

# ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA HYDROMELIORACÍ A KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Zelené střechy a jejich zavlažování**

Green roofs and their irrigation

Autor:

Anna Ratzenbeková

Vedoucí práce:

Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.

Praha 2020



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



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Ratzenbeková</u>	Jméno: <u>Anna</u>	Osobní číslo: <u>468349</u>
Zadávající katedra: <u>Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Vodní hospodářství a vodní stavby</u>		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Zelené střechy a jejich zavlažování</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Green roofs and their irrigation</u>	
Pokyny pro vypracování: Zpracujte rešerši odborné literatury na téma zelené střechy se zaměřením na jejich zavlažování. Uveďte definice zelených střech vjmenujte jejich typy a rozdíly v provedení. Popište jejich výhody a nevýhody. Diskutujte použití závlahové vody. Stanovte význam zelených střech (a střešních kořenových čistíren) pro modro-zelenou infrastrukturu a získávání ocenění pro budovy šetrné k životnímu prostředí (např. certifikáty LEED, BREEAM, WELL). V praktické části navrhnete pro zadanou situaci zelenou střechu o výměře cca 85 m <sup>2</sup> , viz výkres zadání. Doplňkovou závlahu navržené vegetace řešte podzemní instalací kapkovacího potrubí a jako zdroj vody uvažujte vodovodní řad. Zohledněte šetření závlahovou vodou. Pro vedlejší plochu, cca 187 m <sup>2</sup> , vytvořte pro výhledové řešení návrh pochozí zelené střechy, s využitím jako relaxační zóna.	
Seznam doporučené literatury: 1) články v časopisech indexovaných v databázích WOS a SCOPUS 2) <a href="https://www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni">https://www.zelenestrechy.info/standardy-ke-stazeni</a> 3) TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami 4) materiály LIKO-S Brno	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Pavla Schwarzová, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>17.2.2020</u>	Termín odevzdání bakalářské práce: <u>17.5.2020</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>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“.</i>	
<u>9.4.2020</u> 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.

Dále prohlašuji, že veškeré informační zdroje, ze kterých jsem k vypracování této práce čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze dne .....

.....  
Anna Ratzenbeková

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala především vedoucí mé bakalářské práce, Ing. Pavle Schwarzové, Ph. D., za odborné vedení, poskytnuté rady, ochotu a pomoc i v nelehkém období výjimečného stavu v naší zemi.

Dále děkuji všem zaměstnancům firmy IRIMON spol. s r. o., za odborné rady při řešení problematiky závlahového systému v rámci části této bakalářské práce.

V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým, kteří mi po celou dobu psaní této práce věřili a podporovali mě.

## Anotace

Tato bakalářská práce je věnována problematice zelených střech a možnosti jejich zavlažování. V teoretické části jsou zahrnuty základní informace k zeleným střechám, jejich typy, funkce a dělení. Nechybí ani zmínka o jejich historickém vývoji a nahlédnutí na jejich řešení ve světě. Samostatná kapitola je dále věnována možnostem zavlažování zelených střech a rozboru jednotlivých prvků automatického závlahového systému. Jsou zde řešeny různé postupy získávání veličin potřeby vody a možné zdroje vody. V neposlední řadě se tato část věnuje dotačním programům týkajících se zelených střech a hodnocení šetrnosti budov k životnímu prostředí v rámci modrozelené infrastruktury. V praktické části práce je navržena extenzivní zelená střecha s prvky střechy intenzivní, která se bude nacházet na střеше společnosti IRIMON, spol. s r. o. Proběhla zde diskuse možných zdrojů vody na pozemku, rámcový výpočet potřeby vody pro zelenou střechu v dané lokalitě a návrh automatického zavlažovacího systému s možností dávkování hnojiva pro střešní vegetaci. Nakonec bylo navrženo architektonické řešení výhledové střešní terasy, jejíž realizace je do budoucna plánovaná na tomtéž objektu.

**Klíčová slova:** zelená střecha, závlaha, vodní zdroj, potřeba vody, šetření vodou

## Abstract

This bachelor thesis is devoted to the issue of green roofs and the possibility of their irrigation. The theoretical part includes basic information about green roofs, their types, functions and division. There is also a mention of their historical development and insight into their solution in the world. A separate chapter is also devoted to the possibilities of irrigation of green roofs and analysis of individual elements of the automatic irrigation system. There are also included various procedures for obtaining quantities of water demand and possible sources of water. Last but not least, this part deals with subsidy programs related to green roofs and the evaluation of environmental friendliness of buildings within the blue-green infrastructure. In the practical part of the work, an extensive green roof with intensive roof elements is designed, which will be located on the roof of the company IRIMON, spol. s r. o. There was a discussion of possible sources of water on the land, a general calculation of water demand for a green roof in a given locality and a proposal for an automatic irrigation system with the possibility of dosing fertilizer for roof vegetation. Finally, the architectural solution of the prospective roof terrace was designed, which is planned to be built on the same building.

**Key words:** green roof, irrigation, water supply, water need, water saving

## Obsah:

1	Úvod.....	9
2	Teorie zelených střech.....	10
2.1	Úvod.....	10
2.2	Pojem zelené střechy.....	10
2.3	Souvrství zelených střech.....	10
2.4	Typy zelených střech.....	11
2.4.1	Extenzivní zelené střechy.....	11
2.4.2	Intenzivní zelené střechy.....	12
2.4.3	Polointenzivní zelené střechy.....	12
2.4.4	Nepochoží zelené střechy.....	13
2.4.5	Pochoží zelené střechy.....	13
2.4.6	Pobytové zelené střechy.....	13
2.4.7	Ploché zelené střechy.....	14
2.4.8	Šikmé zelené střechy.....	14
2.4.9	Strmé zelené střechy.....	14
2.5	Funkce zelených střech.....	14
2.5.1	Funkce urbanistická a krajinářská.....	14
2.5.2	Funkce environmentální.....	15
2.5.3	Ochranné a ekonomické funkce.....	15
2.6	Výhody a nevýhody zelených střech.....	16
2.6.1	Výhody.....	16
2.6.2	Nevýhody.....	17
2.7	Historie zelených střech.....	17
2.7.1	Zelené střechy v teplých oblastech.....	18
2.7.2	Zelené střechy ve studených oblastech.....	18
2.7.3	Zelené střechy 20. století.....	20
2.8	Zelené střechy ve světě.....	21
2.9	Možnosti zavlažování zelených střech.....	24
2.9.1	Mikrozávlaha.....	24
2.9.2	Závlaha postřikem.....	27
2.9.3	Závlaha podmokem.....	27
2.10	Potřeba vody.....	28
2.10.1	Vláhová potřeba rostlin.....	28
2.10.2	Závlahové množství.....	30



2.10.3	Závlahová dávka .....	30
2.10.4	Tabulky součinitelů pro výpočet potřeby vody .....	31
2.11	Zdroje vody .....	32
2.12	Prvky zavlažovacího systému .....	33
2.12.1	Hlavní sestava .....	33
2.12.2	Potrubí .....	35
2.12.3	Spojovací a rozdělovací prvky .....	35
2.12.4	Sekční elektromagnetické ventily a jejich uložení .....	36
2.12.5	Akumulační jímka .....	36
2.12.6	Čerpací stanice .....	36
2.12.7	Ovládací systém .....	36
2.12.8	Koncové prvky závlahového systému .....	36
2.13	Dotační programy .....	37
2.13.1	Nová zelená úsporám .....	37
2.13.2	Dešťovka .....	37
2.14	Certifikace udržitelné výstavby .....	38
2.14.1	Systém BREEAM a LEED .....	38
2.14.2	Systém SBToolCZ .....	39
2.14.3	Systém WELL .....	40
3	Praktická část .....	41
3.1	Popis lokality .....	41
3.2	Charakteristika klimatu .....	41
3.3	Charakteristika objektu .....	43
3.4	Charakteristika zájmové plochy .....	43
3.5	Konstrukce stávající budovy a střechy .....	44
3.6	Návrh souvrství zelené střechy .....	45
3.6.1	Hydroizolační vrstva .....	46
3.6.2	Ochranná vrstva .....	46
3.6.3	Drenážní vrstva .....	46
3.6.4	Filtrační vrstva .....	47
3.6.5	Vegetační vrstva .....	47
3.7	Konstrukční detaily .....	47
3.8	Skladba vegetace .....	49
3.9	Potřeba vody pro závlahu .....	51
3.10	Pochozí plocha .....	55
3.11	Návrh zavlažovacího systému .....	55
3.11.1	Diskuse zdroje vody .....	56



