jako podzemní potrubí použít potrubí, které je opatřené herbicidy či měděnými destičkami. Další výhodou kapkovacích potrubí je zejména úspornost. Voda je směřována přesně do míst, kde je potřeba, a není jí větší než nutné množství. Mezi další výhody patří cena. Vzhledem k tomu, že například kapkovací pásy se často používají pro zavlažování na jednu sezónu, je cena stěžejní záležitostí. [4]

3.2.2 Kapkovací potrubí, kapkovací pásy – podzemní instalace

Podzemní závlaha funguje na stejném principu jako nadzemní, jen je uložena v zemi. Pro tento typ závlahy existuje na trhu vylepšené řešení, tzv. zavlažovací rohože. Jedná se o spojení několika kapkovacích potrubí, které jsou upevněné ve filcové rohoži po 35 cm a jednotlivé kapkovače jsou vzdáleny 30 cm. Používá se zejména pro podpovrchovou závlahu travních ploch, nízké výsadby nebo závlahu keřů. Maximální doporučená délka 1 přímé větve je 70–100 m. [5]



Obrázek č. 6: Instalace zavlažovací rohože [3]

3.2.3 Bodová mikrozávlaha

Bodová mikrozávlaha je dalším hojně využívaným druhem zavlažování. Jedná se v principu o podobný způsob jako kapkovacího potrubí, avšak principiálně se kapková závlaha od bodové liší většími výtoky. Rozteč jednotlivých kapkovačů většinou není pevně daná. Každá realizační firma si otvory pro další práci vytváří sám dle rozmístění zavlažovaných rostlin. Otvory se tvoří pomocí speciálních nožíků, aby byl následný otvor v požadované velikosti. Do těchto otvorů se následně umísťuje mikrozávlaha dle volby. Můžeme použít kapkovače, bodové jehly nebo mikrozávlahače. Fungují při velmi nízkých tlacích, a to od 0,5 do 2 bar.

Výtokové otvory u bodové mikrozávlahy fungují v podstatě na stejném principu jako kapkovače u kapkovacího potrubí. Existuje velké množství různých kapkovačů, které se liší například na základě povoleného průtoku. Některé jsou opatřeny kompenzací tlaku. Průtok se pohybuje rozmezí 2 až 8 l/hod.



Obrázek č. 7: Kapkovače

Stejně tak jsou na trhu také mikrozavlažovače (tzv. bubbler) s kompenzací či bez kompenzace tlaku. Používají se zejména pro rostliny v květináčích nebo ve sklenících. Tyto bubblery také nalezneme v prvcích podzemní závlahy stromů, tzv. „RZWS“ (root zone watering system), které je mají umístěné na vrchu (viz obrázek č. 7). Jedná se o soustavu perforovaných válců, které se využívají pro závlahu kořenového systému stromů a keřů. Tento systém umožňuje přivádět ke kořenům vodu, vzduch i živiny. Zároveň pomáhá odvětrávat kořenový systém. Jejich výtok se pohybuje v rozmezí 0,9 až 1,9 l/min. RZWS bychom mohli najít zejména v parcích a jiných veřejných plochách, nebo na zahradách.



Obrázek č. 9: Mikrozavlažovač MINI BUBBLER [3]



Obrázek č. 8: Root zone watering systém [13]

Zavlažovací jehly se používají zejména do květináčů (viz obrázek č. 9). Rozvodné potrubí je vedeno mezi květináči a jednotlivé jehly jsou ukládány přímo do zeminy v květináčích.



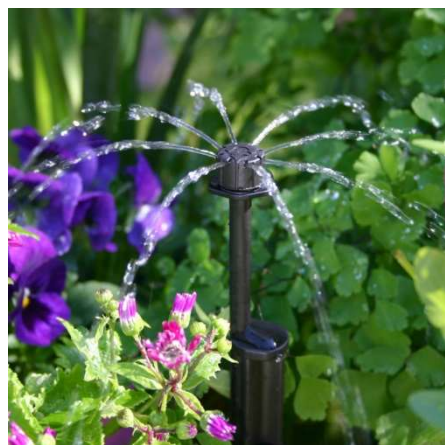
Obrázek č. 10: Kapkovácí jehla s koncovým bodcem [3]

3.2.4 Mikropostřik

Pokud je potřeba zavlažovat keřové výsadby, skalky nebo skleníky, je vhodné použít mikropostřik. Oproti klasickým postřikovačům má výhodu v tom, že má jemnější paprsky, které nepoškodí malé rostliny. Jejich dostřik se pohybuje v rozmezí 2 až 7 metrů, ovšem existují i mikropostřikovače s menšími dostřiky. Například mikropostřikovače Spektrum mají poloměr dostřiku 0,3-2 m, jemnější Shrubbler poté mají 0,2 – 0,4 m (viz obrázky č. 10 a 11). [3]



Obrázek č. 12: Mikropostřikovač Spektrum [3]



Obrázek 11: Mikropostřikovač Shrubbler [3]

Výhoda mikropostřiku je, že může být uložen buď klasickým způsobem do země, odkud zavlažuje danou rostlinu stejným výsuvným způsobem jako klasické postřikovače, nebo je možné ho zavěsit od stropu. Druhý způsob je využíván zejména ve sklenících, kde je potřeba udržovat vlhkost ve vzduchu. Na závlahu okolního vzduchu se používají mlžiče.



Obrázek č. 13: Mikropostřikovač I-MINI WOBBLER [3]

4 Automatický závlahový systém

Zejména v letních měsících je nutné se starat o zavlažování trávníku a výsadeb u rodinného domu, ve veřejných parcích i na sportovních plochách. Pro úsporu vody a minimální obsluhu je výhodné použít automatický závlahový systém (AZS).

4.1 Co je to automatický závlahový systém

Jedná se většinou o podzemní výsuvný systém, který je na první pohled velmi nenápadný, nijak nenarušuje vzhled zahrady nebo jiné plochy. Je řízený elektronikou a je možné ovlivňovat dobu závlahy pomocí různých čidel. Mezi čidla patří srážková čidla, čidla půdní vlhkosti, větru, průtoku, teploty nebo například slunečního záření.



Obrázek č. 15: Čidlo srážek [3]



Obrázek č. 14: Senzor půdní vlhkosti [3]

4.1.1 Zdroje vody pro AZS

V dnešní době je snaha využívat co nejvíce srážkové vody, proto již častěji u automatického závlahového systému nalézáme dešťovou retenční nádrž. Ta je jako zdroj vody velmi výhodná, ale bohužel většinou není dostačující. Proto je vždy nutný přídatný zdroj vody například dopouštění z vodovodního řadu nebo ze studně. Hlavními výhodami dešťové vody pro závlahu jsou její teplota a kvalita. Má též velmi dobré chemické složení a pH.

Dešťová voda jako hlavní zdroj je často nedostatečná, proto se využívá jako dodatečný zdroj vodovodní řad. Tento zdroj je ze všech nejdražší, cena pitné vody se v Praze pohybuje kolem 120 Kč/m³ [6]. Další nevýhodou využití vodovodního řadu je fakt, že nemívá konstantní tlak, zejména ve špičkách. Také je nutno mít stvrzený smluvní vztah s dodavatelem. Naopak hlavní výhodou je její čistota, což výrazně snižuje náklady na filtraci, ale naopak chlorace pitné vody



může způsobovat problémy u některých druhů rostlin. Dále u vody z vodovodního řadu odpadají náklady na elektřinu pro čerpací stanici. Vodovodní řad má největší odůvodnění pro používání u a rodinných domů pro menší zahrady. Tam se zpravidla nevyplatí pořizovat si vrt.

Dalším možným způsobem dopouštění je právě již zmíněná podzemní voda z vrtu nebo ze studny. Kopané studny mívají zpravidla lepší kvalitu vody narozdíl od vrtaných. Ty totiž velmi často nasávají jemné částice z okolí. Z těchto důvodů se voda z vrtané studny často přečerpává do akumulární nádrže. [7]

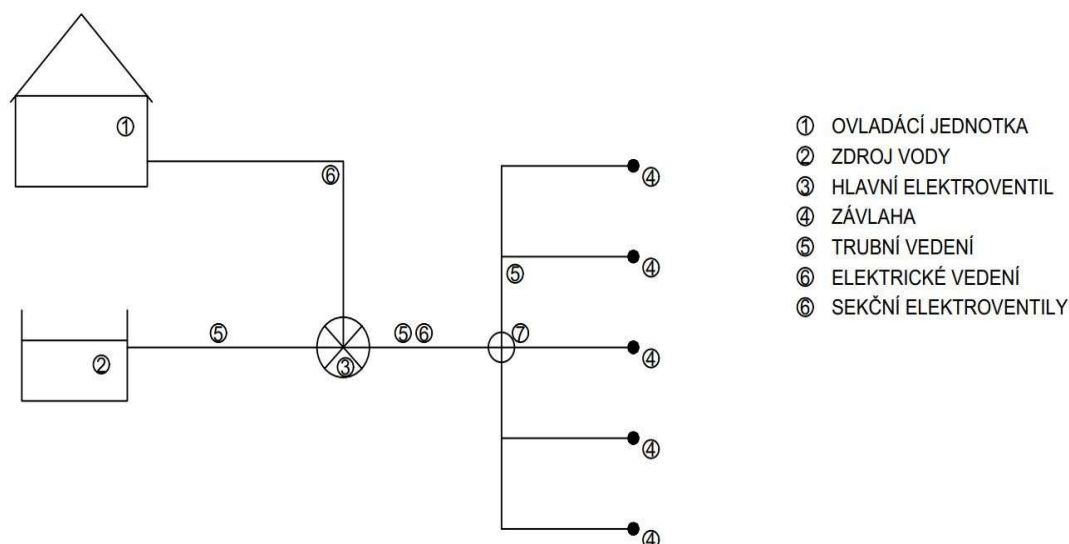
Dalším potenciálním zdrojem vody pro zavlažování je šedá voda. Ta není výhodná pro mikrozávlahu, kvůli vysokým požadavkům mikrozávlahy na filtraci. Pro automatický závlahový systém musí být tato voda ředěna. Je spíše výhodnější ji využívat pro ruční kropení. I za těchto podmínek je nutné vyjádření Krajské hygienické stanice.

Velmi výjimečným zdrojem vody pro závlahu se může stát povrchová voda. V tomto případě se jedná o čerpání vody z potoků nebo jezer. Tento způsob je ovšem povolován ve velmi výjimečných případech, jelikož je dost nevýhodný. Mezi hlavní nevýhody je nutné zařadit například proměnlivost kvality vody, limity trvalého čerpání (zejména v letních měsících) a nebezpečí uložení elektrického čerpadla na veřejně přístupné místo.

4.1.2 Části AZS

Jednou z nejdůležitějších částí AZS je ovládací systém. Díky tomu může závlahový systém fungovat automaticky, dle našich předem nastavených požadavků. Ovládací systém se skládá z ovládací jednotky, čidel, hlavního elektromagnetického ventilu a sekčních ventilů.

Pro možnost správného fungování systému je potřeba ovládací jednotka. Tu je možné naprogramovat do závlahových režimů dle daných požadavků. Je v ní možné nastavení takzvaného závlahového kalendáře, dle kterého potom otvírá a zavírá hlavní i sekční elektromagnetické ventily, které spouští závlahu. Umístění ovládací jednotky záleží na požadavcích, dle toho se také vybírá přesný typ jednotky. Pokud je to možné, je ideální jednotku umístit do interiéru, aby byla co nejlépe chráněna před vlhkostí. Pokud se umísťuje do exteriéru, je nutné ji uložit do speciální ochranné schránky a nevystavovat ji přímému dešti.



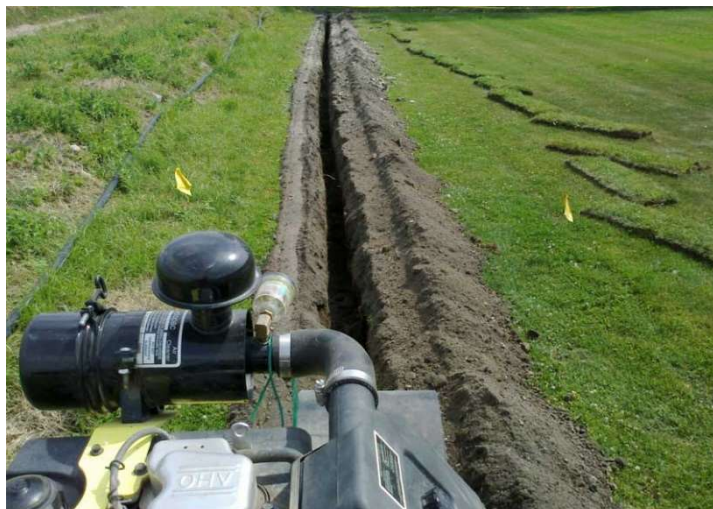
Obrázek č. 16: Schéma AZS

4.1.3 Montáž AZS

Ještě před montáží je velice důležité důkladně provést přípravné práce. Nutností je si celý systém správně rozměřit a vytyčit. Pro lepší orientaci se používají praporky pro vytyčování postřikovačů. Každá sekce je značena jinak barevnými praporky, což přidává na přehlednosti staveniště a je potom méně pravděpodobné, že dojde k chybě a sekce budou zapojeny jinak, než bylo plánováno. Po praporecích přijde na řadu vodou rozpustný sprej. Ten slouží k vyznačení trubních vedení.

Po vytyčení a vyznačení celého systému přichází na řadu výkopové práce. Ty je možné provádět několika způsoby. Jedná se buď o ruční, nebo strojové práce. Ruční loupání trávníku probíhá například pomocí rýčů. Podstatné je loupat trávník o dostatečné šířce, aby se vytvořila rýha, do které se vejde potrubí. Zároveň je dobré se snažit nedělat rýhy zbytečně moc široké, aby se trávník nepoškodil, pokud to není nezbytné. Po ručním loupání se trávník pokládá na folii, dokud nebude možné ho uložit zpět na své původní místo. Tato folie musí být černá. Průhledná by mohla způsobit spálení trávníku. Pokud je potřeba loupat větší délky, je možné tuto práci dělat strojově. Na speciálním stroji se nastaví požadovaná hloubka a poté se s jeho pomocí trávník sloupne. Stroj rovnou ukládá drn do návínu, což není pro trávník dobré dlouhodobě, pokud tedy není možné ho uložit ještě tentýž den, je nutné ho rozložit na folii a zalít. Po loupání trávníku přichází na řadu výkopové práce. Ty probíhají většinou strojově pomocí fréz o šířkách dle potřeby. Jestliže je prostor stísněný a není možné použít stroj, je často nutné provádět výkopové

práce ručně. Při následném uzavírání výkopu je potřeba zeminu ztuhnout. V opačném případě by po navrácení drnu mohlo dojít k poškození plochy tím, že se budou místa po výkopech prohlubovat. [4]



Obrázek č. 17: Sloupnutý trávník a tvorba rýhy [23]

Po vytvoření výkopů přichází na řadu instalace trubních rozvodů. Potrubí se nejčastěji používá z polyethylenu. Prodává se namotaná a je lepší ho odmotávat ve dvou lidech, aby se zbytečně nelámalo a tím neničilo. Nebo existují takzvané „odmotávačky“, které pomůžou jednomu pracovníkovi. Postupně potrubí povolují pořád ve stejném směru, takže se naláme. Při ukládání potrubí se nejnižší ukládá zpravidla to, které bude nejdelší a má nejméně odboček. Nad ním se umísťují páteřní rozvody, které vedou k jednotlivým šachticím. Ukládá se do různé hloubky, zejména podle možností dané plochy, obvykle v rozmezí 15–40 cm. Je nutné nezapomenout na teplotní roztažnost potrubí. Nejdůležitější je neukládat do země potrubí rozehřáté na slunci, protože pokud ji ohrátou zakopeme, až pod zemí vychladne, může dojít ke zkrácení délky, tudíž například k vytržení z kolene či jiné tvarovky. I z tohoto důvodu je dobré potrubí do výkopu nenatahovat, ale nechat ho volně lehce navlněné.

Kabelové vedení je důležitou součástí montáže AZS. Používají se nejčastěji měděné kabely ICW nebo CYKY. Pro kabely o napětí do 30 V je možné použít stejný výkop jako pro trubní rozvody, přesto je doporučeno je ukládat do speciální chráničky. [4]

Při osazování elektromagnetických ventilů v šachticích je potřeba dbát na správné umístění. Jelikož je dobré udržovat ventily v suchu, ukládá se šachtice na podsyp (případně na podkladovou desku). Také se hodí dbát pozornosti na svažitosť terénu, když bude šachtice uložena pod svahem, bude do ní odtékat voda. Velmi často se ukládají do výsadby. Hlavním důvodem je estetika,



šachtice bude na první pohled skryta. Také je velice důležité v šachticích používat vodotěsné konektory pro kabely.

4.1.4 První spuštění AZS + servis

Pro správné fungování celého systému je nutné o něj řádně pečovat. Ještě před prvním spuštěním je důležité provést proplach systému. Jelikož je systém z velké části zakopán do země, není neobvyklé, že jednotlivé prvky mohou být znečištěny zejména zeminou. Tento proplach probíhá před instalací postřikovačů. V jejich místě se nechá pouze výtok z potrubí. Pokud ovšem bude postřikovač již nainstalovaný na systému, je lepší na něm ponechat proplachovou zátku. Tato zátku umožní soustředit vodu z proplachu do určitého místa, aniž by u postřikovače došlo k nežádoucímu postřiku. Seženeme ji v sadě s postřikovačem již při jeho nákupu.

Další důležitou částí před prvním spuštěním systému je provedení tlakové zkoušky. Průběh této zkoušky je předepsán normou ČSN 755911. Probíhá ještě před zasypáním výkopů, je totiž potřeba, aby všechny spoje zůstaly obnažené. Tlaková zkouška se provádí dvěma způsoby. První způsob, určený pro velké závlahové systémy je náročný, trvá okolo 8 hodin. Pro menší systémy o délce do 50 m se provádí takzvaná úseková zkouška. Do daného úseku se pustí na 15 min voda a sleduje se úbytek tlaku. Pokud je úbytek menší než 0,2 bar, pak je vše v pořádku a zkouška proběhla úspěšně. Pokud je větší, je nutné hledat zdroj problému. Ten bývá nejčastěji právě v místě spojů, proto je lepší nechat výkop otevřený.

Před prvním spuštěním systému je také důležité zkontrolovat všechny postřikovače, zda jsou nastavené na správné úhly. Také se nesmí zapomenout na nastavení ovládací jednotky. Tu je možné ovládat buď přes aplikaci například mobilním telefonem nebo přímo na místě. Ovládací jednotka má funkci testovacího provozu, při jejímž spuštění se spustí každá sekce na jednu minutu. Tím nám dává možnost si znovu zkontrolovat nastavení všech postřikovačů. Také upozorní na problém, pokud je například některý z ventilů uzavřený, díky funkci zkušebního provozu tuto chybu odhalíme ještě před spuštěním běžného provozu.

Jelikož se automatický závlahový systém pokládá do zámrazné hloubky, je potřeba ho na podzim zazimovat. Pokud by v systému zůstala voda, mohla by v potrubí zamrznout, což by mohlo potrubí trvale poničit. Pro zazimování systému se tedy využívá profouknutí vzduchem pomocí kompresoru. Je dobré zazimovávat pod stejným tlakem vzduchu, pod jakým funguje závlaha s vodou. Proto je výhodnější použít elektrický kompresor s tlakovou nádobou. Jestliže v potrubí zůstane velmi malé množství vody, není to problém. Voda ovšem nesmí zůstat



v postřikovačích ani ve ventilech. Pro zazimování větších ploch se využívá postup, při kterém se do nejnižšího místa systému umístí vypouštěcí ventil, a přebytečná voda tak odteče do recipientu. Kromě potrubí a postřikovačů je nutné zazimovat také další části systému. Například pro zazimování filtrů je nutné nejdříve filtr vyčistit, aby v něm nezamrzly žádné nečistoty. Poté je potřeba vyjmout čerpací vložku, která by se mohla zimou zničit. Dalším důležitým dílem jsou čerpadla. Pokud by v čerpadle nějaká voda zamrzla, nastal by problém a čerpadlo by se zničilo. Ponorná čerpadla mohou zůstat i nadále ponořená, ale musí být odpojena z elektřiny. Pokud ovšem necháme ponorné čerpadlo ponořené celou zimu, je možné, že se na něm začne tvořit vrstva vodního kamene.

Po zimě je důležité uvést systém zpět do provozu, jarní spuštění má také několik důležitých kroků. Nejdůležitějším krokem je důkladný proplach systému. Je pravděpodobné, že během zimy vznikne v systému biologické znečištění, které by mohlo postupně systém ucpávat. Dále je důležité zkontrolovat všechny ventily, zda nedošlo ke zpuchření některého těsnění. Také se kontrolují všechny postřikovače a ovládací jednotka. Většinou se po zimě mění baterie a kontroluje se celková funkčnost.

4.2 Irivozík

V rámci OP VVV vznikla výuková pomůcka, která imituje automatický závlahový systém. Irivozík, viz foto, jak z názvu vyplývá, jedná se o vozík, na kterém lze pozorovat prvky AZS a jak ve skutečnosti automatická závlaha probíhá. Hlavní výhodou Irivozíku je, že je mobilní. Je tedy možné ho převézt na potřebné místo, kde bude moct probíhat ukázka. Se svými rozměry 1500 x 800 x 1000 mm napodobuje automatický závlahový systém zahrady u rodinného domu, je však možné ho použít kdekoliv jinde. Jeho hlavní účel je výuková pomůcka pro studenty, je tedy zřejmé, že není určený pro užívání jako skutečné zavlažování. Jelikož se jedná o přenosnou výukovou pomůcku, je umístěn na kolech, které umožňují snadnější manipulaci.



Obrázek č. 18: Irivozík

4.2.1 Hlavní části Irivozíku

První částí Irivozíku je ovládací jednotka. Jedná se konkrétně o ovládací jednotku značky Hunter. Jednotka PRO-HC je určena pro použití v interiéru. Lze na ni zapojit maximálně 6 sekcí (+ 1 hlavní ventil) a je možné ji ovládat vzdáleně pomocí WiFi připojení z mobilního telefonu či tabletu nebo manuálně na dotykovém displeji. Má dva vstupy pro senzory, které mohou být od jednotky vzdáleny až 60 m. [3]



Obrázek č. 19: Ovládací jednotka na Irivozíku

Další důležitou součástí Irivozíku je filtr. Byl použit filtr FK06, který obsahuje jak proplachovatelný filtr, tak i redukční ventil. Za obvyklého provozu pouze protéká voda sítkem a postupuje rovnou k výstupu z filtru. Při proplachování filtru se otevře kulový ventil, aby mohly být vypuštěny usazené nečistoty. [8]



Obrázek č. 20: Filtr na Irivozíku

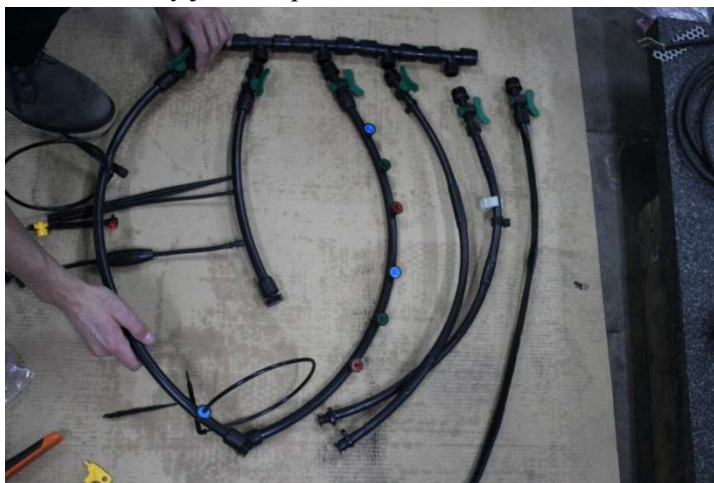
Za filtrem je umístěný vodoměr HC-075-FLOW s impulzivním výstupem. Tento vodoměr je propojený s ovládací jednotkou Hunter Hydrowse, které dokáže hlásit kritické změny v průtoku. Funguje tedy jako ochranný prvek závlahového systému. Kromě toho má funkci hlášení o spotřebě vody.



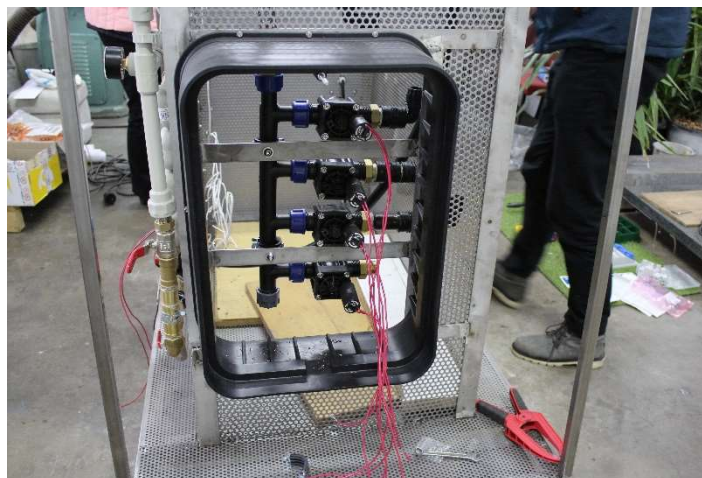
Obrázek č. 21: Irivozík – pohled na hlavní sestavu

4.2.2 Mikrozávlaha na Irivozíku

Na Irivozíku najdeme celkem 5 typů mikrozávlahy (viz obrázek č. 22). Prvním typem je kapkovací pás. Ten je zde představen jako nejjednodušší prvek mikrozávlahy, který se využívá zejména v zemědělství. Další dva typy jsou kapkovací potrubí. Pro názornou ukázkou pro studenty bylo přidáno potrubí bez kompenzace tlaku i s kompenzací tlaku. Na Irivozíku nalezneme také bodovou mikrozávlahu. Jedná se o kapkovače, které jsou na potrubí umístěny po cca 5 cm. Dalším zástupcem bodové mikrozávlahy je mikropostřikovač a mlžič.



Obrázek č. 22: Mikrozávlaha na Irivozíku



Obrázek č. 23: Šachtice se sekčními elektromagnetickými ventily



Obrázek č. 24: Bodová mikrozávlaha



Obrázek č. 25: Mikropostřik

5 Praktická část

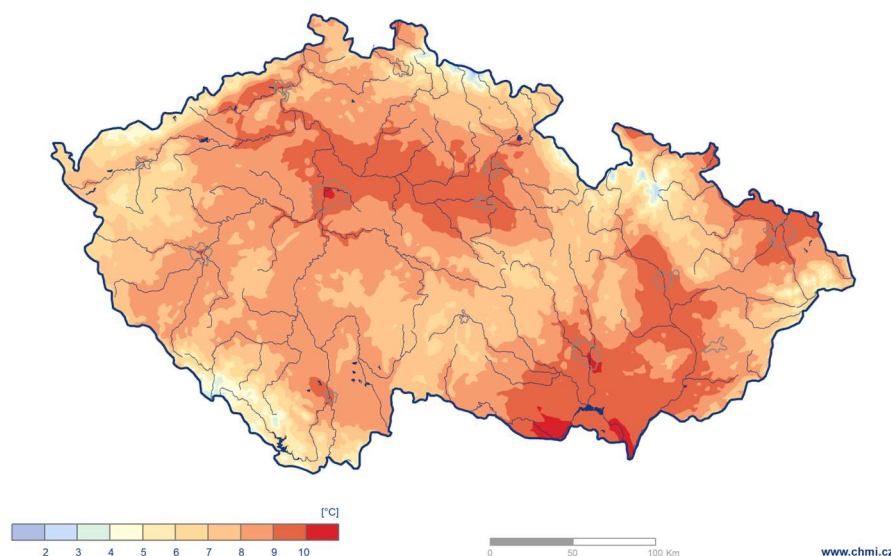
V praktické části práce bude navržen automatický závlahový systém pro zelenou střechu, terasy a zahradu rodinného domu dle zadané situace. Rodinný dům se nachází v centru Prahy a je rozdělen na 7 bytových jednotek.

5.1 Charakteristika klimatu

Stavba se nachází v intravilánu Prahy v mírném podnebném pásmu. Oblast by se dala charakterizovat jako přechod mezi kontinentálním a oceánským podnebím. Pro tu je typické střídání čtyř ročních období bez extrémních výkyvu počasí. Vlivem člověka se toto klima postupně mění a Praha se stává místem, kde dochází častěji k extrémním stavům. Z obrázku č. 27 je patrné, že Praha vytváří svůj vlastní tepelný ostrov.

Průměrná roční teplota vzduchu v roce 2021

Český
hydrometeorologický
ústav



Obrázek č. 26: Průměrná roční teplota vzduchu pro rok 2021 [15]

Teploty se v roce 2021 v Praze pohybovaly nad dlouhodobým normálem 1991–2020. V dubnu 2021 byly teploty o více než 3 °C vyšší než dlouhodobý normál a v květnu o 2,7 °C. V srpnu byla teplota vyšší o téměř 2 °C.

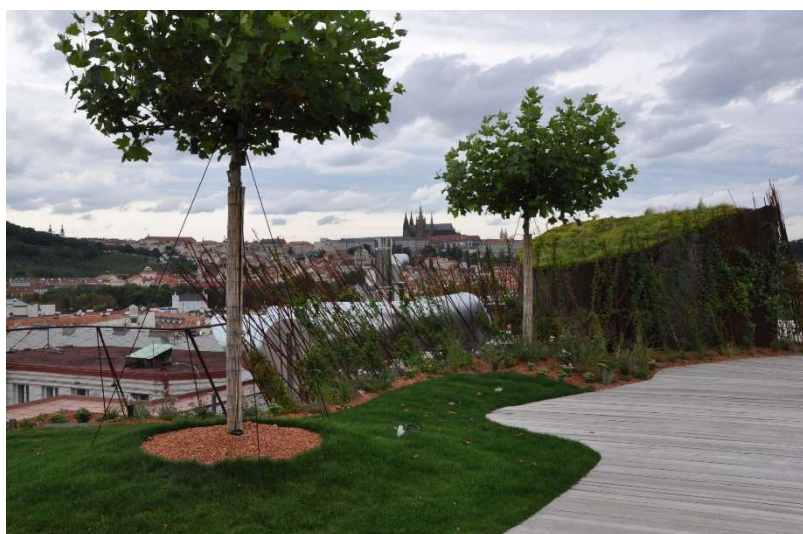
Kraj		Měsíc												Rok
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
Česká republika	T	-1,1	-0,8	2,6	5,4	10,6	18,8	18,8	16,0	14,2	8,0	3,6	0,4	8,0
	N	-1,4	-0,4	3,2	8,5	13,1	16,5	18,3	17,9	13,0	8,2	3,5	-0,4	8,3
	O	0,3	-0,4	-0,6	-3,1	-2,5	2,3	0,5	-1,9	1,2	-0,2	0,1	0,8	-0,3
Praha a Středočeský	T	-0,3	-0,3	3,5	6,1	11,1	19,5	19,0	16,7	15,1	8,5	4,2	1,5	8,7
	N	-0,6	0,4	4,0	9,2	13,8	17,2	19,0	18,6	13,7	8,7	4,0	0,4	9,0
	O	0,3	-0,7	-0,5	-3,1	-2,7	2,3	0,0	-1,9	1,4	-0,2	0,2	1,1	-0,3

Tabulka č. 1: Porovnání teplot v ČR a v Praze/Středočeském kraji v roce 2021 s dlouhodobým normálem 1991-2020 [15]

5.2 Charakteristika řešeného objektu

Jedná se o pětipodlažní rodinný dům se sedmi bytovými jednotkami. Mezi řešené plochy, na kterých bude prováděn návrh automatického zavlažovacího systému, patří sedm teras, které jsou rozmístěny v jednotlivých. Dále se jedná o zelenou střechu patřící bytu v nejvyšším podlaží a zahradu, která je přístupná pro všechny obyvatele domu, její prostory jsou tedy společné.