3.11.2	Charakteristika zdroje vody .....	57
3.11.3	Prostupy pro automatický závlahový systém .....	58
3.11.4	Hlavní sestava .....	60
3.11.5	Filtr mechanických nečistot s redukčním ventilem .....	62
3.11.6	Dávkovací čerpadlo .....	62
3.11.7	Ovládací systém a senzory .....	62
3.11.8	Trubní rozvody a tvarovky .....	64
3.11.9	Elektromagnetické ventily a ventilové šachtice .....	65
3.11.10	Elektrorozvody .....	67
3.11.11	Kapková závlaha .....	67
3.11.12	Zahradní sloupkový hydrant .....	71
3.11.13	Zazimování systému .....	71
3.12	Kalkulace ceny zelené střechy .....	71
3.13	Výkaz výměr a kalkulace ceny závlahového systému .....	73
3.14	Architektonický návrh střešní terasy .....	74
3.15	Závěr .....	76
4	Bibliografie .....	78
5	Seznam obrázků .....	83
6	Seznam tabulek .....	85
7	Seznam grafů .....	86
8	Seznam příloh .....	86
9	Seznam výkresů .....	86



# 1 Úvod

Žijeme v době, kdy enormně narůstá podíl zastavěných ploch na úkor ploch tvořených prvky přírody. Pro lidstvo je tento postup zcela přirozený, populace se stále zvyšuje, každý potřebuje střechu nad hlavou a k tomu se přidává další množství ostatních budov a povrchů, které jsou pro současné fungování lidstva potřebné. Tyto antropogenní povrchy však negativně působí na životní prostředí, dlouhodobý stav atmosféry, či na venkovní teplotu a výskyt fauny a flory. Vše pomalu odumírá a trávu začíná nahrazovat beton a asfalt. Takové prostředí však přestává být přirozené i pro člověka a je třeba jednat pro udržení vysoké životní úrovně.

Zahrnutí zelených ploch do měst řeší jednu část tohoto problému. Lidé mají kde trávit volný čas a ve městech je díky zeleni čistší a kvalitnější vzduch. Tyto plochy však nejsou dostačující a rozpálené antropogenní povrchy stále zvyšují teplotu vzduchu a narušují přirozený koloběh vody v přírodě. Proč tedy neudělat stejné zelené plochy, které jsou na úrovni zemského povrchu, také na střechách budov? Plocha pokrytá zelení se mnohonásobí a planeta nám za toto velkorysé gesto poděkuje. Navíc krása, kterou vegetační povrchy představují, je pro lidské oko lákavá.

A tak se začalo s výstavbou a projektováním zelených střech, které bohužel ještě nejsou tak dalece rozšířené, jak by bylo potřeba. Pozitivní je však skutečnost, že si problémy způsobené lidskou existencí začínáme uvědomovat a vznikají další projekty zahrnující vegetační povrchy.

V návaznosti na mé předchozí myšlenky a stav dnešního světa mi vyvstal nápad na téma této práce. Jelikož mi není planeta lhostejná, budu jako další projektanti navrhovat zelenou střechu na již stojící budově. Jedná se o budovu společnosti IRIMON spol. s r.o., zabývající se automatizovanými závlahovými systémy.

Práce je rozdělena na část teoretickou a část praktickou. V teoretické části jsou uvedeny základní znalosti problematiky návrhu zelených střech a závlahových systémů. Součástí teoretické části je rešerše zabývající se dělením, funkcemi a vegetačním souvrstvím zelených střech.

## 2 Teorie zelených střech

### 2.1 Úvod

Definovat pojem zelená střecha je poněkud obtížné. V současné době existuje hned několik pojmů, které jsou spjaty s realizací zeleně na existujících nebo nových střechách. Jsou jimi pojmy „zelená střecha“, „střešní zahrada“, „travnaté střechy“ apod. Dosud však nebylo jasně stanoveno, jaký z nich je ten „správný“ a můžeme se tudíž setkat se všemi.

### 2.2 Pojem zelené střechy

Zelená střecha je střecha pokrytá vegetací. Jedná se o jakousi nadstavbu střechy již existující, která kromě vegetace obsahuje také další vrstvy potřebné pro její správnou funkci. V běžných případech se jedná o vrstvu vegetační, filtrační, drenážní, ochrannou a separační. V těch výjimečných se pak používá i vrstva hydroakumulační a kořenovzdorná. [1] [2]

### 2.3 Souvrství zelených střech

Vegetační souvrství zelených střech je tvořeno funkčními vrstvami, jejichž vzájemným spolupůsobením vzniká prostředí vhodné pro život a růst rostlin. Každá funkční vrstva má v souvrství danou funkci, kterou poskytuje podmínky pro existenci a rozvoj vegetace na střeše.

Popis jednotlivých funkčních vrstev a jejich funkčního zastoupení v souvrství zelené střechy je uveden v tabulce č. 1.

Funkční vrstva	Funkce
Vegetace	je souborem rostlin, který tvoří pokryv zelené střechy
Vegetační vrstva	je základním prostředím pro kořenění a růst rostlin a svým fyzikálním, chemickým a biologickým složením a vlastnostmi je k tomu uzpůsobena
Filtrační vrstva	zabraňuje vyplavování drobných částic z vegetační vrstvy do vrstvy drenážní a trvale chrání drenážní vrstvu před zanesením
Hydroakumulační vrstva	akumuluje srážkovou nebo závlahovou vodu pro potřeby rostlin
Drenážní vrstva	umožňuje dostatečně rychlý a efektivní odtok přebytečné vody k odvodňovacím zařízením
Ochranná vrstva	trvale chrání hydroizolaci střechy před mechanickým poškozením
Separací vrstva	navzájem od sebe odděluje sousední materiály nebo prvky, které by se mohly vzájemně negativně ovlivňovat
Kořenovzdorná vrstva	ochranná vrstva proti prorůstání kořenů, chrání hydroizolaci střechy před poškozením kořeny rostlin

Tabulka 1: Funkční vrstvy vegetačního souvrství [3]

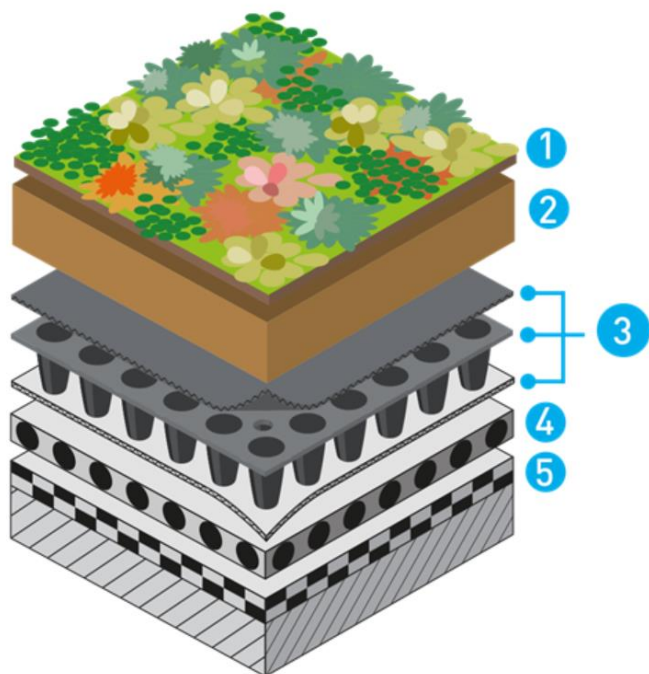
## 2.4 Typy zelených střech

Zelené střechy se dělí podle různých faktorů. Nejčastěji se však dělí dle vegetace, přístupnosti a sklonu.

### 2.4.1 Extenzivní zelené střechy

Extenzivní zelené střechy jsou pokryty vegetací, která je v největší míře schopna autoregulace a požadavky na její péči jsou minimální. Kontrola je nutná pouze 1-2 x ročně pro nutné přihnojení a odstranění nežádoucí vegetace. Při výběru rostlinných druhů je třeba maximálně dbát na podmínky v dané lokalitě. Vegetaci extenzivních zelených střech tvoří rostliny schopné přizpůsobit se extrémním podmínkám dané lokality a musí být konkurence schopné a potlačit případné nežádoucí rostliny. Mocnost souvrství se pohybuje v rozmezí 60–150 mm, v extrémních případech i 40 mm při vhodně zvoleném druhu sukulentů. Tento typ střechy je ve většině případů nepochozí. [1]

Systémů extenzivních zelených střech existuje velké množství a vždy záleží na lokalitě a místních podmínkách, kde bude zelená střecha realizována. Příklad skladby extenzivní zelené střechy je patrný z obr. č.1.