Objekt je velmi rozmanitý, žádné terasy nemají obdobný tvar, i zavlažované plochy se odlišují. Společná zahrada je tvořena trávníkem o ploše 58 m² a výsadbami trvalek, ve kterých je rozmístěno 10 stromů. Výsadbu trvalek a stromy nalezneme také na střeše. Vzhledem k tomu, že stromy potřebují hlubší vrstvu zeminy pro zakořenění, jsou v jejich okolí vytvořeny „vyvýšeniny“ (viz obrázek č. 28). Na terasách najdeme také výsadby trvalkových záhonů i výsadby stromů, nejvíce však výsadbu stromů či keřů v květináčích.



Obrázek č. 27: Zvětšení mocnosti půdy pro kořenový systém stromu na budově Drn [16]



5.3 Vegetace

Pro tento objekt bylo projektantem vybráno několik druhů rostlin včetně trávniku či stromů, každá terasa je unikátní. Seznam jednotlivých druhů rostlin na jednotlivých plochách je uveden v následující tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Seznam vegetace použité na daném objektu

plocha	rostlina	počet kusů
společná zahrada	trávník	-
	výsadba trvalek	-
	javor babyka	3
	javor mléč	2
	muchovník Lamarckův	2
	bříza bělokorá	2
	habr obecný	1
terasa A	výsadba trvalek	-
	javor pensylvánský	3
	muchovník Lamarckův	1
	třešeň tibetská	3
terasa B	výsadba trvalek	-
	bříza himalájská	1
terasa C	výsadba trvalek	-
	popínavky	-
	javor pensylvánský	1
	muchovník Lamarckův	4
terasa D	popínavky	-
	muchovník Lamarckův	2
	třešeň tibetská	1
terasa E	výsadba trvalek	-
	muchovník Lamarckův	2
	bříza himalájská	2
	svítel latnatý	1
terasa F	výsadba trvalek	-
	muchovník Lamarckův	1
	bříza himalájská	1
	svítel latnatý	1
terasa G	keř	3
	muchovník Lamarckův	2
	třešeň tibetská	1
střecha G	výsadba trvalek	-
	muchovník Lamarckův	4
	bříza himalájská	2
	svítel latnatý	2

5.3.1 Rozdělení do sekcí a druhy závlahy

Tabulka 3: Rozdělení jednotlivých ploch do sekcí

plocha	počet sekcí	sekce	závlaha
společná zahrada	4	trávník	MPR
		výsadba trvalkového záhonu - rostlý terén	KP
		výsadba trvalkového záhonu - rostlý terén	KP
		stromy (10 ks)	KP
terasa A	3	výsadba trvalkového záhonu - vysoká vrstva	KP
		stromy (6 ks)	RZWS
		květináč	MB
terasa B	3	stromy (1 ks)	RZWS
		výsadba trvalkového záhonu - tl. 50 cm	KP
		výsadba trvalkového záhonu - tl. 80 cm	KP
terasa C	2+3	strom + výsadba trvalek	KP
		nádoba na popínavky (4 ks)	PS
		květináč (4 ks)	MB
		nádoba na popínavky (2 ks)	PS
		výsadba trvalkového záhonu - tl. 50 cm	KP
terasa D	1	květináč (4 ks)	MB
terasa E	3	stromy (4 ks)	RZWS
		výsadba trvalkového záhonu - tl. 80 cm	KP
		květináč	MB
terasa F	4	výsadba trvalkového záhonu - tl. 50 cm	KP
		stromy (2 ks)	RZWS
		výsadba trvalkového záhonu - tl. 80 cm	KP
		květináč	MB
terasa G	1	květináč (6 ks)	MB
střecha G	3	stromy (8 ks)	RZWS
		výsadba trvalkového záhonu - tl. 60 cm	KP
		výsadba trvalkového záhonu - tl. 80 cm	KP

5.4 Potřeba vody pro závlahu

Pro kvalitní údržbu zelené plochy je potřeba správně určit množství vody, které bude na závlahu využíváno. Toto číslo ovšem není snadné určit. Nezáleží pouze na druhu rostliny, kterou je potřeba zavlažovat, ale také na jejím okolním prostředí, intenzitě srážek vypadlých v daném území, či na tom, zda je rostlina vysazena v rostlém terénu nebo na zelené střeše či v květináči. Pro tyto potřeby nelze spočítat ideální řešení. Proto jsem se rozhodla v rámci výpočet provést orientačně několika způsoby. První způsob výpočtu je metodou ideálních srážek (Klatt, Hemerka). Tuto metodu jsem se rozhodla použít pro klimatický normál 1981-2010, pro suché roky 2003, 2015 a 2018 pro trávník a výsadby trvalek a stromů. Pro jednotlivé stromy byl přidán výpočet evapotranspirace. Jako třetí možnost pro stromy byl zvolen ještě výpočet podle zahradnice paní Hany Pollertové. Její metodou již bylo stanoveno několik výpočtů množství vody pro závlahu na zelených střechách po České republice. Je nutné podotknout,



že výsledky výpočtu budou sloužit jako startovací závlahová dávka a skutečné množství závlahy bude upraveno na základě aktuální situace a reálného měření veličin.

Hodnoty pro metodu ideálních srážek byly použity dle normy ČSN 75 0434 Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. Dle tohoto postupu byly spočítány hodnoty pro trávník na společné zahradě, pro trvalkové výsadby na všech terasách (pro tento typ výsadeb uvažována hodnota z normy pro louky) a pro jednotlivé stromy (uvažována stejná hodnota pro všechny druhy). Pro popínavky rostoucí v květináčích na terasách byla uvažována hodnota trávníku. Pro výpočet závlahové vody jsem si určila hodnoty pro klimatický normál 1981-2010, a pro roky 2003, 2015 a 2018 (viz tabulky č. 4–8). Hodnoty srážek a teplot byly staženy z ČHMÚ.

Tabulka 4: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro trávník ve středně těžké půdě v Praze

teplotní normál 1981-2010 - TRÁVNÍK S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - trávník [mm]	55	70	85	95	85	55	
teplota Praha [°C]	8.6	13.7	16.5	18.5	18	13.5	
rozdíl teplot [°C]	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	0	-0.5	
oprava IS - trávník [mm]	-2	-1.5	-2.5	-2.5	0	-2.5	
opravená IS - trávník [mm]	53	68.5	82.5	92.5	85	52.5	434
srážky Praha [mm]	34	63	70	82	75	47	
Mz hrubé [mm]	19	5.5	12.5	10.5	10	5.5	63
Mz (k=1.2) [mm]	22.8	6.6	15	12.6	12	6.6	76

rok 2003 - TRÁVNÍK S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - trávník [mm]	55	70	85	95	85	55	
teplota Praha [°C]	8	15.7	20.2	19.2	21	14	
rozdíl teplot [°C]	-1	1.7	3.2	0.2	3	0	
oprava IS - trávník [mm]	-5	8.5	16	1	15	0	
opravená IS - trávník [mm]	50	78.5	101	96	100	55	481
srážky Praha [mm]	21	73	38	73	30	25	
Mz hrubé [mm]	29	5.5	63	23	70	30	221
Mz (k=1.2) [mm]	34.8	6.6	75.6	27.6	84	36	265

rok 2015 - TRÁVNÍK S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - trávník [mm]	55	70	85	95	85	55	
teplota Praha [°C]	8.5	13.3	16.6	20.9	22.2	13.7	
rozdíl teplot [°C]	-0.5	-0.7	-0.4	1.9	4.2	-0.3	
oprava IS - trávník [mm]	-2.5	-3.5	-2	9.5	21	-1.5	
opravená IS - trávník [mm]	52.5	66.5	83	104.5	106	53.5	466
srážky Praha [mm]	26	41	60	28	70	20	
Mz hrubé [mm]	26.5	25.5	23	76.5	36	33.5	221
Mz (k=1.2) [mm]	31.8	30.6	27.6	91.8	43.2	40.2	265

rok 2018 - TRÁVNÍK S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - trávník [mm]	55	70	85	95	85	55	
teplota Praha [°C]	13.3	16.9	18.2	20.8	21.5	15.3	
rozdíl teplot [°C]	4.3	2.9	1.2	1.8	3.5	1.3	
oprava IS - trávník [mm]	21.5	14.5	6	9	17.5	6.5	
opravená IS - trávník [mm]	76.5	84.5	91	104	102.5	61.5	520
srážky Praha [mm]	19	54	69	27	33	49	
Mz hrubé [mm]	57.5	30.5	22	77	69.5	12.5	269
Mz (k=1.2) [mm]	69	36.6	26.4	92.4	83.4	15	323



Tabulka 5: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro trvalky v lehké půdě v Praze

teplotní normál 1981-2010 - VÝSADBY L

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - louka [mm]	50	85	110	120	100	75	
teplota Praha [°C]	8.6	13.7	16.5	18.5	18	13.5	
rozdíl teplot [°C]	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	0	-0.5	
oprava IS - louka [mm]	-2	-1.5	-2.5	-2.5	0	-2.5	
opravená IS - louka [mm]	48	83.5	107.5	117.5	100	72.5	529
srážky Praha [mm]	34	63	70	82	75	47	
Mz hrubé [mm]	14	20.5	37.5	35.5	25	25.5	158
Mz (k=1.05) [mm]	14.7	21.5	39.4	37.3	26.3	26.8	166

rok 2003 - VÝSADBY L

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - louka [mm]	50	85	110	120	100	75	
teplota Praha [°C]	8	15.7	20.2	19.2	21	14	
rozdíl teplot [°C]	-1	1.7	3.2	0.2	3	0	
oprava IS - louka [mm]	-5	8.5	16	1	15	0	
opravená IS - louka [mm]	45	93.5	126	121	115	75	576
srážky Praha [mm]	21	73	38	73	30	25	
Mz hrubé [mm]	24	20.5	88	48	85	50	316
Mz (k=1.05) [mm]	25.2	21.5	92.4	50.4	89.3	52.5	331

rok 2015 - VÝSADBY L

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - louka [mm]	50	85	110	120	100	75	
teplota Praha [°C]	8.5	13.3	16.6	20.9	22.2	13.7	
rozdíl teplot [°C]	-0.5	-0.7	-0.4	1.9	4.2	-0.3	
oprava IS - louka [mm]	-2.5	-3.5	-2	9.5	21	-1.5	
opravená IS - louka [mm]	47.5	81.5	108	129.5	121	73.5	561
srážky Praha [mm]	26	41	60	28	70	20	
Mz hrubé [mm]	21.5	40.5	48	101.5	51	53.5	316
Mz (k=1.05) [mm]	22.6	42.5	50.4	106.6	53.6	56.2	332

rok 2018 - VÝSADBY L

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - louka [mm]	50	85	110	120	100	75	
teplota Praha [°C]	13.3	16.9	18.2	20.8	21.5	15.3	
rozdíl teplot [°C]	4.3	2.9	1.2	1.8	3.5	1.3	
oprava IS - louka [mm]	21.5	14.5	6	9	17.5	6.5	
opravená IS - louka [mm]	71.5	99.5	116	129	117.5	81.5	615
srážky Praha [mm]	19	54	69	27	33	49	
Mz hrubé [mm]	52.5	45.5	47	102	84.5	32.5	364
Mz (k=1.05) [mm]	55.1	47.8	49.4	107.1	88.7	34.1	382



Tabulka 6: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro trvalky ve středně těžké půdě v Praze

teplotní normál 1981-2010 - VÝSADBY S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - louka [mm]	45	75	95	105	85	60	
teplota Praha [°C]	8.6	13.7	16.5	18.5	18	13.5	
rozdíl teplot [°C]	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	0	-0.5	
oprava IS - louka [mm]	-2	-1.5	-2.5	-2.5	0	-2.5	
opravená IS - louka [mm]	43	73.5	92.5	102.5	85	57.5	454
srážky Praha [mm]	34	63	70	82	75	47	
Mz hrubé [mm]	9	10.5	22.5	20.5	10	10.5	83
Mz (k=1.05) [mm]	9.5	11.0	23.6	21.5	10.5	11.0	87

rok 2003 - VÝSADBY S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - louka [mm]	45	75	95	105	85	60	
teplota Praha [°C]	8	15.7	20.2	19.2	21	14	
rozdíl teplot [°C]	-1	1.7	3.2	0.2	3	0	
oprava IS - louka [mm]	-5	8.5	16	1	15	0	
opravená IS - louka [mm]	40	83.5	111	106	100	60	501
srážky Praha [mm]	21	73	38	73	30	25	
Mz hrubé [mm]	19	10.5	73	33	70	35	241
Mz (k=1.05) [mm]	20.0	11.0	76.7	34.7	73.5	36.8	253

rok 2015 - VÝSADBY S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - louka [mm]	45	75	95	105	85	60	
teplota Praha [°C]	8.5	13.3	16.6	20.9	22.2	13.7	
rozdíl teplot [°C]	-0.5	-0.7	-0.4	1.9	4.2	-0.3	
oprava IS - louka [mm]	-2.5	-3.5	-2	9.5	21	-1.5	
opravená IS - louka [mm]	42.5	71.5	93	114.5	106	58.5	486
srážky Praha [mm]	26	41	60	28	70	20	
Mz hrubé [mm]	16.5	30.5	33	86.5	36	38.5	241
Mz (k=1.05) [mm]	17.3	32.0	34.7	90.8	37.8	40.4	253

rok 2018 - VÝSADBY S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - louka [mm]	45	75	95	105	85	60	
teplota Praha [°C]	13.3	16.9	18.2	20.8	21.5	15.3	
rozdíl teplot [°C]	4.3	2.9	1.2	1.8	3.5	1.3	
oprava IS - louka [mm]	21.5	14.5	6	9	17.5	6.5	
opravená IS - louka [mm]	66.5	89.5	101	114	102.5	66.5	540
srážky Praha [mm]	19	54	69	27	33	49	
Mz hrubé [mm]	47.5	35.5	32	87	69.5	17.5	289
Mz (k=1.05) [mm]	49.9	37.3	33.6	91.4	73.0	18.4	303



Tabulka 7: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro stromy ve středně těžké půdě v Praze

teplotní normál 1981-2010 - STROMY S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	12	
ideální srážka (IS) - strom [mm]	40	65	60	60	70	45	40	
teplota Praha [°C]	8.6	13.7	16.5	18.5	18	13.5	8.7	
rozdíl teplot [°C]	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	0	-0.5	-3.3	
oprava IS - strom [mm]	-2	-1.5	-2.5	-2.5	0	-2.5	-16.5	
opravená IS - strom [mm]	38	63.5	57.5	57.5	70	42.5	23.5	352.5
srážky Praha [mm]	34	63	70	82	75	47	34	
Mz hrubé [mm]	4	0.5	-12.5	-12	19.5	0.5	-6	-6
Mz (k=1.05) [mm]	4.2	0.525	0	0	20.475	0.525	0	26

rok 2003 - STROMY S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	12	
ideální srážka (IS) - strom [mm]	40	65	60	60	70	45	40	
teplota Praha [°C]	8	15.7	20.2	19.2	21	14	5.6	
rozdíl teplot [°C]	-1	1.7	3.2	0.2	3	0	-6.4	
oprava IS - strom [mm]	-5	8.5	16	1	15	0	-32	
opravená IS - strom [mm]	35	73.5	76	61	85	45	8	384
srážky Praha [mm]	21	73	38	73	30	25	36	
Mz hrubé [mm]	14	0.5	38	-12	55	20	-28	88
Mz (k=1.05) [mm]	14.7	0.525	39.9	0	57.75	21	0	134

rok 2015 - STROMY S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	12	
ideální srážka (IS) - strom [mm]	40	65	60	60	70	45	40	
teplota Praha [°C]	8.5	13.3	16.6	20.9	22.2	13.7	8.4	
rozdíl teplot [°C]	-0.5	-0.7	-0.4	1.9	4.2	-0.3	-3.6	
oprava IS - strom [mm]	-2.5	-3.5	-2	9.5	21	-1.5	-18	
opravená IS - strom [mm]	37.5	61.5	58	69.5	91	43.5	22	383
srážky Praha [mm]	26	41	60	28	70	20	54	
Mz hrubé [mm]	11.5	20.5	-2	41.5	21	23.5	-32	84
Mz (k=1.05) [mm]	12.1	21.5	0	43.6	22.1	24.7	0	124

rok 2018 - STROMY S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	12	
ideální srážka (IS) - strom [mm]	40	65	60	60	70	45	40	
teplota Praha [°C]	13.3	16.9	18.2	20.8	21.5	15.3	10.5	
rozdíl teplot [°C]	4.3	2.9	1.2	1.8	3.5	1.3	-1.5	
oprava IS - strom [mm]	21.5	14.5	6	9	17.5	6.5	-7.5	
opravená IS - strom [mm]	61.5	79.5	66	69	87.5	51.5	32.5	447.5
srážky Praha [mm]	19	54	69	27	33	49	31	
Mz hrubé [mm]	42.5	25.5	-3	42	54.5	2.5	1.5	166
Mz (k=1.05) [mm]	44.6	26.8	0.0	44.1	57.2	2.6	1.6	177

Tabulka 8: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro stromy v lehké půdě v Praze

teplotní normál 1981-2010 - STROMY L

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	12	
ideální srážka (IS) - strom [mm]	45	75	70	80	80	55	45	
teplota Praha [°C]	8.6	13.7	16.5	18.5	18	13.5	8.7	
rozdíl teplot [°C]	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	0	-0.5	-3.3	
oprava IS - strom [mm]	-2	-1.5	-2.5	-2.5	0	-2.5	-16.5	
opravená IS - strom [mm]	43	73.5	67.5	77.5	80	52.5	28.5	422.5
srážky Praha [mm]	34	63	70	82	75	47	34	
Mz hrubé [mm]	9	10.5	0	0	9.5	5.5	-5.5	29
Mz (k=1.1) [mm]	9.9	11.6	0	0	10.45	6.05	0	38

rok 2003 - STROMY L

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	12	
ideální srážka (IS) - strom [mm]	45	75	70	80	80	55	45	
teplota Praha [°C]	8	15.7	20.2	19.2	21	14	5.6	
rozdíl teplot [°C]	-1	1.7	3.2	0.2	3	0	-6.4	
oprava IS - strom [mm]	-5	8.5	16	1	15	0	-32	
opravená IS - strom [mm]	40	83.5	86	81	95	55	13	454
srážky Praha [mm]	21	73	38	73	30	25	36	
Mz hrubé [mm]	19	10.5	48	8	65	30	-23	158
Mz (k=1.1) [mm]	20.9	11.6	52.8	8.8	71.5	33	0	199

rok 2015 - STROMY L

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	12	
ideální srážka (IS) - strom [mm]	45	75	70	80	80	55	45	
teplota Praha [°C]	8.5	13.3	16.6	20.9	22.2	13.7	8.4	
rozdíl teplot [°C]	-0.5	-0.7	-0.4	1.9	4.2	-0.3	-3.6	
oprava IS - strom [mm]	-2.5	-3.5	-2	9.5	21	-1.5	-18	
opravená IS - strom [mm]	42.5	71.5	68	89.5	101	53.5	27	453
srážky Praha [mm]	26	41	60	28	70	20	54	
Mz hrubé [mm]	16.5	30.5	8	61.5	31	33.5	-27	154
Mz (k=1.1) [mm]	18.2	33.6	8.8	67.7	34.1	36.9	0	199

rok 2018 - STROMY L

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	12	
ideální srážka (IS) - strom [mm]	45	75	70	80	80	55	45	
teplota Praha [°C]	13.3	16.9	18.2	20.8	21.5	15.3	10.5	
rozdíl teplot [°C]	4.3	2.9	1.2	1.8	3.5	1.3	-1.5	
oprava IS - strom [mm]	21.5	14.5	6	9	17.5	6.5	-7.5	
opravená IS - strom [mm]	66.5	89.5	76	89	97.5	61.5	37.5	517.5
srážky Praha [mm]	19	54	69	27	33	49	31	
Mz hrubé [mm]	47.5	35.5	7	62	64.5	12.5	6.5	236
Mz (k=1.1) [mm]	52.3	39.1	7.7	68.2	71.0	13.8	7.2	259

Tabulka 9: Přehled vláhové potřeby pro jednotlivé rostliny na terasách v řešených letech

rostlina	půda	plocha	normál [mm]	2003 [mm]	2015 [mm]	2018 [mm]
trávník	S	zahrada	76	265	265	323
trvalky	L	terasy, střecha	166	331	332	382
trvalky	S	zahrada	87	253	253	303
stromy	L	terasy, střecha	38	199	199	259
stromy	S	zahrada	26	134	124	177

Z tabulky č. 9 můžeme vidět, že pro závlahu byl nejnáročnější rok 2018, proto bude závlaha navrhována na tento suchý rok.

Vláhová potřeba pro všechny rostliny na terasách byla vypočtena podle následujícího vzoru:

teplotní normál 1981-2010 - TRÁVNÍK S

měsíc	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Σ
teplota Hemerka [°C]	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - trávnik [mm]	55	70	85	95	85	55	
teplota Praha [°C]	8.6	13.7	16.5	18.5	18	13.5	
rozdíl teplot [°C]	-0.4	-0.3	-0.5	-0.5	0	-0.5	
oprava IS - trávnik [mm]	-2	-1.5	-2.5	-2.5	0	-2.5	
opravená IS - trávnik [mm]	53	68.5	82.5	92.5	85	52.5	434
srážky Praha [mm]	34	63	70	82	75	47	
Mz hrubé [mm]	19	5.5	12.5	10.5	10	5.5	63
Mz (k=1.2) [mm]	22.8	6.6	15	12.6	12	6.6	76

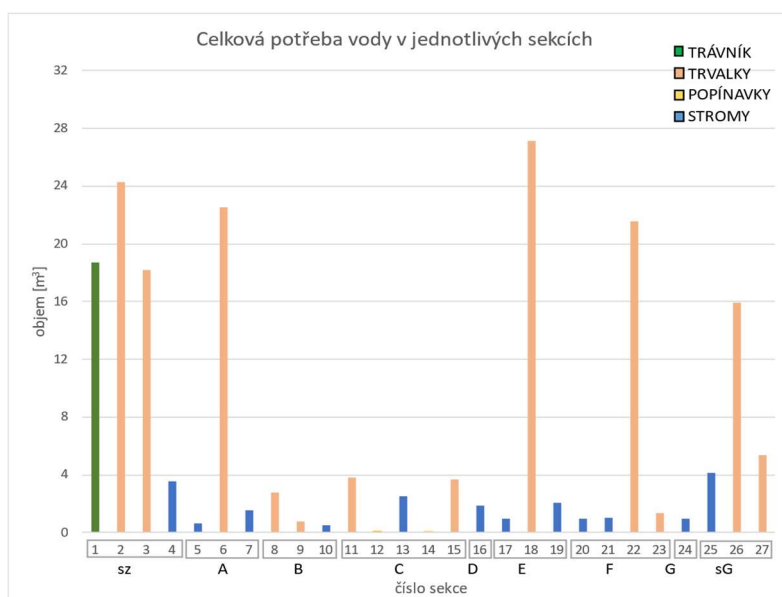
				plocha [m ²]	
trávnik	Vláhová potřeba Vc	434 mm	=	0.434 m ³ /m ²	25.17 m ³
	Mz (postřik k=1.2)	75.6 mm	=	0.076 m ³ /m ²	4.38 m ³
				58	

Obrázek 28: Vzorový výpočet potřeby vody dle Klatta a Hemerky

Tento výpočet byl použit na všechny zavlažované plochy objektu a výsledky byly zaneseny do tabulky č. 10. Zeleně vyznačené hodnoty jsou hodnoty, které budou dále uvažovány pro startovací závlahovou dávku. Jedná se o hodnoty vztažené k roku 2018, který vyšel jako nejsušší, tudíž bude závlaha navržena na tento rok.

Tabulka 10: Výsledky vláhové potřeby pro jednotlivé sekce pro klimatický normál 1981-2010 a roky 2003, 2015 a 2018 v Praze

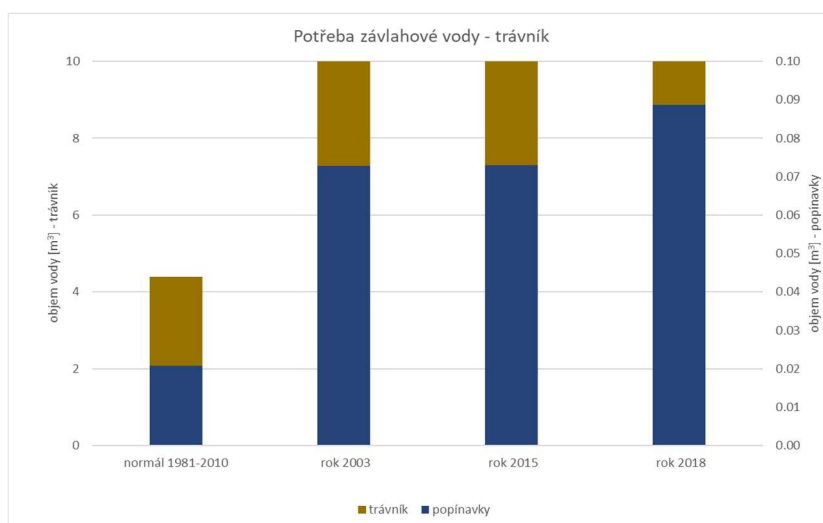
terasy	sekce	rostliny	plocha [m ²]	normál [m ³]	2003 [m ³]	2015 [m ³]	2018 [m ³]
společná zahrada	1	trávnik	58.0	4.38	15.35	15.38	18.72
	2	trvalky	80.0	6.97	20.20	20.24	24.28
	3	trvalky	60.0	5.23	15.15	15.18	18.21
	4	stromy	20.1	0.52	2.69	2.49	3.56
terasa A	5	strom	2.4	0.09	0.48	0.48	0.63
	6	trvalky	59.0	9.79	19.55	19.58	22.55
	7	stromy	6.0	0.23	1.20	1.20	1.56
terasa B	8	trvalky	7.3	1.21	2.42	2.42	2.79
	9	trvalky	2.0	0.33	0.66	0.66	0.76
	10	strom	2.0	0.08	0.40	0.40	0.52
terasa C	11	trvalky + strom	10.7	1.67	3.21	3.21	3.82
	12	popínavky	0.3	0.02	0.07	0.07	0.09
	13	stromy	9.7	0.37	1.93	1.94	2.52
	14	popínavky	0.3	0.02	0.07	0.07	0.09
terasa D	15	trvalky	9.7	1.61	3.21	3.22	3.71
	16	stromy	7.3	0.28	1.45	1.45	1.89
terasa E	17	strom	3.8	0.14	0.75	0.76	0.98
	18	trvalky	71.0	11.78	23.52	23.56	27.14
	19	stromy	8.0	0.31	1.60	1.60	2.08
terasa F	20	strom	3.8	0.14	0.75	0.76	0.98
	21	stromy	4.0	0.15	0.80	0.80	1.04
	22	trvalky	56.5	9.37	18.72	18.75	21.59
	23	trvalky	3.5	0.58	1.16	1.16	1.34
terasa G	24	stromy	3.8	0.14	0.75	0.76	0.98
střecha G	25	stromy	16.1	0.61	3.19	3.20	4.17
	26	trvalky	41.7	6.92	13.81	13.84	15.94
	27	trvalky	14.0	2.32	4.64	4.65	5.35



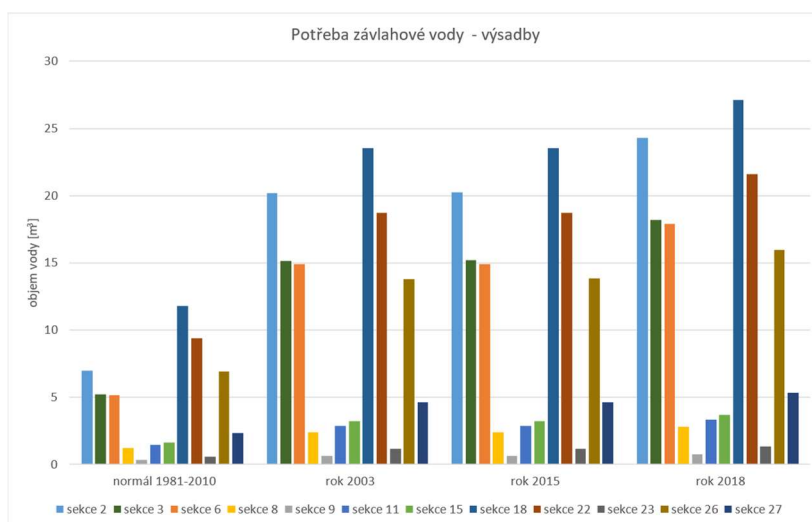
Obrázek č. 29: Grafické znázornění potřeby vody na jednotlivých sekcích

Z obrázku č. 30 můžeme vidět, že nejvíce vody potřebují výsadby trvalek. Důvodem jsou velké plochy oproti ostatním rostlinám. Největší spotřebu vodu bude mít společná zahrada. Také kvůli větším plochám. Pro sekce se stromy vychází potřeba vody několika násobně menší, ale je to právě z důvodu rozlohy jednotlivých teras a rostlin na nich.

Na obrázku č. 31 je znázorněna potřeba vody pro trávnik v řešených obdobích. Jelikož byla hodnota trávniku použita i pro popínavky, jsou v grafu také (hnědá barva). Trávnik (modrá barva) má rozlohu 58 m², proto jsou jeho hodnoty opravdu výrazně vyšší než potřeba vody pro popínavky v květináčích.