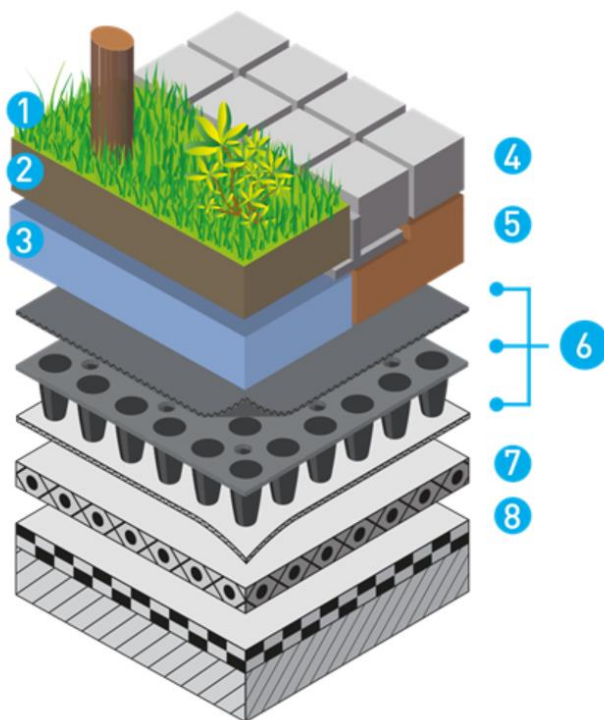


Obr. č. 1: Skladba extenzivní zelené střechy [43]

1. Vegetace
2. Vegetační vrstva
3. Systém drenážní a filtrační vrstvy
4. Kořenovzdorná vrstva
5. Hydroizolační vrstva

### 2.4.2 Intenzivní zelené střechy

Intenzivní zelená střecha upravuje podmínky pro růst zvolené vegetace včetně její intenzivní údržby v podobě závlahy, přihnojování, kultivace, odstraňování nežádoucích rostlin apod. Volba vegetace je zpravidla podřízena architektonickému záměru, rostliny intenzivních zelených střech mají obvykle vysokou estetickou a užitnou hodnotu. Výběr je limitován pouze faktory prostředí, které nelze pomocí technických prostředků upravit. Mocnost souvrství odpovídá druhu použité vegetace, obvykle je však vyšší než 300 mm. Často dochází k modelaci povrchu a mocnosti se v jednotlivých částech střechy mohou zásadně lišit. Tento typ střechy je kromě pokrytí vegetací často používán také jako relaxační zahrady pro obyvatele budovy a bývá proto doplněn zpevněnými plochami a mobiliárem. Z důvodu vyšších nároků je zde požadován samostatný zavlažovací systém. [1]



Obr. č. 2: Skladba intenzivní zelené střechy [43]

1. Intenzivní vegetace
2. Vegetační vrstva
3. Hydroakumulační vrstva
4. Pochozí vrstva
5. Podkladní vrstva pro pochozí vrstvu
6. Systém filtrační a drenážní vrstvy
7. Ochranná vrstva
8. Hydroizolační vrstva

### 2.4.3 Polointenzivní zelené střechy

Polointenzivní střechy tvoří přechodný typ mezi intenzivními a extenzivními střechami. Kromě vegetace vhodné pro extenzivní střechy je možno využít i další rostlinné druhy, které mají vyšší nároky na mocnost souvrství, zásobování vodou a množství živin. Vyšší intenzita péče spočívá převážně v nutnosti závlahy během suchých období roku. Co se týče ostatních pěstebních zásahů, neliší se jejich potřeba v porovnání s extenzivními střechami. Kontrola 2x ročně z důvodu odstranění případné nežádoucí vegetace, přihnojení a případné pokosení vegetace je zcela

postačující. Mocnost vegetačního souvrství se zpravidla pohybuje mezi 150-300 mm, přičemž v souvislosti s klimatickými podmínkami a typem zvolené vegetace se mocnost souvrství mění. Při použití dřevin může mít souvrství mocnost i větší než 350 mm.

Detailní vymezení jednotlivých typů střech podle použité vegetace a tloušťky použitého substrátu je zobrazeno v následující tabulce.

		Mocnost souvrství využitelná pro kořenění rostlin v cm																							
		4	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	125	150	200		
Způsoby ozelenění a formy vegetace	Extenzivní zelené střechy	Rozchodníky	■	■	■	■																			
		Rozchodníky - trvalky			■	■	■	■																	
		Rozchodníky - byliny - trávy				■	■	■	■	■	■														
	Polointenzivní zelené střechy	Trávy - byliny					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Trvalky							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Keře									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Malé a střední stromy												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Intenzivní zelené střechy	Trávník																							
		Trvalky																							
		Keře																							
		Malé a střední stromy																							
		Vysoké stromy																							

Tabulka 2: Mocnost souvrství využitelná pro kořenění rostlin u různých způsobů ozelenění a forem vegetace [3]

#### 2.4.4 Nepochozí zelené střechy

Jedná se o střechy běžně nepřístupné, na které je vstup povolen pouze za účelem nutné údržby a jsou celoplošně pokryty vegetací. Jsou-li střechy neviditelné z okolí, slouží převážně k akumulaci srážkové vody a tepelné izolaci objektu. Pokud jsou pro okolí viditelné, plní kromě těchto funkcí také funkci estetickou.

#### 2.4.5 Pochozí zelené střechy

Přístup na tento typ střechy mají pouze pověřené osoby za účelem obsluhy zařízení umístěných na střeše. Z tohoto důvodu je žádoucí zřídit pochozí malé chodníčky z kamene, mlatu, kameniva či dlaždic. Zároveň tím nedochází k poškození vysázené zeleně při vykonávání činností na střeše.

#### 2.4.6 Pobytové zelené střechy

Jsou to střechy běžné přístupné, určené k pobytu všech osob využívající daný objekt. Může se jednat o střechy soukromé (terasa na rodinném domě) nebo veřejné (přístupné např.

zaměstnancům a klientům velkých firem). Pro zajištění bezpečnosti pohybujících se osob před pádem z výšky, musí být součástí obytné střechy zábradlí. [1]

#### **2.4.7 Ploché zelené střechy**

Zelené střechy, jejichž sklon nepřesahuje 5°. Obvykle je tento typ náchylný na poškození a realizace zeleně na střeše zajistí její ochranu před nepříznivými povětrnostními vlivy.

#### **2.4.8 Šikmé zelené střechy**

Zelené střechy, jejichž sklon se pohybuje v rozmezí 5° až 45°. Dále se tyto střechy rozlišují na střechy s mírným (5°-20°) a vysokým (20°-45°) sklonem. Rozdíl je primárně v nutnosti zajištění substrátu proti sesuvu, kdy v případě střech s mírným sklonem není potřeba, s vysokým pak ano.

#### **2.4.9 Strmé zelené střechy**

Zelené střechy, jejichž sklon povrchu přesahuje 45°. U těchto střech je složitější zajištění substrátu, a to se provádí buď pomocí travnatých kobereců uložených ve dvou vrstvách nebo pomocí střešních tašek obsahujících substrát. [4]

### **2.5 Funkce zelených střech**

Vyselektovat jednotlivé funkce jako takové je u zelených střech komplikované. Jednotlivé funkce spolu totiž velice úzce souvisí a žádná se nevyskytuje samostatně. Proto je lze posuzovat pouze komplexně.

#### **2.5.1 Funkce urbanistická a krajinářská**

Zelená infrastruktura ve městech, kde je jí obvykle nedostatek, pozitivně působí na životní prostředí a zároveň nabízí veliký potenciál v jejím dalším využití jako například relaxační zóna pro obyvatele měst.

Mezi podstatné urbanistické funkce zelených střech patří:

- vytvoření nových zelených ploch a venkovních obytných prostor na zastavěném pozemku,
- růst podílu zeleně v městských oblastech a urbanizované krajině,
- zvýšení estetického vnímání měst a krajiny
- zkvalitnění prostředí pro práci a bydlení

### 2.5.2 Funkce environmentální

Velikost zelených střech je zpravidla velice malá, a proto se jeví i jejich pozitivní účinek na kvalitu ovzduší jako zanedbatelný. Na základě výzkumů se však ukázalo, že opak je pravdou. Ve skutečnosti nejde o ozelenění celých ploch střech. K redukci nepříznivých vlivů okolí stačí vytvořit více menších celků, které ve výsledku vytvoří komplexní síť a účinek je znatelný.

Mezi podstatné environmentální funkce patří:

- pozitivní vliv na mikroklima na rozdíl od střech s vrstvou šterku nebo holou hydroizolací
  - vyrovnávání extrémních teplot
  - snížení vyzařování na sousední plochy
  - zvýšení vlhkosti vzduchu
  - snížení prašnosti
- pomalý odtok, akumulace dešťové vody a její navrácení do koloběhu vody v přírodě
  - odpařování zadržené vody vede ke zlepšení mikroklimatu
  - odtok přebytečné vody do kanalizace probíhá postupně a rovnoměrně
  - snížení špičkových odtoků v porovnání s nezelenými plochami
  - schopnost retence souvrství nezávisí na vlastnostech půdy v dané lokalitě
- tvorba nových ploch pro faunu a flóru, podpora biodiverzity v sídelních oblastech

### 2.5.3 Ochranné a ekonomické funkce

Zeleň na střechách pozitivně působí na stávající střešní konstrukci a na celkové snížení provozních nákladů objektu s jejím umístěním.