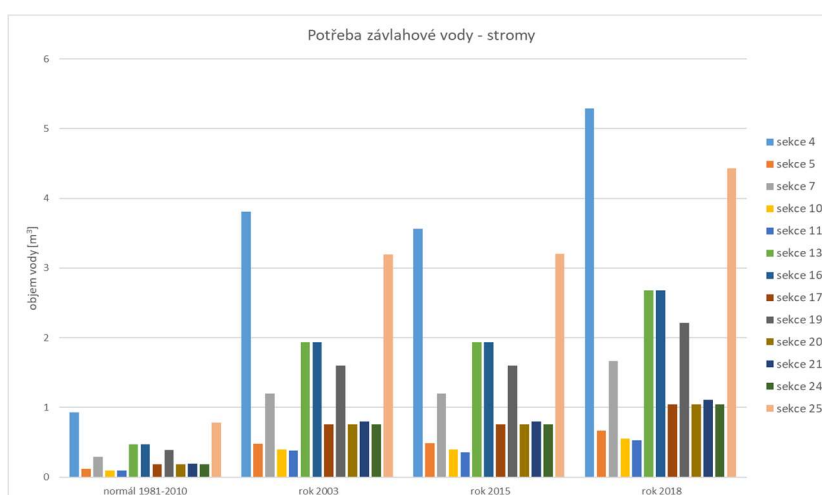
Obrázek č. 30: Grafické znázornění potřeby vody v jednotlivých sekcích v řešených letech



Obrázek č. 31: Grafické znázornění potřeby vody pro výsadby v jednotlivých sekcích v řešených letech

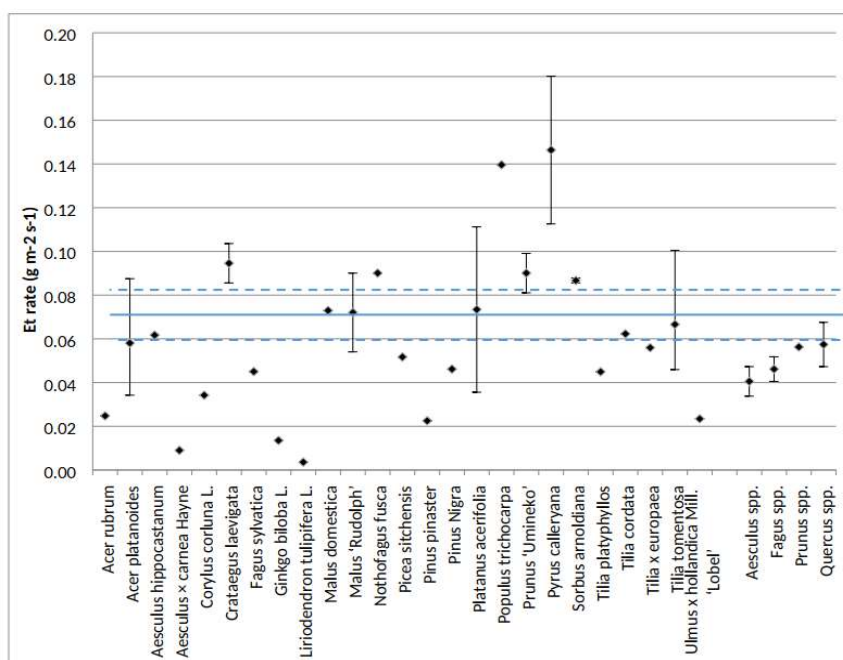
Z obrázku č.32 lze vidět, že nejvíce vody je potřeba na závlahu sekce č.19. Potřeba v letech 2003 a 2015 je zhruba stejná, pro rok 2018 je lehce vyšší. Ovšem tyto hodnoty jsou cca 2x vyšší než v dlouhodobém normálu 1981-2010.

Graf pro sekce se stromy můžeme vidět v obrázku č. 33. Nejvíce vody bude potřeba dát stromům na společné zahradě, přestože jsou zde uloženy ve středně těžké půdě, což jejich potřebu oproti stromům v půdě na zelených střechách snižuje. Důvodem je opět velké množství stromů v této sekci.



Obrázek č. 32: Grafické znázornění potřeby vody pro stromy v jednotlivých sekcích v řešených letech

Výpočet evapotranspirace stromů jsem určila pomocí grafu (viz obrázek č. 34). Ten byl vytvořen na základě několika studií, které bohužel neprobíhaly přesně v našich podmínkách. Oproti České republice byla daná lokalita více slunečná a větrná. Jedná se ale o zastavěné území. Předpokládala jsem tedy, že podmínky na zelené střeše/terasách budou obdobné jako studovaná lokalita. Měření nebylo prováděno pro všechny typy stromů, které se na budově vyskytují, ale jelikož rozdíly mezi jednotlivými druhy nebudou značné, rozhodla jsem se použít dva reprezentativní druhy (javor a třešeň). Z grafu jsem pro tyto druhy stromů odečetla hodnoty E_t [$\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$], které jsem pro každou terasu přepočítala dle zavlažované plochy (viz tabulka č. 11). Pro javor odpovídá $E_t = 0,06 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, což odpovídá zhruba hodnotě $5,18 \text{ mm}/\text{m}^2/\text{den}$ (pro celé vegetační období potom $1109 \text{ mm}/\text{m}^2$). Pro třešeň je z grafu odečtena hodnota $1,5x$ větší, následně tedy $1664 \text{ mm}/\text{m}^2$ za vegetační období.



Obrázek 33: Graf naměřených hodnot zkoumaných rostlin v klimaticky podobné oblasti



Tabulka 11: Výpočet evapotranspirace stromů na jednotlivých sekcích na celé vegetační období

sekce				plocha [m ²]	
4	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	20.11	22.3 m³
5	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	2.43	2.7 m³
7	třešeň	Et	1.664 m ³ /m ²	6.03	10.0 m³
	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	6.03	6.7 m³
10	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	2.01	2.2 m³
11	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	2.01	2.2 m³
13	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	9.73	10.8 m³
16	třešeň	Et	1.664 m ³ /m ²	3.80	6.3 m³
	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	7.30	8.1 m³
17	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	3.80	4.2 m³
19	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	8.04	8.9 m³
20	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	3.80	4.2 m³
21	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	4.02	4.5 m³
24	třešeň	Et	1.664 m ³ /m ²	3.80	6.3 m³
	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	9.73	10.8 m³
25	javor	Et	1.109 m ³ /m ²	16.08	17.8 m³

Pro porovnání metody byl ještě pro stromy využit výpočet dle paní Pollertové. Paní Pollertová vychází z výpočtu, že pro zalití stromu je potřeba mu dodat cca 100-200 l vody týdně (dále uvažováno 150 l). Pro jeden strom tedy bude potřeba zhruba $150 \cdot 28 / 1000 = 4,2 \text{ m}^3$ vody na celé vegetační období. Tato výsledná hodnota je téměř dvojnásobná oproti výpočtu dle ideálních srážek, i z tohoto důvodu je tento návrh prováděn pouze jako testovací a po uvedení do provozu se bude měnit dle aktuální situace.

5.5 Návrh zavlažovacího systému

Závlaha bude realizována na všech výše zmíněných plochách objektu. Hlavní ovládací prvky budou vybrány ze sortimentu firmy Hunter. Automatický závlahový systém umožní závlahu například v brzkých ranních hodinách. Tato možnost je výhodná jak pro obyvatele, kteří budou moci během dne pobývat na své terasy nebo společné zahradě, aniž by byli ovlivněni zavlažováním, tak i pro rostliny, pro které není výhodné zavlažovat přes den. Další výhodou je i z hlediska úspory vody, jelikož v ranních hodinách dochází k menšímu výparu než například během slunečného odpoledne.

5.5.1 Hospodaření s dešťovou vodou

Pro úsporné zavlažování je potřeba uváženě hospodařit s dešťovou vodou. Její svod pomáhá snížit nárazový povrchový odtok pro čistírny odpadních vod. Primárně je ale dešťová voda



vhodná pro závlahu. Jelikož jsou terasy tvořeny i zpevněnými plochami, je potřeba z nich svod dešťové vody zajistit. Na jednotlivých terasách bude voda vedena do odtokových kanálků, a poté okapovými rourami do dešťové nádrže. Lze získat přebytečnou vodu ze zelených střech. Platí pravidlo, že substrát o tloušťce 1 cm zadrží cca 2 l/m² vody, což je v převodu 2 mm. To by tedy v případě navrhovaných teras znamenalo, že by musela přijít srážka o minimálně 100 mm pro substrát o tloušťce 50 cm, aby odtékala voda ze střechy (pro substrát o tloušťce 80 cm by už byla potřeba srážka nad 160 mm). Může se stát, že k této situaci dojde v případě, že srážka spadne po zálivce, v tom případě bude potřeba přebytečnou vodu odvést pomocí svodů zpět do dešťové nádrže. [9]

5.5.2 Zdroj vody

Tento objekt je tvořen zelenou střechou a několika terasami, ale i přesto, že jsou porostlé vegetací, jsou osazeny i zpevněnými plochami, ze kterých by bylo možné sbírat dešťovou vodu. Tato voda bude akumulována v dešťové nádrži, která bude mít možnost dopouštění vodou z vodovodního řadu. Tento zdroj bude sloužit jako záložní, pro případ, že by se vyskytlo delší období sucha, kdy by naakumulovaná voda v dešťové nádrži nebyla dostačující pro závlahu celého objektu.

Akumulační dešťová nádrž byla navržena dle Metodiky výpočtu objemu akumulčních nádrží pro srážkové vody dle následujícího vzorce: [10]

$$V_{min} = MIN\left(\frac{n_p * 140 * 0,5 * 20 + A_G * 10}{1000}; \frac{j * A_R * f_s * f_f * 28}{1000 * 365}\right). \quad (1)$$

Vstupní parametry:

n_p	0	počet obyvatel rodinného domu [-]
A_G	218	plocha zavlažované zahrady [m ²]
j	583	průměrný roční úhrn srážek dle dat ČHMÚ [mm/rok]
A_R	379	půdorysný průmět odvodňované plochy [m ²]
f_s	0,75	koeficient odtoku odvodňované plochy [-]
f_f	0,90	hydraulická účinnost filtru (podle údajů výrobce, přibližně 0,9 až 0,95)
V_{min}		vypočtený minimální objem akumulční nádrže [m ³]

Po dosazení do vzorce č. 1 vyšlo $V_{min} = MIN(2,18; 11,44)$ [m³].

První hodnota značí množství vody, které je možné svést do akumulární jímky za měsíc. Druhá hodnota značí, kolik vody je potřeba na měsíc pro závlahu všech ploch na objektu.

V dalším kroku byl proveden posudek, kolik dešťové vody by nádrž zadržela za nevegetační období. Pro tento výpočet byl použit dlouhodobý normál 1991-2020, kde celkový počet srážek od října do března je roven 212 mm. Dále bylo potřeba stanovit součinitele odtoku. Pro zpevněné plochy byla uvažována hodnota 0,75, pro zahradu 0,05 a pro vegetační střechy 0,1. Koeficient hydraulické vodivosti byl uvažován jako 0,9. V tabulkách č. 12 a 13 je uveden výpočet na jednotlivých zahradách.

Tabulka 12: Výpočet akumulace vody za nevegetační období ze zpevněných ploch

zpevněné					
zahrady	A [m ²]	ψ [-]	h [mm]	η [-]	Yr [l]
SZ	26.15	0.75	212	0.9	3742.1
A	27.54	0.75			3941.0
B	17	0.75			2432.7
C	61.77	0.75			8839.3
D	23.43	0.75			3352.8
E	48.68	0.75			6966.1
F	62.11	0.75			8887.9
G	65.32	0.75			9347.3
sG	47.05	0.75			6732.9
Σ					54242

Tabulka 13: Výpočet akumulace vody za nevegetační období z nezpevněných ploch

nezpevněné					
zahrady	A [m ²]	ψ [-]	h [mm]	η [-]	Yr [l]
SZ	217.5	0.05	212	0.9	2074.7
A	58.84	0.05			561.3
B	11.5	0.1			219.4
C	27.03	0.1			515.7
D	0	0.1			0.0
E	69.86	0.1			1332.9
F	52.71	0.1			1005.7
G	0	0.1			0.0
sG	85.59	0.1			1633.1
Σ					7343

Z těchto výpočtů vyplývá, že ze zpevněných ploch je možné získat 54,2 m³ vody a z nezpevněných 7,3 m³. To by znamenalo, že pro akumulaci vody z nevegetačního období by bylo potřeba navrhnout nádrž o objem cca 60 m³. Vzhledem k faktu, že nádrž o takto velkém objemu

by byla neekonomická, navíc není vhodné, aby voda byla uzavřena v nádrži po dobu celého nevegetačního období.

Rozhodla jsem se tedy navrhnout akumulční jímku o objemu 12 m³, která bude v případě nutnosti dopouštěna z vodovodního řadu. Navržená dešťová jímka je nádrž na dešťovou vodu DARK 12000 l o objemu 12 m³, která je samonosná. Tato nádrž nebude umístěna pod příjezdovou cestu, bude zatěžována pouze jako pochozí. Výhoda této nádrže je, že nemusí být vkládána do hlubokého výkopu. Bude muset být doplněna o filtrační koš, který bude zachycovat mechanické nečistoty (viz obrázek č. 35).



Obrázek č. 35: Nádrže na dešťovou vodu DARK 12000 l [18]



Obrázek č. 34: Filtrační koš nerez k nádržím DARK [19]

Jelikož bude mít nádrž možnost dopouštění z vodovodního řadu, bude opatřena sestavou pro dopouštění nádrží. Tato sestava obsahuje plovák se závažím (viz obrázek č. 37), elektromagnetický ventil a 10 m dlouhý kabel pro zapojení do zásuvky 230 V. Jako další ochrana bude sloužit hladinové hlídání e-STUDNA, které snímá výšky hladiny.



Obrázek č. 36: Sestava pro dopouštění nádrže [17]



Obrázek 37: Hladinové hlídání e-STUDNA [3]

5.5.2 Návrh čerpadla

Pro návrh čerpadla bylo potřeba spočítat tlakové ztráty na jednotlivých sekcích. Ztráty na závlaze (Zz) byly počítány pomocí ztrát třením (Zt), místních (Zm) a pomocí ztráty „v kritickém bodě“ (Zp). Tímto bodem je myšlen prvek závlahy s největším poklesem tlaku. Příčinou poklesu tlaku může být například převýšení či vzdálenost Požadavek tlaku na prvku byl vždy uvažován dle Tabulek technologického předpisu. Ztráty třením byly vypočítány dle průtoku a dimenze potrubí také dle tabulek a místní ztráty byly uvažovány jako 30 % ze ztrát třením.

Ztráty třením byly počítány pomocí metody po úsecích. Hodnoty ztrát třením byly odečítány z Technologického předpisu (viz tabulka č. 14) podle hodnoty průtoku v jednotlivých úsecích. Místní ztráty byly počítány metodou náhradních délek, tedy jako 30 % ze ztrát třením. Jako poslední byl připočten vstupní tlak. Ten je nutný zajistit pro kritické místo závlahy, jelikož se zde předpokládá největší pokles tlaku. Taková hodnota byla určena z Tabulek technologického předpisu pro každý daný závlahový detail (viz tabulka č. 15).

Tabulka 14: Výřez tabulky pro určení ztrát třením pro potrubí PN 6 a PN 7,5

[31]

PN 6,0		25 25 x 2,3 d _i = 20,4 mm		32 32 x 3,0 d _i = 26,0 mm		40 40 x 3,7 d _i = 32,6 mm		50 50 x 4,6 d _i = 40,8 mm		63 63 x 5,8 d _i = 51,4 mm	
Q		v	ΔP	v	ΔP	v	ΔP	v	ΔP	v	ΔP
[l/s]	[m ³ /h]	[m/s]	[bar/100m]	[m/s]	[bar/100m]	[m/s]	[bar/100m]	[m/s]	[bar/100m]	[m/s]	[bar/100m]
0,1	0,4	0,31	0,09	0,19	0,03	0,12	0,01	0,08	0,00	0,05	0,00
0,2	0,7	0,61	0,29	0,38	0,09	0,24	0,03	0,15	0,01	0,10	0,00
0,3	1,1	0,92	0,60	0,57	0,19	0,36	0,06	0,23	0,02	0,14	0,01
0,4	1,4	1,22	0,99	0,75	0,31	0,48	0,11	0,31	0,04	0,19	0,01
0,5	1,8	1,53	1,46	0,94	0,46	0,60	0,16	0,38	0,05	0,24	0,02
0,6	2,2	1,84	2,01	1,13	0,63	0,72	0,22	0,46	0,07	0,29	0,02

Tabulka 15: Tlakové ztráty kritických bodů závlahy

závlahový detail	tlak [bar]
MP ROTATOR 815	2.8
kapkovací potrubí	1
MINI BUBBLER	1
RZWS	2.1
POTSTREAM	1.5

Po vypočtení ztrát na jednotlivých sekcích pokračoval výpočet dále až ke zdroji vody. Do každé sekce byly připočteny ještě ztráty na sekčním ventilu. Sekční ventily byly použity Hunter PGV 100, DN 1“, plastové. Ztráty byly odečteny podle průtoku příslušné sekce z tabulky č. 16. Poté byly spočteny ztráty třením na rozvodném potrubí a z nich znovu ztráty místní. Dále bylo zahrnuto převýšení (Zh) dle obrázku č. 39, které vychází z převodu jednotek 1 m = 0,1 bar.

Nakonec byly také dle tabulek připočteny ztráty na filtru (Zf) a na hlavním ventilu (Zvh). Výsledné ztráty na jednotlivých sekcích je možné vidět v tabulce č. 21.

Tabulka 16: Ztráty na ventilu Hunter PGV 100 a Hunter ICV 1" [5]

1" – HUNTER PGV 100G, PGV 101G

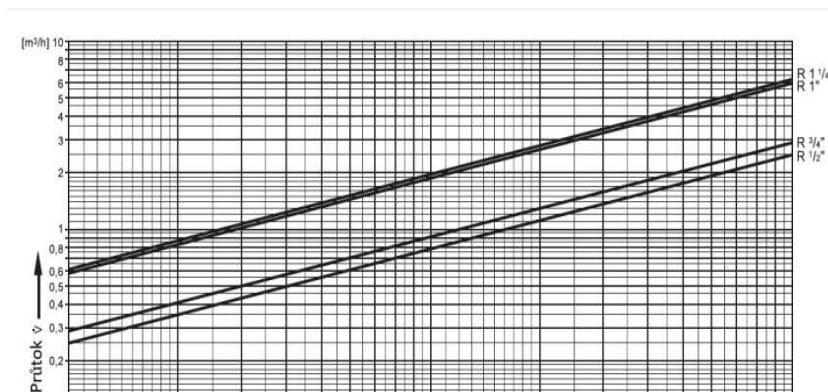
Závislost tlak. ztráty na průtoku

Průtok [m ³ / hod]					
0,29	1,14	2,27	2,41	4,64	6,68
Tlaková ztráta [Bar]					
0,08	0,13	0,13	0,11	0,23	0,3

1" – HUNTER ICV,IBV 101G

Závislost tlak. ztráty na průtoku

Průtok [m ³ / hod]					
0,11	1,14	3,41	4,54	6,81	9,08
Tlaková ztráta [Bar]					
0,14	0,28	0,21	0,21	0,28	0,48

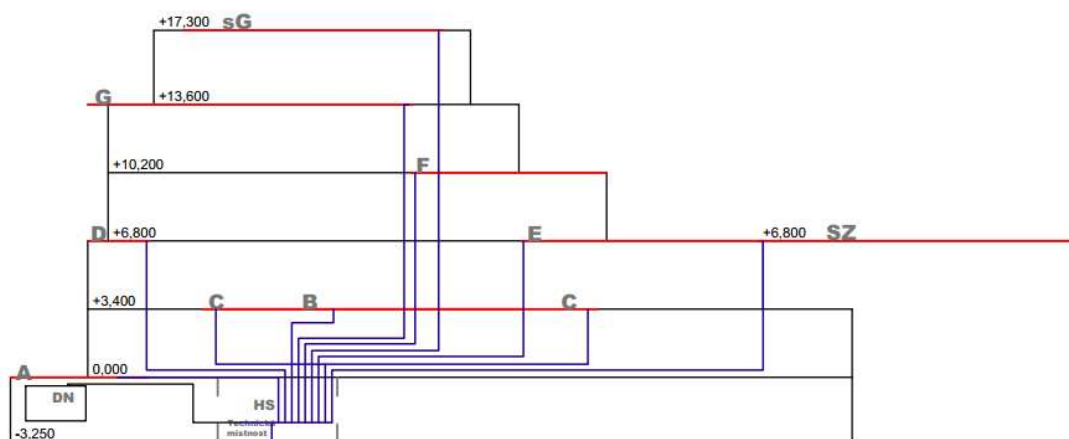


Obrázek č. 38: Charakteristika tlakových ztrát filtru MINI-FK 1" [5]

Tabulka 17: Výřez tabulky pro určení ztrát třením v PP-R potrubí [22]

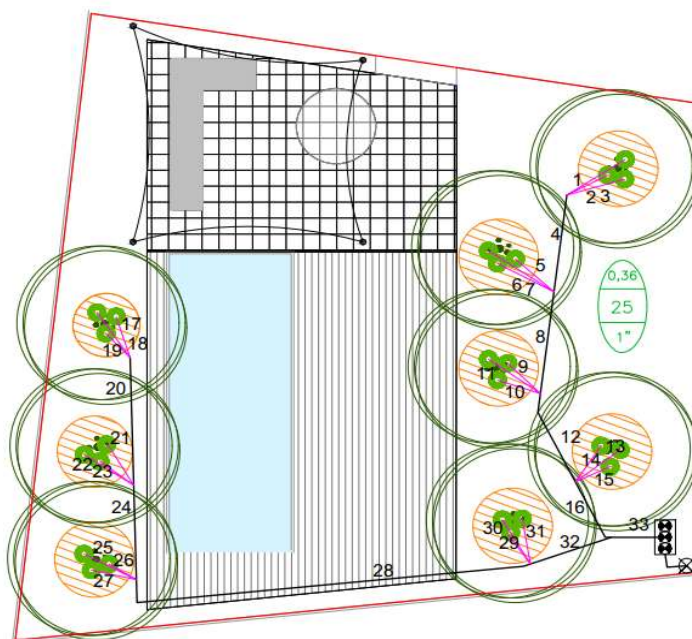
Q	20 × 2,8 mm		25 × 3,5 mm		32 × 4,4 mm		d
	R	v	R	v	R	v	
0,01	0,008	0,1					
0,02	0,027	0,1	0,009	0,1			
0,03	0,056	0,2	0,019	0,1	0,006	0,1	
0,04	0,093	0,2	0,032	0,2	0,010	0,1	0
0,05	0,137	0,3	0,047	0,2	0,015	0,1	0
0,06	0,189	0,4	0,065	0,2	0,020	0,1	0
0,07	0,248	0,4	0,085	0,3	0,027	0,2	0
0,08	0,313	0,5	0,108	0,3	0,034	0,2	0
0,09	0,386	0,6	0,133	0,4	0,041	0,2	0
0,10	0,465	0,6	0,160	0,4	0,050	0,2	0
0,12	0,641	0,7	0,221	0,5	0,069	0,3	0
0,14	0,843	0,9	0,290	0,6	0,090	0,3	0
0,16	1,068	1,0	0,367	0,6	0,114	0,4	0
0,18	1,316	1,1	0,452	0,7	0,140	0,4	0
0,20	1,588	1,2	0,544	0,8	0,168	0,5	0
0,30	3,277	1,8	1,118	1,2	0,345	0,7	0
0,40	5,499	2,5	1,868	1,6	0,574	1,0	0
0,50	8,236	3,1	2,786	2,0	0,854	1,2	0

V tabulce č. 17 nalezneme ztráty třením v PP-R potrubí na základě průtočné plochy a průtoku. Ztráty jsou zde uvedeny v jednotkách kPa/m. Bylo tedy nutné provést přepočítání: $1 \text{ kPa/m} = 0,01 \text{ bar/m}$.



Obrázek č. 39: Schéma objektu – převýšení

V následujících tabulkách (tabulka č.18, 19, 20) je proveden ukázkový výpočet ztrát na zelené střeše (sekce 25, 26 a 27). Tato terasa se jevila jako nejkritičtější z důvodu velkého převýšení.



Obrázek č. 40: Sekce 25 - schéma pro výpočet ztrát třením



Výpočet ztrát třením pro RZWS byl spočítán metodou po úsecích. V tabulce č. 18 jsou jednotlivé úseky označeny dle schématu (obrázek č. 40). Z důvodu velice malých ztrát mezi navrtávacími sedly RZWS u jednoho stromu bylo PE potrubí mezi nimi zanedbáno. Bylo zde tedy započítáno pouze potrubí Quick Joint. V posledním sloupci se nachází hodnoty ztrát třením pro jednotlivé úseky, zeleně jsou vyznačeny úseky, které byly započítány do celkové ztráty třením, která vyšla 0,026 bar.

Tabulka 18: Výpočet ztrát třením pro RZWS na sekci 25

stromy

RZWS 10 SET

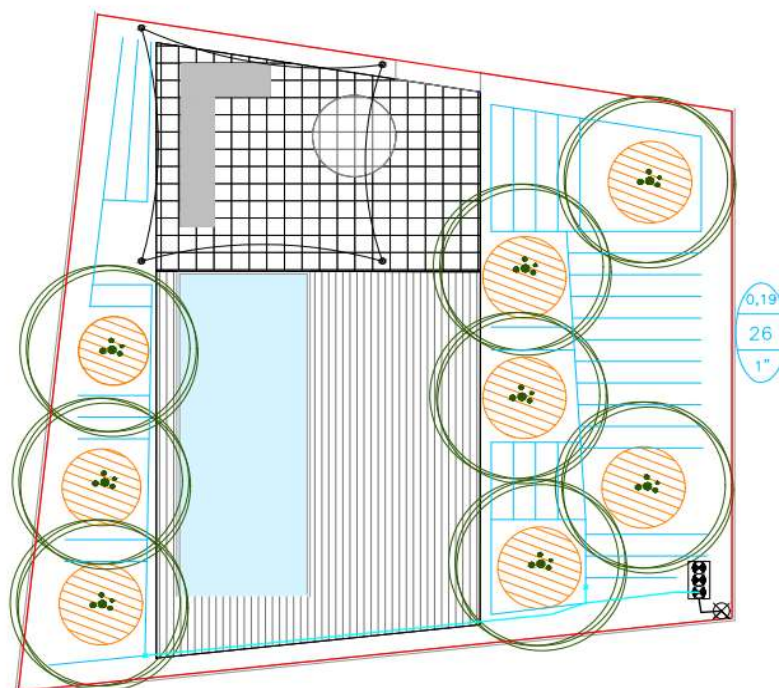
pol.dostřiku [m]	počet ks	Qi [l/s]	ΣQi [l/s]
PODZEMNÍ	24	0.015	0.36

č. úseku	potrubí	Q [l/s]	l [m]	Di [mm]	Si [m2]	v [m/s]	bar/100m	bar/ús
1	QJ20	0.015	1.2	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
2	QJ20	0.015	1.2	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
3	QJ20	0.015	1.2	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
4	PE Ø25	0.045	1.94	20.4	0.00033	0.138	0.04	0.001
5	QJ20	0.015	1.2	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
6	QJ20	0.015	1.2	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
7	QJ20	0.015	1.2	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
8	PE Ø25	0.09	2.04	20.4	0.00033	0.275	0.08	0.002
9	QJ20	0.015	0.9	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
10	QJ20	0.015	0.9	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
11	QJ20	0.015	0.9	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
12	PE Ø25	0.135	1.93	20.4	0.00033	0.413	0.12	0.002
13	QJ20	0.015	0.88	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
14	QJ20	0.015	0.88	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
15	QJ20	0.015	0.88	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
16	PE Ø25	0.18	1.35	20.4	0.00033	0.551	0.16	0.002

větev 2

17	QJ20	0.015	0.86	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
18	QJ20	0.015	0.86	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
19	QJ20	0.015	0.86	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
20	PE Ø25	0.045	2.54	20.4	0.00033	0.138	0.04	0.001
21	QJ20	0.015	0.95	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
22	QJ20	0.015	0.95	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
23	QJ20	0.015	0.95	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
24	PE Ø25	0.09	1.88	20.4	0.00033	0.275	0.08	0.002
25	QJ20	0.015	0.87	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
26	QJ20	0.015	0.87	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
27	QJ20	0.015	0.87	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
28	PE Ø25	0.135	7.93	20.4	0.00033	0.413	0.12	0.010
29	QJ20	0.015	0.9	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
30	QJ20	0.015	0.9	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
31	QJ20	0.015	0.9	16.6	0.00022	0.069	0.10	0.001
32	PE Ø25	0.18	1.61	20.4	0.00033	0.551	0.16	0.003
33	PE Ø25	0.36	1.02	20.4	0.00033	1.101	1.06	0.011

Σ 0.026



Obrázek č. 41: Sekce 26 - schéma pro výpočet ztrát třením

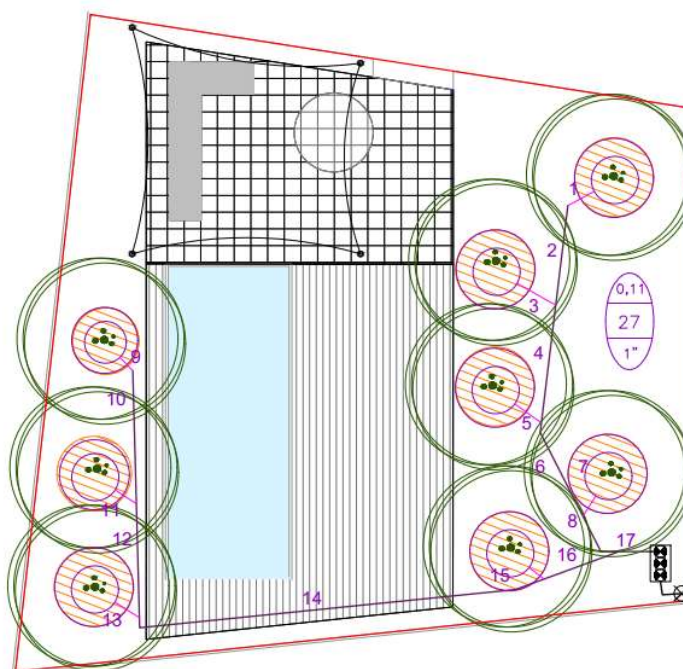
Výpočet ztrát třením pro kapkovací potrubí byl proveden dle tabulky č. 19 tak, že nejdříve byl určen průtok pomocí skutečné délky kapkovacího potrubí (odečtena z programu Autocad), sponu kapkovačů a průtoku z jednoho kapkovače. Z tohoto průtoku byla odečtena ztráta třením pro PE potrubí v bar/m, která byla následně přepočtena podle skutečné délky. Výsledná ztráta třením je rovna 0,03 bar.

Tabulka 19: Sekce 26 - výpočet ztrát třením na kapkovacím potrubí

26
trvalky
k.p. TANDEM

délka	poč.k/m	kapk [l/h]	Q [l/s]	Zt [bar/100m]	l [m]	Zt [bar]
98.5	3.3	2.1	0.19	0.29	10.4	0.03

V poslední ukázkové sekci se počítala ztráta také pro kapkovací potrubí, které ale nebylo rozmístěno po celé ploše, nicméně pouze ve výsadbách okolo stromů. Tento postup je znázorněn v tabulce č. 18. nejprve byl spočítán průtok jednotlivými úseky, které byly kapkovacím potrubím vytvořeny. Poté byla aplikována metoda po úsecích, jako v případě sekce 25. Jednotlivé úseky jsou vyznačeny v obrázku č. 42. Ztráta třením na této sekci vyšla 0,006 bar.