Hlavními funkcemi v této oblasti jsou:

- ochrana hydroizolace před působením UV záření a změn teplot
- ochrana hydroizolace před působením vnějších vlivů
- snížení hlučnosti díky zvukové izolaci vegetačních ploch
- funkce tepelné izolace v zimě i v létě
- odlehčení pro kanalizační síť
- vyšší účinnost fotovoltaických panelů v návaznosti na nižší teploty okolí
- vyšší užitná hodnota nemovitosti

[1]

## 2.6 Výhody a nevýhody zelených střech

Zelené střechy jsou příjemně působící zelené celky, jejichž realizace s sebou přináší spoustu pozitiv jak pro životní prostředí, tak pro samotnou budovu, na které je střecha realizována. Spolu s mnohými benefity se přece jen najdou i nějaká negativa.

### 2.6.1 Výhody

- **Pozitivně se podílí na retenci vody a podporují zpožděný odtok srážkové vody.**  
Drenážní systém tvořený sítí potrubí pomáhá kontrolovat odtok srážkové vody a v případě nadměrných srážek se jejich část ukládá v rostlinách a substrátu a poté se přirozeně uvolňuje do zpět do životního prostředí.
- **Zvyšují životnost stávající střechy.**  
Střecha je po celý rok vystavována přírodním živlům a musí se vypořádávat např. s působením větru, kolísáním teplot nebo deštěm. Zeleň na střeše funguje jako ochrana střechy, a tudíž její životnost mnohonásobně roste.
- **Zastávají funkci tepelné izolace.**  
Vegetace na střeše tvoří jakousi tepelnou vrstvu, která v létě pohlcuje sluneční energii, čímž snižuje teplotu střechy. V zimě naopak pomáhá udržovat teplo uvnitř budovy a nedochází k jeho unikání skrz tepelné mosty v konstrukci střechy.
- **Pozitivně působí na životní prostředí a zlepšuje kvalitu ovzduší.**  
Zelené střechy snižují potřebu klimatizace a zároveň i potřebu vytápění v zimním období. Při používání klimatizace i výrobě tepla dochází ke vzniku velkého množství CO<sub>2</sub>, jehož uvolňování do ovzduší způsobuje globální oteplování. Použitím zelené střechy lze tuto skutečnost omezit.
- **Nabízí útočiště pro mnohé živočichy.**  
I když nedokážou nahradit přirozené prostředí na zemi, přesto lákají mnohé druhy ptactva a jiných volně se vyskytujících živočichů. V daném okolí pak dochází k částečné obnově původního ekosystému, který díky zástavbě zanikl. Typickým příkladem jsou včelstva na zelených střechách.



## 2.6.2 Nevýhody

- **Vyšší náklady než u klasických střech.**

Hlavně z hlediska únosnosti střešní konstrukce a souvrství zelené střechy, které vyžaduje vyšší náklady.

- **Zvýšení hmotnosti střešní konstrukce.**

Zelené střechy jsou mnohem těžší než střechy klasické a v případě realizace zelené střechy na střechu stávající je třeba zvýšit její únosnost přidáním podpůrných prvků. Zelená střecha může stávající střeše přidat 50–200 kg/m<sup>2</sup>.

- **Vyžadují zvláštní údržbu.**

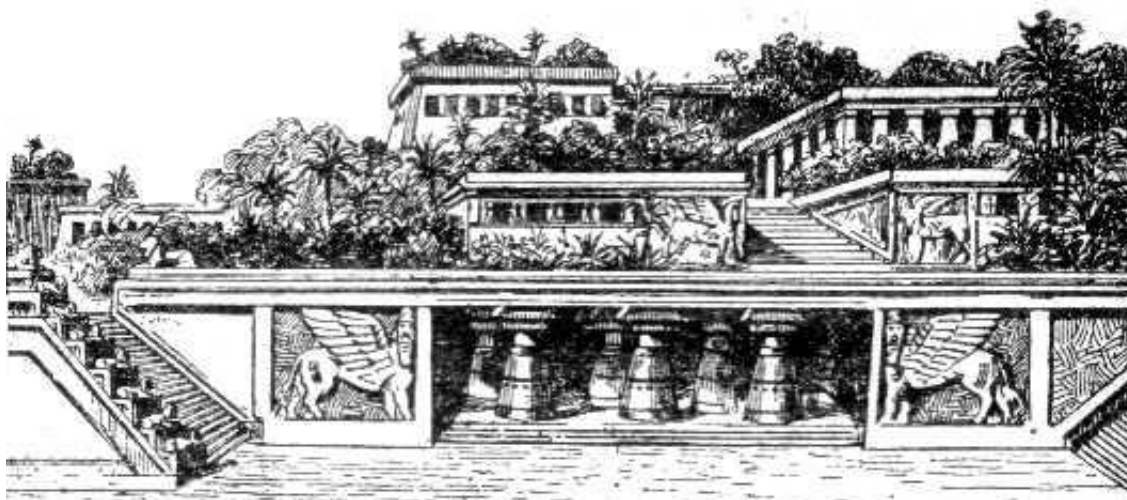
Potřeba rozsahu údržby pro plnou funkčnost zelených střech je zatím stále diskutována. V rámci údržby hraje roli mnoho aspektů a získáváním zkušeností se tento rozsah formuluje.

[5]

## 2.7 Historie zelených střech

Historie zelených střech sahá do daleké minulosti před počátek našeho letopočtu.

Mezi první zmínky o pokrývání budov zelení patří Visuté zahrady Semiramidiny (viz obr. č. 3), postavené kolem roku 600 před našim letopočtem. Zahrady byly vybudovány králem Nabukandasarem II. pro svou ženu, které chyběla zeleň její rodné vlasti. Zahrady byly pěstovány na kamenných sloupech a střeších a od sebe je oddělovala hydroizolační vrstva z rákosu a asfaltu. [6]



Obr. č. 3: Visuté zahrady Semiramidiny [45]

### 2.7.1 Zelené střechy v teplých oblastech

V teplých oblastech se zelené střechy budovaly hlavně ke zmírnění podmínek teplého klimatu, jako rekreační oblasti, nebo k vyjádření vyššího postavení mezi obyvateli. Mezi prostým lidem se v teplých oblastech, kde byl nedostatek vody, stavěli suché střechy z bambusu, rákosu a trávy. Tehdejší civilizace se přírodními obydlími chránila před působením horkých klimatických podmínek.

Z období starověku byly nalezeny zmínky o existenci zelených střech na Pompejských budovách. Zahrady se zde objevovaly nejen na veřejných budovách jako součást atria, ale i na budovách obytných. Krásným příkladem je Vila Mystérií, viz obr. č.4, která má zahradu jak na střechách, tak na stěnách. [7]



Obr. č. 4: Vila Mystérií [47]

### 2.7.2 Zelené střechy ve studených oblastech

Ve studených oblastech severní a střední Evropy a severní Ameriky, sloužily zelené střechy především jako izolační materiál ke snížení tepelných ztrát z vnitřního prostředí do vnějšího. Kromě doškové střechy, která byla Vikingy a Kelty velmi často používána na střechách svatých míst, patří mezi významné také intenzivní střecha pokrytá travinami. Místní podmínky totiž umožňovaly snadný růst travin a nebylo potřeba o takovou střechu dále pečovat.



Mezi zajímavé náboženské budovy se zelenou střechou patří kostel Funninger (viz obr. č. 5) z roku 1847 nacházející se na Faerských ostrovech a kostel Hofskirkja (viz obr. č. 6) z roku 1884 nacházející se na jihu Islandu. [6]



Obr. č. 6: Kostel Funninger [49]



Obr. č. 5: Kostel Hofskirkja [48]



### 2.7.3 Zelené střechy 20. století

V počátcích moderní doby se mnoho států začalo angažovat v oblasti zelených střech. V 80. letech 19. století byla vyvinuta nová technologie, která pracovala s myšlenkou živé zelené střechy na střeše betonové. První model se objevil na Světové výstavě v Paříži v roce 1867. Model ilustruje zelenou střechu s hydroizolačním a odvodňovacím systémem a jako první uvažoval zelenou střechu jako extenzivní.

Během 20. století začali moderní architekti (Le Corbusier, Alvar Alto a Frank Lloyd) stále častěji navrhovat zelené střechy a stěny, aby spojili přírodu s konstrukcí. Jejich slavné návrhy (Vila Mairea, Dům Millard, viz obr. č. 7 a 8) jsou ukázkovým příkladem tohoto konceptu. [7]



Obr. č. 7: Vila Mairea – část se zelenou střechou [50]



Obr. č. 8: Dům Millard [51]

Koncem 20. století přivedla průmyslová doba zpět koncept zelených střech díky vynálezu H. Kocha. Jednalo se o směs štěrku a písku s asfaltem, ze které bylo možné vyrobit nehořlavou a nepropustnou vrstvu. Příroda si nové materiály osvojila a staly se základním systémem pro bylinné rostliny pěstované na střechách. Později v 60. letech byly vrstvy písku a štěrku nahrazeny jednoduchým odvodňovacím systémem a vznikl tak nový návrh lehkých zelených střech. Inovace a vývoj střešní techniky učinily z Německa první zemi na světě, která přijala zásady zelené střechy na budově. Po Německu poté následovala Severní Evropa a Severní Amerika, a nakonec několik zemí v Asii. [7]

## 2.8 Zelené střechy ve světě

Střešní park v Nizozemském Rotterdamu (viz obr. č. 9) jehož autorem studio architektů Buro Sant en Co, je zdárným příkladem toho, že venkovní zelené plochy nemusí být vždy pouze kolem nákupních a komerčních center. Architekt využil místa na střeše objektu a pomohl tak celou stavbu velice zdařile zakomponovat do městského prostředí. [8]





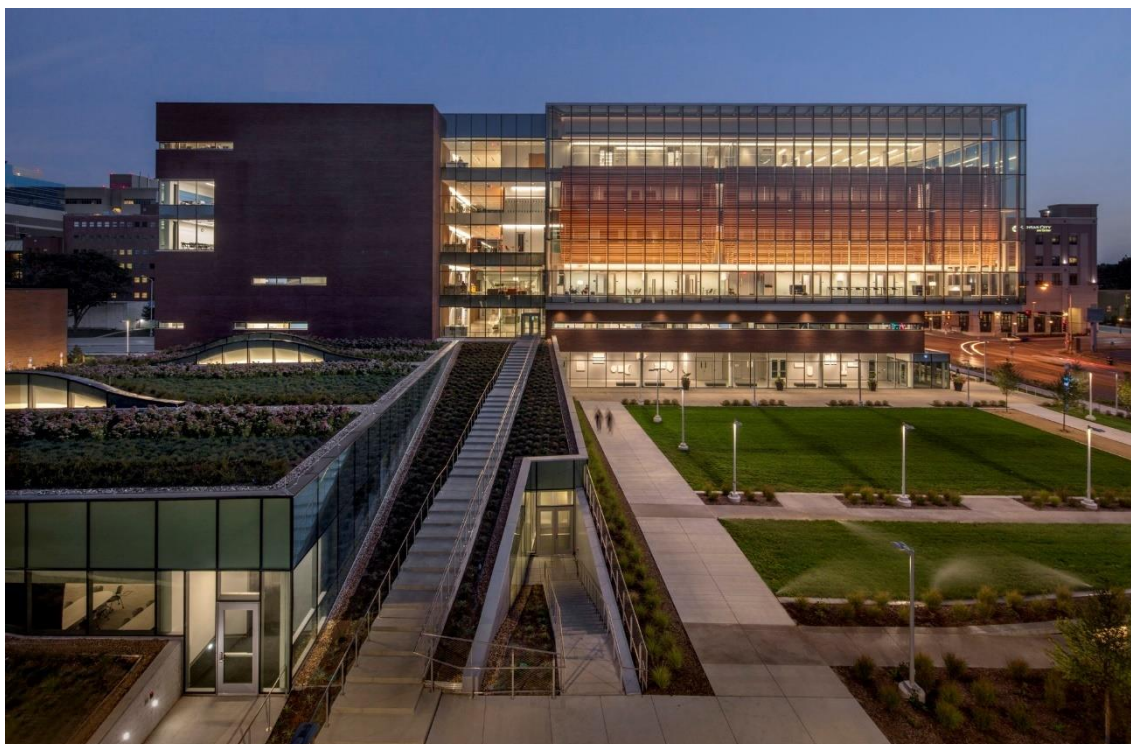
Obr. č. 9: Střešní park v Nizozemském Rotterdamu [52]

Zelená střecha ve městě Natick v USA, viz obr. č. 10, navržená Marthou Schwartz, je nejlepším důkazem toho, že i ve městě se lidé mohou podívat do krásných zahrad. Střecha byla navržena speciálně pro spojení residence a přírodní krásy pomocí dominujících stromů, ornamentů tvořených různými druhy rostlin a jejich pečlivému rozmístění. [8]



Obr. č. 10: Střešní zahrada v Natick, USA [53]





Obr. č. 11: Budova pro vzdělávání lékařů a zdravotníků v Kansasu, USA [54]

Na budově pro vzdělávání lékařů a zdravotníků v kampusu zdravotnické školy v Kansasu v USA se nachází zelená střecha (viz obr. č. 11), která je vybudovaná na vrcholu učeben, které jsou svým prostorem upraveny tak, že jsou základem pro její konstrukci. Zelená střecha také nepřímo přispívá ke snížení nákladů na energii okolních budov v kampusu a snižuje efekt městských tepelných ostrovů kolem stávajících konstrukcí. Krajinní architekti ze studia LAND3Studio výpočtem stanovili, že každý cyklus závlahy o 100 000 gallonů vody (cca. 378 500 l) nahradí 140 tun chladiva potřebného pro dosažení rovnocenného chladicího efektu zmírňující vysoké teploty vznikající v centru zástavby. [9]

I v Hong-Kongu proběhl výzkum vlivu zelených střech na okolí a jejich vlastností. Měřila se povrchová teplota, evapotranspirace a odtok dešťové vody. Přes den, při intenzivním slunečním záření, byla na zelené střeše naměřena teplota kolem 30 °C, na střeše obvyklé konstrukce, tzn. nepřirodního charakteru, byla naměřena teplota 40–60 °C. [10] Studie dále uvádí, že je v těchto oblastech nutná intenzivní doplňková závlaha, v důsledku charakteru klimatu, aby byla zachována plná vegetační funkce rostlin na střeše.

## 2.9 Možnosti zavlažování zelených střech

Doplňková závlaha zelených střech z důvodu nedostatku přirozených srážek lze zajistit ručně, což je časově náročné, nebo pomocí automatického závlahového systému. Při návrhu zavlažovacího systému zelených střech je možnost využít mikrozávlahu, závlahu postřikem nebo závlahu podmokem. [11]

### 2.9.1 Mikrozávlaha

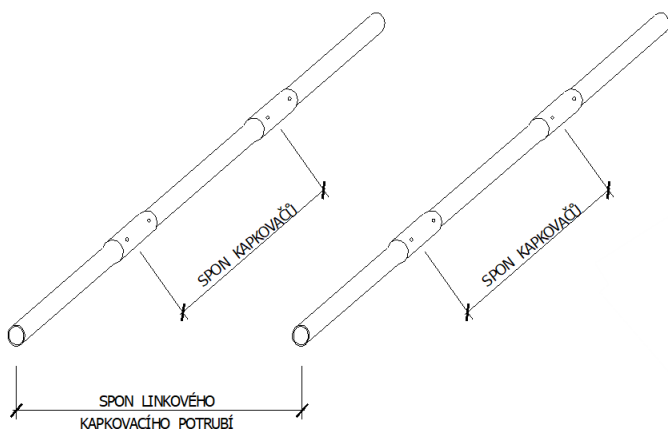
Hlavním rysem mikrozávlahy je pomalé a přesné dávkování vody na požadovanou plochu, přímo k rostlinám. Kromě toho je provozována za nízkých průtoků a tlaků. Mikrozávlaha může být realizována jako podzemní nebo nadzemní.

Základními typy mikrozávlahy jsou:

- **Kapková závlaha – nadzemní instalace**

Využívá se kapkovací potrubí 16-20 mm, které je existuje buď bez kompenzace tlaku nebo s přímou kompenzací tlaku. V potrubí jsou po určité vzdálenosti integrovány tzv. kapkovače (viz obr. č. 13), které jsou tvořeny labyrintem, ve kterém probíhá redukce průtoků před výtokem vody z kapkovačů. Osová vzdálenost (=spon, viz obr.č. 12) kapkovačů je nejčastěji 20, 30, 40, 50, 60, 100–150 cm. Speciálním typem nadzemní kapkovací závlahy je průsakové potrubí, ve kterém nejsou integrovány kapkovače, ale voda prasakuje po celé délce potrubí jeho porézní stěnou.

Doporučený pracovní tlak pro nadzemní kapkovací potrubí je 1–3 bary. Při tlaku 1 bar vytéká z kapkovače 1,5-8 l/hod vody pro 16 mm potrubí (resp. 1,7-16 l/hod pro potrubí průměru 20 mm). Hodnota je závislá na výrobci kapkovacího potrubí.