Obrázek č. 42: Sekce 27 - schéma pro výpočet ztrát třením

Tabulka 20: Výpočet ztrát třením

27				společně	
trvalky pod stromy				společně	
k.p. TANDEM				společně	
8				společně	
délka [m]	kapkovačů	Qi [l/s]	ΣQi [l/s]	výtok z kapkovače [l/h]	0.3
2.83	9	0.001	0.0053	výtok z kapkovače [l/s]	2.1
4.71	15	0.001	0.0088	výtok z kapkovače [l/s]	0.001
			Σ		0.112

č. úseku	potrubí	Q [l/s]	l [m]	Di [mm]	Si [m2]	v [m/s]	bar/100m	bar/ús
18	QJ20	0.014	0.56	16.6	0.00022	0.065	0.03	0.0002
19	PE Ø25	0.014	1.91	20.4	0.00033	0.043	0.01	0.0002
20	QJ20	0.014	0.84	16.6	0.00022	0.065	0.03	0.0003
21	PE Ø25	0.028	2.25	20.4	0.00033	0.086	0.03	0.0007
22	QJ20	0.014	0.62	16.6	0.00022	0.065	0.03	0.0002
23	PE Ø25	0.042	1.97	20.4	0.00033	0.128	0.04	0.0007
24	QJ20	0.014	0.45	16.6	0.00022	0.065	0.03	0.0001
25	PE Ø25	0.056	1.1	20.4	0.00033	0.171	0.05	0.0006
větev 2								
26	QJ20	0.014	0.35	16.6	0.00022	0.065	0.03	0.0001
27	PE Ø25	0.014	2.53	20.4	0.00033	0.043	0.01	0.0003
28	QJ20	0.014	0.48	16.6	0.00022	0.065	0.03	0.0002
29	PE Ø25	0.028	2.17	20.4	0.00033	0.086	0.03	0.0007
30	QJ20	0.014	0.55	16.6	0.00022	0.065	0.03	0.0002
31	PE Ø25	0.042	7.95	20.4	0.00033	0.128	0.04	0.0030
32	QJ20	0.014	0.36	16.6	0.00022	0.065	0.03	0.0001
33	PE Ø25	0.056	2.52	20.4	0.00033	0.171	0.05	0.0013
34	PE Ø25	0.112	0.78	20.4	0.00033	0.343	0.11	0.0009
							Σ	0.006



Podle výše uvedeného postupu byly spočteny ztráty třením pro všech 27 sekcí. Z výsledných hodnot byly metodou náhradních délek vypočteny ztráty místní. Byly uvažovány jako 30 % jednotlivých hodnot ztrát třením. Dále byl připočten vstupní tlak jednotlivých závlahových detailů, a nakonec ztráty na sekčním ventilu. Tyto hodnoty byly pro všechny sekce vyneseny do tabulky č. 21.

Tabulka 21: Celkové ztráty na závlaze pro jednotlivé sekce

sekcce	detail	Q [l/s]	Zt [bar]	Zm [bar]	vstupní tlak [bar]	ventil [bar]	celkem [bar]
1	MPR	0.45	0.11	0.033	2.8	0.11	3.05
2	KP	0.38	0.13	0.039	1	0.1	1.27
3	KP	0.35	0.02	0.006	1	0.1	1.13
4	KP	0.08	0.01	0.003	1	0.02	1.03
5	MB	0.03	0.003	0.0009	1	0.04	1.04
6	KP	0.28	0.003	0.0009	1	0.1	1.10
7	RZWS	0.27	0.03	0.009	2.1	0.1	2.24
8	KP	0.03	0.0001	0.00003	1	0.04	1.04
9	KP	0.01	0.001	0.0003	1	0.01	1.01
10	RZWS	0.045	0.001	0.0003	2.1	0.06	2.16
11	KP	0.04	0.0001	0.00003	1	0.05	1.05
12	PS	0.04	0.005	0.0015	1.5	0.05	1.56
13	MB	0.12	0.011	0.0033	1	0.08	1.09
14	PS	0.02	0.001	0.0003	1.5	0.02	1.52
15	KP	0.05	0.0002	0.00006	1	0.06	1.06
16	MB	0.12	0.009	0.0027	1	0.08	1.09
17	MB	0.03	0.007	0.0021	1	0.01	1.02
18	KP	0.28	0.08	0.024	1	0.08	1.18
19	RZWS	0.18	0.017	0.0051	2.1	0.05	2.17
20	MB	0.03	0.005	0.0015	1	0.01	1.02
21	RZWS	0.09	0.008	0.0024	2.1	0.03	2.14
22	KP	0.22	0.002	0.0006	1	0.07	1.07
23	KP	0.03	0.003	0.0009	1	0.01	1.01
24	MB	0.18	0.035	0.0105	1	0.09	1.14
25	RZWS	0.36	0.03	0.009	2.1	0.11	2.25
26	KP	0.19	0.03	0.009	1	0.06	1.10
27	KP	0.11	0.01	0.003	1	0.03	1.04

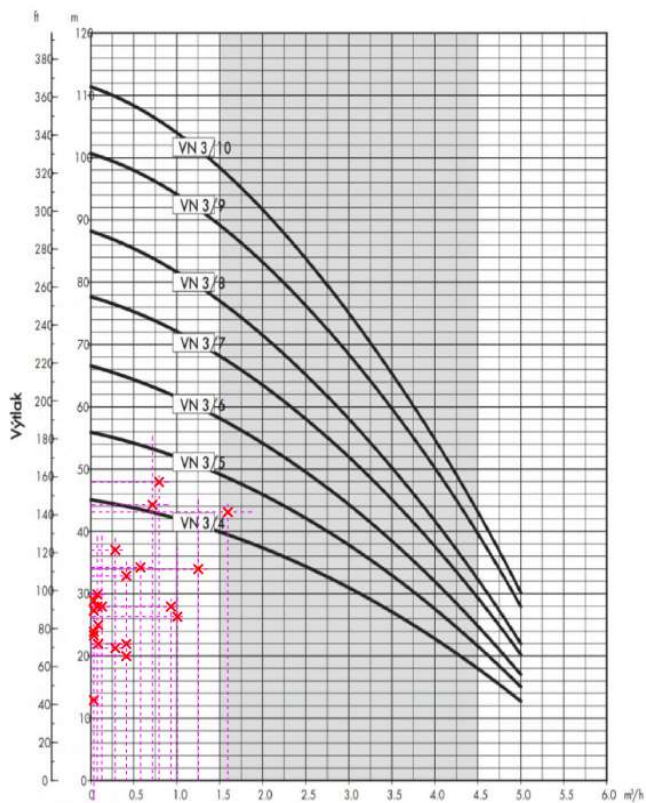
Dále následoval výpočet jednotlivých sekcí na hlavním řadu (HŘ). Probíhal obdobně, ztráty třením byly určeny dle tabulky č.17 pro PP-R potrubí a ztráty místní jako 30 % ze ztrát třením. Poté přišel na řadu výpočet ztrát na hlavní sestavě (HS). Zde se započítávaly ztráty na hlavním ventilu a na filtru. Hodnoty ztrát na hlavním ventilu byly určovány dle tabulky č. 16 a na filtru pomocí grafu (viz obrázek č. 38). Hodnoty výpočtu pro hlavní řadu i hlavní sestavu byly jednotlivě sečteny a zapsány do výsledné tabulky (viz tabulka č. 22). Do této tabulky byly také zapsány tlakové změny převýšením (Zh). Červeně jsou v tabulce vyznačeny ztráty, které byly rozhodující při výběru čerpadla.



Tabulka 22: Celkové ztráty na jednotlivých sekcích

SEKCE	Z [bar]	HŘ [bar]	HS [bar]	Zh [bar]	CELKEM [bar]
1	3.05	0.403	0.25	0.90	4.61
2	1.27	0.286	0.21	0.90	2.66
3	1.13	0.286	0.20	0.90	2.51
4	1.03	0.013	0.50	0.90	2.45
5	1.04	0.003	0.13	0.23	1.40
6	1.10	0.091	0.19	0.23	1.61
7	2.24	0.078	0.18	0.23	2.73
8	1.04	0.004	0.13	0.57	1.74
9	1.01	0.004	0.04	0.57	1.62
10	2.16	0.008	0.14	0.57	2.87
11	1.05	0.004	0.14	0.57	1.76
12	1.56	0.004	0.14	0.57	2.27
13	1.09	0.052	0.15	0.57	1.86
14	1.52	0.007	0.08	0.57	2.17
15	1.06	0.013	0.14	0.57	1.78
16	1.09	0.026	0.15	0.90	2.17
17	1.02	0.004	0.13	0.90	2.05
18	1.18	0.130	0.19	0.90	2.40
19	2.17	0.039	0.16	0.90	3.27
20	1.02	0.007	0.13	1.24	2.39
21	2.14	0.026	0.15	1.24	3.56
22	1.07	0.117	0.18	1.24	2.61
23	1.01	0.007	0.13	1.24	2.39
24	1.14	0.065	0.16	1.59	2.95
25	2.25	0.260	0.21	1.95	4.67
26	1.10	0.078	0.17	1.95	3.30
27	1.04	0.026	0.15	1.95	3.17

Tyto výsledné hodnoty byly z tabulky QH (viz tabulka č. 23) zakresleny do následujícího grafu (viz obrázek č. 43). Podle grafu bylo následně zvoleno čerpadlo VN 3/5.



Obrázek č. 43: Zakreslení jednotlivých bodů do charakteristiky čerpadla – upraveno z [20]

Tabulka 23: QH pro návrh čerpadla

sekke	Q [m ³ /h]	H [m]
1	1.62	46.1
2	1.37	26.6
3	1.26	25.1
4	0.29	24.5
5	0.11	14.0
6	1.01	16.1
7	0.97	27.3
8	0.11	17.4
9	0.04	16.2
10	0.16	28.7
11	0.14	17.6
12	0.14	22.7
13	0.43	18.6
14	0.07	21.7
15	0.18	17.8
16	0.43	21.7
17	0.11	20.5
18	1.01	24.0
19	0.65	32.7
20	0.11	23.9
21	0.32	35.6
22	0.79	26.1
23	0.11	23.9
24	0.65	29.5
25	1.30	47.0
26	0.68	33.0
27	0.40	31.7

Toto čerpadlo (viz obrázek č. 44) bude spínat pomocí tlakového spínače a bude dopravovat vodu do tlakové nádoby. Z té bude voda vedena do jednotlivých sekcí dle nastavení ovládací jednotky.



Obrázek č. 44: Čerpadlo VN 3/5 [20]

Jelikož bude potřeba vodu dopravit do velké výšky relativně malým průtokem, bude do systému nainstalována tlaková nádoba o objemu 100 l. Bude sloužit jako zásobník čerpané vody pro závlahu. Pomocí spínače bude voda do nádoby dodávána čerpadlem z dešťové nádrže. Je proto nutné tedy k nádobě zajistit také tlakový spínač, který bude odborně nastaven dle požadavků na tento závlahový systém.



Obrázek č. 46: Tlaková nádoba GLOBAL, PN 10, 100 l [3]



Obrázek č. 45: Tlakový spínač TSA, rozmezí 2-3.5 bar [3]

5.5.3 Hlavní sestava

Na začátku systému bude instalovaná hlavní sestava, která bude umístěna v technické místnosti v suterénu objektu. Od hlavní sestavy bude veden rozvod závlahy k ventilovým šachticím na jednotlivých terasách.

Hlavní sestava se bude skládat z následujících komponentů:

- Mosazný kulový ventil 1“
- Mosazný síťový filtr MINI PLUS-FK 1“
- Elektromagnetický ventil ICV, PN14 1“
- Impulsní vodoměr HC-100-FLOW 1“
- Mosazná zpětná klapka 1“
- Vypouštěcí kulový ventil 1“
- Vodoměr GIOANOLA DBRF/25 1“ (9x)

Základní komponenty hlavní sestavy budou spojovány pomocí mosazných tvarovek. Šroubení umožňuje snadnou manipulaci při potřebných úpravách hlavní sestavy. Za vypouštěcím ventilem budou tvarovky svařeny z polypropylenu. Hlavním důvodem je cena. Mosazné prvky jsou několika násobně dražší než polypropylenové. Pro příklad mosazný T-kus 1“x1“x1“ vyjde cca na 139 Kč, kdežto polypropylenové koleno na 25 Kč. Z tohoto důvodu budou na rozvod vody do jednotlivých šachtic použity tvarovky z polypropylenu. Detail hlavní sestavy včetně všech komponentů viz výkres č. 10.

5.5.4 Filtr mechanických nečistot

Pro správné fungování zavlažovacího systému s použitím prvků mikrozávlahy je potřeba zajistit jemnost vložky filtru minimálně 120-155 mesh. Rozhodla jsem se pro tuto úpravu použít filtr MINI PLUS-FK s redukčním ventilem (viz obrázek č. 47), který dokáže upravovat tlakové poměry v rozmezí hodnot 1,5-6 bar. Tlaková odolnost tohoto filtru je 16 bar a jemnost filtrační vložky 155 mesh. [3]



Obrázek č. 47: Filtr MINI PLUS-FK s redukčním ventilem [3]



Obrázek č. 48: Hlavní elektromagnetický ventil [3]

5.5.5 Elektromagnetický ventil

Hlavní elektromagnetický ventil (viz obrázek č. 48) funguje jako významná pojistka. Jedná se o nezbytnou součást každého závlahového systému s centrální ovládací jednotkou. Je ovládán pomocí ovládací jednotky a podle toho pouští vodu do systému. Po ukončení závlahového cyklu se automaticky uzavírá. Díky tomuto ventilu není celý závlahový systém pod tlakem, když není zrovna používán, což zvyšuje životnost systému. [5]

5.5.6 Ovládací systém

Automatický závlahový systém bude řízen pomocí ovládací jednotky, která bude taktéž umístěna v technické místnosti. bude navržena internetová ovládací jednotka Hunter HCC-800-PL s webovým softwarem Hydrawise. Má v základu 8 sekcí s možností rozšíření až na 38 sekcí. Je možné ji ovládat pomocí jejího dotykového displeje, PC nebo mobilního zařízení. Připojení k internetu je možné pomocí WiFi sítě. Do jednotky bude zapojeno celkem 26 sekcí. [3]



Obrázek č. 49: Ovládací jednotka Hunter HCC-800-PL [3]

Pro jednotku byl navržen testovací program. Byl navrhován na rok 2018, jelikož byl z porovnávaných nejsušší. V červenci tohoto roku byly nejvyšší teploty, proto jsem se rozhodla závlahový program navrhnout průměrný týden z tohoto měsíce. Celková potřeba vody pro všechny sekce vyšla 13 m³. Trvalky a trávnik budou zavlažovány dvakrát týdně, stromy jen jednou. Celkový čas na závlahu tedy vyšel na necelých 23 hodin. V příloze č. 2 můžeme vidět rozvržení jednotlivých sekcí do závlahových intervalů. Ve druhém řádku je vyznačena hodina, od které program začíná. Po ukončení zavlažování poslední nastavené sekce se závlaha vypne a pokračovat bude až v dále nastavený čas na další určené sekci. Závlaha každé sekce trvá po jinou dobu v závislosti na průtoku a požadovaném množství vody. V tabulce č. 24 je rozpočítán program přesně v jednotlivých dnech.

Tabulka 24: Rozpis závlahových programů

den	počet hodin	startovací čas	koncový čas	sekce
pondělí	2.6	1:00	3:35	1, 7, 18, 23, 25, 27
pondělí - úterý	2.8	23:00	1:48	2, 3, 6, 9, 14, 24
středa	3.7	00:00	3:43	8, 15, 16, 22, 26
středa - čtvrtek	2.7	23:00	1:40	1, 4, 5, 12, 18, 19
pátek	3.5	1:00	4:29	2, 3, 9, 17, 23, 27
sobota	3.4	1:00	4:26	6, 10, 11, 13, 14
sobota - neděle	4.3	23:00	3:17	8, 12, 15, 20, 21, 22, 26

Tento program je pouze testovací, bude upravován na základě stavu rostlin, aktuálních dat a vyhodnocení dat z níže navržené meteorologické stanice.

5.5.7 Senzory

Na ovládací jednotku bude napojen vodoměr HC-075-FLOW s impulsním výstupem a meteostanice.

Internetová meteostanice HC2600 je venkovní meteostanice pro systém Hdrawise (viz obrázek č.50), která dokáže měřit základní meteorologická data, jako je intenzita srážek, rychlost větru, teplota, či vlhkost vzduchu. Je internetová, dosah bezdrátového připojení je až 100 m. Bude nainstalovaná na střechu altánu na společné zahradě.