Obr. č. 12: Spon kapkovačů [12]



Obr. č. 13: Detail kapkovače potrubí TANDEM-IR [12]

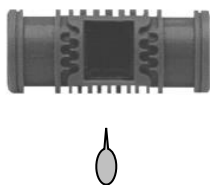


V případě potřeby realizace nadzemní kapkové závlahy na větších plochách, případně ve svažitém terénu, se používá kapkovací potrubí s přímou kompenzací tlaku. Pro tento typ potrubí je doporučený pracovní tlak 1-4 bary a výtok vody z jednoho kapkovače činí 2,1 l/hod nezávisle na vzdálenosti od přípojného místa ke zdroji závlahové vody. [12]

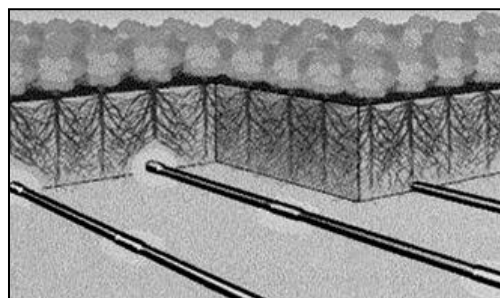
- **Kapková závlaha – podzemní instalace**

Využívá se podzemní kapkovací potrubí 16 mm obsahující měděný plíšek nebo stopové množství látky odpuzující kořeny rostlin, jejichž prorůstáním do kapkovačů by mohlo dojít k jejich ucpaní nebo mechanickému poškození. Toto potrubí má pouze jednoduché kapkovače (viz obr. č. 14) se třemi výtokovými otvory a díky přímé kompenzaci tlaku je možné jeho využití i na větších plochách. Doporučený pracovní tlak je 1 – 3,5 baru a výtok vody z jednoho kapkovače činí při sponu 30 cm 2,1 l/hod nezávisle na vzdálenosti přípojného místa ke zdroji vody.

Z hlediska nízké náročnosti na mocnost substrátu je tento typ závlahy hojně využíván pro závlahu nově vznikajících zelených střech a střešních zahrad. Jde navíc o maximální úsporu závlahové vody.

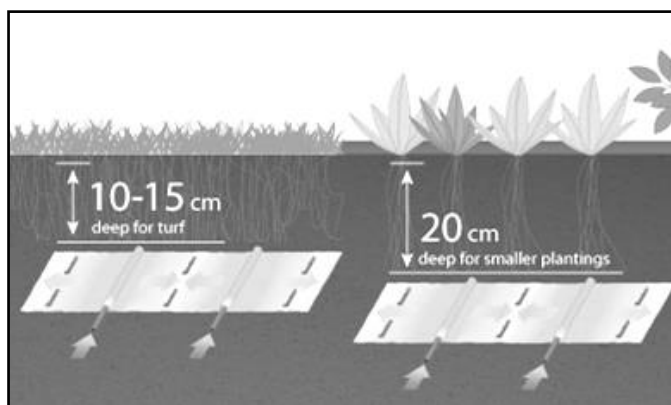


Obr. č. 14: Kapkovač s jednoduchým výtokem vody potrubí ROOTGUARD MULTIBAR [12]



Obr. č. 15: Schéma rozmístění podzemního kapkovacího potrubí [12]

Další možností je instalace zavlažovací rohože, která se skládá ze speciální polypropylenové vlny a kapkovacího potrubí (viz obr. č. 16), které je vedeno skrz tkaninu. Výhodami tohoto typu podzemní závlahy je vysoká rovnoměrnost zálivky při nízké spotřebě vody a efektivní využití vody, protože nedochází k výparu. Doporučený pracovní tlak je 1 – 3,4 baru. Výtok vody při tlaku 1,4 bar činí 2,2 l/hod. Spon jednotlivých kapkovačů je 30 cm a vzdálenost potrubí v zavlažovací rohoži je 35 cm. [12]



Obr. č. 16: Schéma uložení podzemní zavlažovací rohože ECO-MAT [12]

- **Bodová mikrozávlaha**

Pro bodovou mikrozávlahu se používají bodové kapkovače (např. iDrop, viz obr. č. 18) a zavlažovače (dešťníkové bubblery (viz obr. č. 20), shrubblery (viz obr. č. 17) atp.) nebo zavlažovací jehly (viz obr.č. 19) a kapiláry. Jehly a kapiláry jsou do rozvodného potrubí připojeny přes kapkovače. Výhodou bodové mikrozávlahy je možnost zavlažování samostatných rostlin nebo jejich skupin v truhlících a květináčích. Důležité je zmínit, že tyto systémy pracují pouze při nízkých tlacích, od 0,5 do 2,0 bar, proto je potřeba na začátek těchto systémů instalovat redukční tlakové ventily. Existují také kapkovače s kompenzací tlaku, které zajišťují rovnoměrnou závlahu po celé délce zavlažovaného úseku. Průtok jednotlivými kapkovači činí 2–10 l/hod. [12]



Obr. č. 17: Kapkovač „Shrubbler“ [41]



Obr. č. 18: Kapkovač „iDROP“  
(foto: Ing. Petr Antoch)



Obr. č. 20: Sestava se zavlažovací jehlou [41]



Obr. č. 19: Kapkovač „Mini Bubbler“ [41]

## 2.9.2 Závlaha postřikem

Princip tohoto typu závlahy spočívá v distribuci vody postřikem na uvažovanou plochu skrze tzv. postřikovače.

Na zahradách a střeších se využívají postřikovače výsuvné a nevýsuvné, zpravidla ne rotační. Výsuvné postřikovače pak mívají nižší výšku výsuvníku z důvodu omezené mocnosti substrátové vrstvy na zelené střeše. Na postřikovač je zpravidla instalována tryska a nejčastěji se používají trysky rozprašovací (viz obr. č. 22) a tzv. trysky MP ROTATOR (viz obr. č. 21).



Obr. č. 21:  
Rotační tryska  
Hunter „MP  
ROTATOR“ [41]



Obr. č. 22: Rozprašovací tryska Hunter „A“ [12]

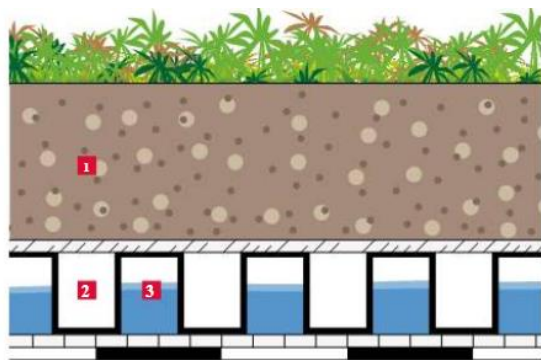
Postřikovače s rozprašovací tryskou a tryskou MP ROTATOR se od sebe liší srážkovou výškou, pracovním tlakem, poloměrem dostřiku a způsobem postřiku. Důležité je zmínit, že na jedné sekci nelze tyto typy kombinovat. Jednotlivé sekce musí tvořit postřikovače stejných srážkových výšek a tlakových poměrů.

Výsuvné rozprašovací postřikovače kolem sebe vytvářejí vodní clonu, která v dané výšcei zavlažuje požadovanou plochu. Poloměr dostřiku se pohybuje kolem 0,6-5,2 m v závislosti na typu použité trysky. Pracovní tlak pro zajištění kvalitní distribuce vody se pohybuje kolem 2,0-2,5 bar.

Výsuvné postřikovače s nastavitelnou rotační tryskou MP ROTATOR disponují menší spotřebou vody a srážkovou výškou. Provozní tlak se pohybuje mezi 2,5 – 3,5 baru a poloměr dostřiku je od 3 do 11 m. [12]

## 2.9.3 Závlaha podmokem

Tento typ závlah spadá do skupiny tzv. gravitačních závlah a bývá často realizována na zelených střeších. Voda je rostlinám k dispozici pomocí vzlinavosti a difúze tak, že je akumulována v drenážní vrstvě souvrství zelené střechy (viz obr. č. 23). Hladina vody dosahuje 2/3 výšky drenážní vrstvy a je vytvořena zvýšeným vtokem vody na střechu. Výhodou je úspora energie a rovnoměrná zálivka. Tento typ závlahy je však možné použít pouze na plochých střeších se sklonem do 2°. [11]



Obr. č. 23: Akumulovaná voda v drenážní vrstvě zelené střechy [55]

1. Substrátová vrstva
2. Drenážní a hydroakumulační vrstva
3. Akumulovaná voda využitelná pro střešní vegetaci

## 2.10 Potřeba vody

Před samotným návrhem závlahového systému a volbou použití jednotlivých komponentů, je třeba stanovit několik důležitých parametrů.

### 2.10.1 Vláhová potřeba rostlin

Jedná se o množství vody na jednotku plochy [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ], které rostlina ve vegetačním období spotřebuje na evaporaci a transpiraci pro zajištění jejího vývoje a vzrůstu v daných klimatických podmínkách.

Lze ji stanovit například experimentálním měřením a bilancováním spotřeby vody na lyzimetrech (= přístroj k měření výparu vody z půdy) na neporušených půdních vzorcích.

Konkrétní hodnota vychází z bilanční rovnice:

$$ET = P - \frac{Vz + Vl + Vi + \Delta Vw + \Delta Vs}{A}$$

*ET...evaporace a transpirace*

*P...energie získaná při fotosyntéze nebo ztracená respirací*

*Vz...povrchový a podpovrchový odtok z uvažované plochy*

*Vl...ztráta vody z uvažované plochy mimo Vz*

*$\Delta Vw$ ...změna zásoby podzemní vody*

*A...velikost uvažované plochy*

[13]

Nebo na základě empirických vzorců, které zohledňují meteorologické a klimatické faktory dané oblasti.

1. Pomocí metody ideálních srážek (Klatt, Hemereka), kdy při výpočtu dochází k zohlednění typu půdy a konkrétních měsíčních teplot. Ideální srážky pro jednotlivé plodiny byly stanoveny statistickým vyhodnocením srážek v období, kdy bylo u dané plodiny dosaženo příznivých výnosů. Při výpočtu pomocí této metody dochází k opravě Klattovy stanovené ideální srážky. S každým  $+1^\circ$  je k původní hodnotě ideální srážky přičteno 5 mm a s každým  $-1^\circ$  je 5 mm odečteno. Není-li teplotní nárůst celé číslo, vzniká opravená hodnota interpolací mezi dvěma celými hodnotami. Výpočet konkrétních hodnot viz kapitola 3.9. [13]
2. Výpočtem podle FAO (Organizace pro výživu a zemědělství Spojených národů) z původní Penman-Montheithovy rovnice:

$$ET0 = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1+0,34u_2)}$$

*ET0...referenční evapotranspirace [mm.den-1],*  
*Rn...bilance radiační energie [MJ.m-2.den-1],*  
*G...tok tepla do půdy [MJ.m-2.den-1],*  
*T...průměrná teplota vzduchu [°C],*  
*u<sub>2</sub>...rychlost větru měřená ve 2 m výšce [m s-1],*  
*e<sub>s</sub> - e<sub>a</sub>...sytoční doplněk [kPa],*  
*Δ...směrnice křivky nasyceného tlaku vodní páry při dané teplotě [kPa.°C-1],*  
*γ...psychrometrická konstanta [kPa.°C-1]*  
[14]

3. Výpočtem na základě sytočního doplnku (Sláma – Pýcha):

$$Vc = \Sigma Sd \cdot Kb [mm]$$

*Vc...vláhové množství*  
*ΣSd...součet denních hodnot sytočního doplnku v řešeném období*  
*Kb... koeficient biologické křivky vláhové potřeby z ČSN 75 0434*  
[13]

4. Stanovení vláhového množství podle ČSN 75 0434. [15]



## 2.10.2 Závlahové množství

Množství vody, které je potřeba přivést k dané rostlině ve vegetačním období na jednotku zavlažované plochy, aby byla doplněna přirozená vláha a pokryty veškeré ztráty vzniklé při závlaze.

Dle účelu a přesnosti lze hodnotu závlahového množství stanovit:

1. Orientačně dle směrných závlahových množství z přílohy ČSN 75 0434
2. Výpočtem z bilanční rovnice:

$$Mz = kz \cdot (r1 \cdot Vc - r2 \cdot \alpha \cdot Sv - r3 \cdot Wz - Wk) [m^3/ha]$$

*Mz...závlahové množství [m<sup>3</sup>/ha]*

*kz...ztrátový součinitel vyjadřující podíl všech ztrát zavlažované vody viz. Tab. č. 3*

*Vc...vláhová potřeba rostliny [m<sup>3</sup>/ha]*

*α...součinitel využitelnosti srážek viz. Tab. č. 4*

*Sv...dlouhodobý průměr srážek za vegetační období rostliny*

*Wz...využitelná zásoba vody v půdě na začátku vegetačního období [m<sup>3</sup>/ha]*

*Wk...využitelné množství vztlínající podzemní vody [m<sup>3</sup>/ha]*

*r1...redukční součinitel pro úpravu Vc v závislosti na nadmořské výšce viz. Tab. č. 5*

*r2...redukční součinitel pro úpravu α v závislosti na nadmořské výšce viz. Tab. č. 5*

*r3... redukční součinitel pro úpravu Wz v závislosti na druhu půdy a sklonu terénu viz. Tab. č. 6*

3. Retrospektivním vláhovým bilancováním pro přesnější a složitá řešení. Viz. ČSN 75 0434 [15]

## 2.10.3 Závlahová dávka

Závlahové množství (Mz) je rostlinám ve vegetačním období dodáváno v jednotlivých závlahových dávkách (Md). Součet jednotlivých závlahových dávek musí odpovídat vypočtené hodnotě celkového vegetačního závlahového množství dané rostliny.

$$Md = 100 \cdot kz (\theta_{pk} - \theta_m) \cdot h [m^3/ha]$$

*Md...závlahová dávka*

*kz... ztrátový součinitel vyjadřující podíl všech ztrát zavlažované vody viz. Tab. č.3*

*θ<sub>pk</sub>...polní vodní kapacita v % obj., hodnoty viz. příloha ČSN 75 0434*

*θ<sub>m</sub>...momentální půdní vlhkost v % obj.*

*h...potřebná hloubka navlážení závislá na druhu půdy, plodiny a jejím vývoji [m]*

[15]



## 2.10.4 Tabulky součinitelů pro výpočet potřeby vody

Druh půdy	$\alpha$
hlinité	0,75
jílovité	0,70 a méně
písčité	0,60
velmi těžké	0,50

Tabulka 3: Tabulka součinitele využitelnosti srážek  $\alpha$  [15]

Způsob závlahy	$k_z$
postřik	1,15 až 1,25
podmok	1,25 až 1,45
přeron	1,45 až 1,65
výtopa	1,65 až 2,50
mikrozávlahy (viz [24])	1,05 až 1,15

Tabulka 4: Tabulka ztrátového součinitele  $k_z$  [15]

Nadmořská výška m	$r_1$	$r_2$
200 a méně	1,00	1,00
300	0,88	0,88
400	0,81	0,82
500	0,78	0,78
600	0,75	0,70
700	0,73	0,64

Tabulka 5: Tabulka redukčních součinitelů  $r_1$  a  $r_2$  [15]

Druh půdy	$r_3$ při sklonu terénu v %		
	do 2	2 až 5	5 až 10
lehká	1,00	0,93	0,86
středně těžká	1,00	0,87	0,74
těžká	1,00	0,72	0,44

Tabulka 6: Tabulka redukčního součinitele využitelné zásoby vody ze zimního období dle sklonu terénu  $r_3$  [15]

## 2.11 Zdroje vody

Při samotném návrhu závlahového systému, ať se jedná o zahrady rodinných domů, zelené střechy nebo veřejné prostory, je potřeba zvážit zejména možnosti zdrojů závlahové vody. V České republice se jeví možnost využití dešťové vody, studniční vody, vody z vodovodu, vody z vodoteče a přírodní nádrže nebo jejich kombinací. Ve světě, kde jsou zdroje vody málo vydatné a není jich dostatek, se využívá přečištěná odpadní voda nebo voda šedá. [16] Tyto možnosti však u nás nejsou legislativně dostatečně popsány, což tvoří významnou bariéru v jejich využití. [17]

- **Dešťová voda**

Dešťová voda je nejkvalitnějším zdrojem pro zavlažování rostlin. Problémem je však fakt, že v důsledku nepravidelných srážek není možné zajistit dostatek této vody po celou dobu vegetačního období rostliny. Proto je vždy potřeba kombinovat tento zdroj s jiným zdrojem vody (např. studna, vodovodní řad), kdy se při instalaci dopouštění z podružného zdroje nastaví jeho nejmenší možné využití.

- **Studniční voda**

Rozlišujeme dva typy studen, a to vrtané a kopané.

U vrtaných studen často dochází k problému, že vrt není dostatečně vydatný a nestíhá dočerpávat množství vody, které je pro závlahu potřebné. Proto se využívá akumulční jímky, která se postupně dopouští z vrtu pomocí čerpadla. Vrtané studny jsou mimo jiné náročnější na mechanické znečištění z důvodu jejich nadměrného pískování.