Vodoměr HC-075-FLOW s impulsním výstupem (viz obrázek č.51) je určen speciálně pro jednotky se softwarem Hdrawise. Impulsní vodoměr monitoruje a hlásí ovládací jednotce informace o průtocích v jednotlivých sekcích. To zajišťuje určitou ochranu systému, jelikož dochází ke kontrole případných úniků vody. Zároveň umožňuje zobrazovat statistiky ohledně spotřeby vody, dle které je dále možné programovat jednotku dle vývoje.



Obrázek 51: Internetová meteostanice HC 2600 [3]



Obrázek 50: Vodoměr HC-100-FLOW s impulsním výstupem [3]

5.5.8 Elektroinstalace

Pro fungování automatického závlahového systému je nutné propojení jednotlivých částí pomocí elektřiny. Pro tyto účely budou použity kabely CYKY. Všechny elektromagnetické ventily budou pomocí těchto kabelů spojeny s ovládací jednotkou, na kterou bude také napojena meteostanice. Budou vedeny souběžně s hlavním potrubím k jednotlivým sekcím.



5.6 Kalkulace projektu

Kalkulace byla vytvořena na základě použitého materiálu, který byl navrhován převážně z katalogu firmy IRIMON spol. s r.o. Dešťová nádrž a její komponenty byly navrženy ze sortimentu Dešťovka.eu a čerpadlo z e-čerpadla.cz. Celková cena za materiál vyšla 275 740 Kč vč. DPH (podrobně rozepsáno v příloze 3). Cena práce byla stanovena jako dvojnásobek ceny materiálu, tedy 551 480 Kč. Celková cena tedy vychází 827 220 Kč.



6 Závěr

V teoretické části práce byly představeny prvky závlahy, zejména mikrozávlahy vhodné pro zelené střechy ze sortimentu Hunter. Jako uvedení do problematiky automatických závlahových systémů byl použit Irivozík, studijní pomůcka, která automatický systém imituje.

Pro zadanou situaci rodinného domu byl v praktické části navržen automatický závlahový systém. Jedná se o stavbu, která obsahuje sedm teras, jednu zelenou střechu a zahradu, která je přístupná pro všechny obyvatele domu. Každá z těchto ploch je opatřena šachticí, ve které jsou uloženy elektromagnetické ventily pro jednotlivé sekce. Tento systém je tvořen celkem 27 sekcemi, převážně z prvků mikrozávlahy. Je zde navrženo 1050 m kapkovacího potrubí TANDEM IR, 17 mini bubblerů, 6 potstreamů, 8 MP rotatorů a 63 prvků bodové závlahy stromů („RZWS“). Celý systém bude zásobovaný vodou z dešťové nádrže o objemu 12 m³, která je opatřena sestavou pro dopuštění, aby bylo možné v případě nutnosti nádrž dopustit z vodovodního řádu. Voda bude z nádrže dopravována pomocí čerpadla VN 3/5. Z důvodu velmi malých průtoků na některých sekcích a velkého převýšení byla přidána tlaková nádoba o objemu 100 l. Při naplnění nádoby čerpadlo vypne a začne vodu čerpat až po poklesu tlaku v nádobě. Pro spolehlivý provoz automatického systému byla navržena ovládací jednotka Hunter HCC-800-PL, na kterou lze napojit až 38 sekcí. Mezi její hlavní výhody patří, že je možné ji připojit pomocí WiFi k internetu a ovládat ji z počítače nebo mobilního telefonu. Na ni bude napojena internetová meteostanice, díky které bude možné poměrně přesně analyzovat počasí a plánovat tak další zavlažování. Pro testovací provoz byl vytvořen závlahový program na základě výpočtu vláhové potřeby. Vzhledem k obtížně dostupným datům vláhových potřeb výsadby na objektu byla závlahová potřeba stanovena alespoň pomocí metody ideálních srážek z ČSN 750434, které jsou z 80. let minulého století, a tudíž značně podhodnocené. Jako vzorový rok pro závlahu byl vybrán rok 2018, jelikož v něm spadlo nejméně srážek, a tudíž je pro zavlažování kritický. Podle roku 2018 bude na vegetační období pro závlahu tohoto objektu potřeba cca 180 m³ vody. V závěru práce vytvořena přibližná kalkulace tohoto projektu. Celková cena vyšla na 827 220 Kč.



7 Bibliografie

- [1] *Zelené střechy: Skladba vegetačního souvrství* [online]. [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://www.zelenestrechy.info/skladba-vegetacniho-souvrstvi>
- [2] *Zelené střechy: Rozdělení zelených střech* [online]. [cit. 2023-04-03]. Dostupné z: <https://www.zelenestrechy.info/rozdeleni-zelenych-strech>
- [3] *IRIMON, spol. s r.o.* [online]. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.irimon.cz/>
- [4] *IRIMON: Školení Basic, IRIMON spol. s r.o.* IRIMON, 2023.
- [5] IRIMON SPOL. S R.O. *Technologický předpis*. Praha: IRIMON spol. s r.o., 2020.
- [6] *Pražské vodovody a kanalizace: Cena vodného a stočného* [online]. [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/zakaznici/cena/>
- [7] *PANGEA TRADE: Zdroj vody pro závlahu* [online]. [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <http://www.pangeatrade.cz/automaticky-zavlahovy-system/zdroje-vody-pro-zavlazovani/>
- [8] *DEK: Filtr vodní s redukčním ventilem Honeywell FK06-AA 3/4"* [online]. [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/produkty/detail/6000068150-honeywell-vodni-filtr-3-4-s-red-vent-fk06-3-4aa>
- [9] *Ing. Jiří Mrtka, konzultace, 14.4.2023.*



- [10] STRÁNSKÝ, David. *Metodika výpočtu objemu akumulčních nádrží pro srážkové vody*. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2021.
- [11] GRÜNDACH INITIATIVE: *Gründächer: Arten, Aufbau und Umsetzung* [online]. [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: [Gründächer: Arten, Aufbau und Umsetzung](#)
- [13] *Hunter* [online]. Hunter Industries, 2023 [cit. 2023-05-01]. Dostupné z: <https://www.hunterindustries.com/en-metric/irrigation-product/micro-irrigation/root-zone-watering-system>
- [15] *Portál ČHMÚ: Historická data: Mapy charakteristik klimatu* [online]. [cit. 2023-05-05]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu>
- [16] *Zelená střecha roku: Budova DRN - polyfunkční objekt na Národní třídě v Praze* [online]. [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: <https://www.zelenastrecharoku.cz/cs/menu/predchozi-rocniky/2018/budova-drn-objekt-se-smisenymi-funkcemi-vyuziti/>
- [17] *Dešťovka.eu* [online]. [cit. 2023-05-07]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/seznam-prodopousteni-nadrzi/?fbclid=IwAR09qIE-e039r89z2bVzYa92mRdwHO3qNnrWiflJtZjisjEA-vIoY2LDOSA>
- [18] *Dešťovka.eu* [online]. [cit. 2023-05-06]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/nadrz-na-destovou-vodu-dark-12-m3-12000l-samonosna/>
- [19] *Dešťovka.eu* [online]. [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://eshop.destovka.eu/filtracni-kos-nerez-k-nadrzim-dark/>
- [20] *E-cerpadla.cz* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.e-cerpadla.cz/ponorne-odstredive-cerpadlo-nauti-vn-35-230-v-20-m-kabel-d-7184.html>



- [21] *Život v satelitu: Zelená střecha - kousek přírody ve městě* [online]. [cit. 2023-05-19]. Dostupné z: <https://www.zivotvsatelitu.cz/zelena-strecha/>
- [22] *KATALOG SYSTÉM INSTAPLAST* [online]. 2022 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: https://www.pipelife.cz/content/dam/pipelife/czech-republic/ke-stazen%C3%AD/katalogy/sanita-a-topeni/PIPELIFE_PP-R-PP-RCT%20INSTAPLAST_KATALOG_CZ.pdf
- [23] *Sprinkler system* [online]. [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.sprinklersystem.cz/galerie/sport/>
- [24] *Mikrozávlaha: Způsoby mikrozávlahy* [online]. ZÁVLAHOVÉ CENTRUM, 2023 [cit. 2023-04-27]. Dostupné z: <http://www.zavlahove-centrum.cz/mikrozavlaha/>
- [25] *Zahradnictví Plzeň: zelené střechy, střešní zahrady* [online]. Plzeň: Přemysl Písař - zahrady [cit. 2023-05-02]. Dostupné z: <https://www.plzen-zahradnictvi.cz/zelena-strecha/>
- [26] *ECOSSEDUM PACK: Jaký je rozdíl mezi extenzivní a intenzivní zelenou střechou?* [online]. [cit. 2023-03-25]. Dostupné z: <https://www.ecosedum.cz/jaky-je-rozdil-mezi-extenzivni-a-intenzivni-zelenou-strechou/>



8 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Příklad skladby vegetačního souvrství na zelené střeše	11
Obrázek č. 2: Skladba extenzivní zelené střechy [11]	12
Obrázek č. 3: Skladba intenzivní zelené střechy [11]	13
Obrázek č. 4: Realizace strmé zelené střechy [21].....	14
Obrázek č. 5: Labyrint v kapkovacím potrubí [3].....	16
Obrázek č. 6: Instalace zavlažovací rohože [3].....	17
Obrázek č. 7: Kapkovače	18
Obrázek č. 8: Root zone watering systém [13]	19
Obrázek č. 9: Mikrozavlažovač MINI BUBBLER [3]	19
Obrázek č. 10: Kapkovací jehla s koncovým bodcem [3].....	19
Obrázek 11: Mikropostřikovač Shrubbler [3]	20
Obrázek č. 12: Mikropostřikovač Spektrum [3].....	20
Obrázek č. 13: Mikropostřikovač I-MINI WOBBLER [3].....	20
Obrázek č. 14: Senzor půdní vlhkosti [3].....	21
Obrázek č. 15: Čidlo srážek [3].....	21
Obrázek č. 16: Schéma AZS	23
Obrázek č. 17: Sloupnutý trávník a tvorba rýhy [23].....	24
Obrázek č. 18: Irivozík.....	27
Obrázek č. 19: Ovládací jednotka na Irivozíku.....	28
Obrázek č. 20: Filtr na Irivozíku.....	28



Obrázek č. 21: Irivozík – pohled na hlavní sestavu	29
Obrázek č. 22: Mikrozávlaha na Irivozíku.....	29
Obrázek č. 23: Šachtice se sekčními elektromagnetickými ventily	30
Obrázek č. 24: Bodová mikrozávlaha	30
Obrázek č. 25: Mikropostřik	30
Obrázek č. 26: Průměrná roční teplota vzduchu pro rok 2021 [15].....	31
Obrázek č. 27: Zvětšení mocnosti půdy pro kořenový systém stromu na budově Drn [16]	32
Obrázek 28: Vzorový výpočet potřeby vody dle Klatta a Hemerky	40
Obrázek č. 29: Grafické znázornění potřeby vody na jednotlivých sekcích	41
Obrázek č. 30: Grafické znázornění potřeby vody v jednotlivých sekcích v řešených letech	41
Obrázek č. 31: Grafické znázornění potřeby vody pro výsadby v jednotlivých sekcích v řešených letech	42
Obrázek č. 32: Grafické znázornění potřeby vody pro stromy v jednotlivých sekcích v řešených letech	42
Obrázek 33: Graf naměřených hodnot zkoumaných rostlin v klimaticky podobné oblasti	43
Obrázek č. 34: Filtrační koš nerez k nádržím DARK [19].....	47
Obrázek č. 35: Nádrže na dešťovou vodu DARK 12000 l [18].....	47
Obrázek č. 37: Sestava pro dopouštění nádrže [17].....	47
Obrázek 36: Hladinové hlídání e-STUDNA [3]	47
Obrázek č. 38: Charakteristika tlakových ztrát filtru MINI-FK 1" [5]	49
Obrázek č. 39: Schéma objektu – převýšení	50
Obrázek č. 40: Sekce 25 - schéma pro výpočet ztrát třením	50



Obrázek č. 41: Sekce 26 - schéma pro výpočet ztrát třením	52
Obrázek č. 42: Sekce 27 - schéma pro výpočet ztrát třením	53
Obrázek č. 43: Zakreslení jednotlivých bodů do charakteristiky čerpadla – upraveno z [20]	56
Obrázek č. 44: Čerpadlo VN 3/5 [20]	56
Obrázek č. 45: Tlakový spínač TSA, rozmezí 2-3.5 bar [3]	57
Obrázek č. 46: Tlaková nádoba GLOBAL, PN 10, 100 l [3].....	57
Obrázek č. 47: Filtr MINI PLUS-FK s redukčním ventilem [3].....	58
Obrázek č. 48: Hlavní elektromagnetický ventil [3].....	58
Obrázek č. 49: Ovládací jednotka Hunter HCC-800-PL [3].....	59
Obrázek 51: Vodoměr HC-100-FLOW s impulsním výstupem [3].....	60
Obrázek 50: Internetová meteostanice HC 2600 [3].....	60

9 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Porovnání teplot v ČR a v Praze/Středočeském kraji v roce 2021 s dlouhodobým normálem 1991-2020 [15].....	32
Tabulka č. 2: Seznam vegetace použité na daném objektu	33
Tabulka 3: Rozdělení jednotlivých ploch do sekcí	34
Tabulka 4: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro trávník ve středně těžké půdě v Praze	35
Tabulka 5: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro trvalky v lehké půdě v Praze	36



Tabulka 6: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro trvalky ve středně těžké půdě v Praze	37
Tabulka 7: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro stromy ve středně těžké půdě v Praze	38
Tabulka 8: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky pro klimatický normál 1981-2010 a suché roky 2003, 2015 a 2018 pro stromy v lehké půdě v Praze	39
Tabulka 9: Přehled vláhové potřeby pro jednotlivé rostliny na terasách v řešených letech.....	39
Tabulka 10: Výsledky vláhové potřeby pro jednotlivé sekce pro klimatický normál 1981-2010 a roky 2003, 2015 a 2018 v Praze.....	40
Tabulka 11: Výpočet evapotranspirace stromů na jednotlivých sekcích na celé vegetační období	44
Tabulka 12: Výpočet akumulace vody za nevegetační období ze zpevněných ploch.....	46
Tabulka 13: Výpočet akumulace vody za nevegetační období z nezpevněných ploch.....	46
Tabulka 14: Výřez tabulky pro určení ztrát třením pro potrubí PN 6 a PN 7,5 [3].....	48
Tabulka 15: Tlakové ztráty kritických bodů závlahy.....	48
Tabulka 16: Ztráty na ventilu Hunter PGV 100 a Hunter ICV 1“ [5].....	49
Tabulka 17: Výřez tabulky pro určení ztrát třením v PP-R potrubí [22]	49
Tabulka 18: Výpočet ztrát třením pro RZWS na sekci 25	51
Tabulka 19: Sekce 26 - výpočet ztrát třením na kapkovacím potrubí.....	52
Tabulka 20: Výpočet ztrát třením	53
Tabulka 21: Celkové ztráty na závlaze pro jednotlivé sekce	54
Tabulka 22: Celkové ztráty na jednotlivých sekcích	55
Tabulka 23: QH pro návrh čerpadla.....	56



Tabulka 24: Rozpis závlahových programů.....	59
--	----

10 Seznam příloh

Příloha č. 1: Schéma odvodňovaných a zavlažovaných ploch

Příloha č. 2: Testovací program AZS

Příloha č. 3: Výsledná kalkulace

11 Seznam výkresů

Výkres č. 1: Návrh závlahy – společná zahrada

Výkres č. 2: Návrh závlahy – terasa A

Výkres č. 3: Návrh závlahy – terasa B

Výkres č. 4: Návrh závlahy – terasa C

Výkres č. 5: Návrh závlahy – terasa D

Výkres č. 6: Návrh závlahy – terasa E

Výkres č. 7: Návrh závlahy – terasa F

Výkres č. 8: Návrh závlahy – terasa G

Výkres č. 9: Návrh závlahy – střecha G

Výkres č. 10: Schéma hlavní sestavy

Výkres č. 11: Schéma Irivozíku