Naopak studna kopaná slouží sama o sobě jako zásobárna vody, tudíž ve většině případů není potřeba kombinovat tento zdroj s jiným. Její vydatnost je zpravidla velmi dobrá a dokáže zajistit potřebné množství vody pro závlahu. Je však potřeba dbát zvýšené pozornosti při osazování čerpadla, které je většinou umístěno přímo ve studni a může docházet k jeho zanášení a případnému mechanickému poškození. Z tohoto důvodu není vhodné ho umístit až na dno studny, kde se akumulují mechanické nečistoty.

- **Voda z vodovodního řadu**

Vodovodní řad je v současné době s ohledem na možnosti na daném pozemku poměrně hojně využívaným zdrojem vody pro závlahu. Využívá se jak voda pitná, tak užitková. Z hlediska investičního se jedná o nejlevnější zdroj vody, protože není potřeba pořizovat akumulční jímku a čerpadlo. Z hlediska provozního je tomu však naopak, protože je třeba platit vodné (50,3 Kč, od května 2020) a stočné (43,79 Kč, od května 2020). [18] Pokud roční odběr vody činí více jak 30 m<sup>3</sup> a je prokazatelné, že voda nebyla odvedena do kanalizace, je dle zákona č.274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích možné uplatnit slevu na stočném instalací podružného vodoměru.



- **Voda z vodotečí a přírodních nádrží**

Tento zdroj vody se ve většině případů využívá pouze u větších závlahových systému z důvodu jeho náročnosti na filtraci. Kromě samotné filtrace je obvykle nutné instalovat i předfiltraci, která zajistí odstranění mechanických nečistot ze zaneseného zdroje vody a následnou menší zátěž pro samotnou filtraci. Vhodné je zajistit filtraci s automatickým proplachem. [12]

Jelikož se jedná o odběr vody z povrchových vod, je potřeba zažádat o povolení vodoprávní úřad povodí, na kterém se vodoteč či přírodní nádrž nachází. Celý proces se řeší podle §8 Vodního zákona. [19]

- **Šedá voda**

Jedná se o odpadní vody, které pocházejí ze sprch, myček, umyvadel, praček, a tudíž neobsahují fekálie. Z výčtu těchto odpadních vod je dále možné stanovit lehké šedé vody, tj. odpadní vody z umyvadel, sprch a van, principiálně vhodné pro závlahu, a šedé vody z ostatních zdrojů obsahující vyšší koncentrace chemického znečištění, tj. vody z myček, praček apod., u které musí dojít k patričné hygienizaci UV zářením. V České republice je závlaha brána jako vypouštění do vod podzemních, proto vodoprávní úřady nechtějí z hlediska požadavků na kvalitu vody povolovat zavlažování šedou vodou a vyžadují vyjádření hydrogeologa. Přitom ve světě, kde je již o vodu velká nouze, se lehká šedá voda a hygienizovaná šedá voda na závlahy parků a zemědělských ploch běžně využívá. Například v Izraeli je znovu využito až 90 % vyčištěných odpadních vod, což jí v tomto ohledu zajišťuje prvenství ve světě. [20] [21]

## 2.12 Prvky zavlažovacího systému

### 2.12.1 Hlavní sestava

Hlavní sestava je primárním prvkem závlahového systému, který zajišťuje bezpečný přívod vody do závlahového systému. Kromě toho slouží k úpravě parametrů vody jako je tlak a čistota vody. Bez tohoto prvku nemůže profesionální závlahový systém spolehlivě a bezpečně fungovat. Jednotlivé prvky navíc prodlužují životnost závlahového systému a chrání jednotlivé komponenty a okolí. (viz obr. č. 24)

- **Uzávěr vody pro závlahový systém**

Zajišťuje manuální uzavření přívodu vody do systému v případě potřeby jeho odstávky pro čištění, zazimování, nebo při poruše. Tento uzavěr se osazuje vždy při návrhu automatického závlahového systému.

- **Redukční tlakový ventil**

Osazuje se v případě napojení závlahového systému na vodovodní řad s kolísajícím tlakem, jehož hodnoty se ve vytižených časech mohou výrazně měnit. Redukční ventil tak zajistí poměrně stálé tlakové podmínky pro systém a nedojde k nepříznivému ovlivnění z hlediska rovnoměrnosti zálivky.

- **Filtr mechanických nečistot**

Pro správné fungování závlahového systému (zejména u kapkové závlahy) je nutné zajistit dostatečnou čistotu vody, bez ohledu na zdroj vody. Každý systém je třeba vybavit síťovým či diskovým filtrem jemnosti 75 až 120 mesh. Jedná-li se o systém s mikrozávlahou, stoupá požadavek jemnosti filtru na 120-155 mesh, při závlaze mlžením až na 200 mesh. V závislosti na zdroji vody se pak používá buď filtr plastový nebo mosazný. Plastový filtr postačí při napojení závlahového systému na domácí vodárnu, pokud je však systém napojen na vodovodní řad, je žádoucí volit filtr mosazný, který je tlakově odolnější, z důvodu proměnných tlakových poměrů ve vodovodním řadu.

- **Zpětná klapka**

Instaluje se především u připojení na vodovodní řad a zabraňuje zpětnému přísátí závlahové vody do vodovodního řadu. Dle ČSN EN 1717 je při přísnějších podmínkách ze strany provozovatele vodovodní sítě nutno místo zpětné klapky použít potrubní oddělovač, který je v tomto směru spolehlivější armaturou. Při připojení na domácí vodárnu slouží zpětná klapka proti přetlačování vody zpět do čerpadla a je-li umístěna za filtrem mechanických nečistot, umožňuje také provádět čištění filtrační vložky bez vrácení vody do systému.

- **Šroubení**

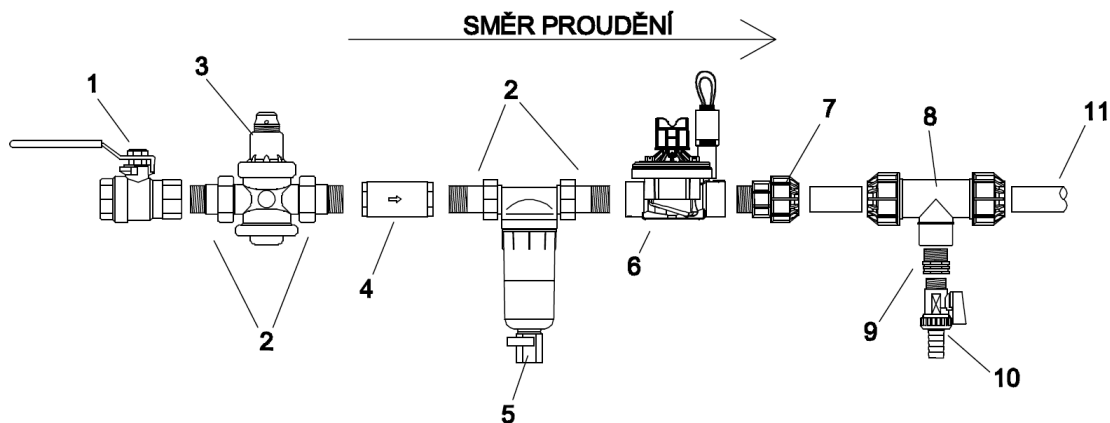
Šroubení v hlavní sestavě umožňuje snadnou manipulaci s jednotlivými armaturami a provedení jakékoliv úpravy bez potřeby stříhání potrubí.

- **Hlavní elektromagnetický ventil**

Jedná se o nezbytnou součást nejen profesionálního závlahového systému. Hlavní elektromagnetický ventil je ovládán ovládací jednotkou a reguluje dodávku vody do systému pouze po dobu, kdy je závlaha uživatelem požadována. Po proběhnutí závlahy se ventil uzavře a zbytek času je sice systém zavodněn, avšak není pod tlakem, čímž stoupá jeho životnost a klesá riziko poruch na systému. Hlavní elektromagnetický ventil musí být vždy tlakově odolnější než sekční elektromagnetické ventily.

### • Vypouštěcí ventil

Tato armatura slouží k zazimování závlahového systému, kdy se na ventil připojí kompresor a pomocí stlačeného vzduchu dojde k profouknutí celého systému vzduchem, aby v něm v zimních měsících nezůstala voda, která by mohla způsobit jeho poškození.



Obr. č. 24: Schéma zapojení komponentů hlavní sestavy automatického závlahového systému [12]

1. hlavní uzávěr – kulový ventil
2. mosazné šroubení
3. redukční ventil
4. mosazná zpětná klapka
5. filtr mechanických nečistot
6. hlavní elektromagnetický ventil

7. DG přechod s vnějším závitem
8. T kus s vnitřním závitem na odbočce
9. redukce  $\frac{3}{4}$ " x  $\frac{1}{2}$ "
10. vypouštěcí ventil  $\frac{1}{2}$ " – přípojka pro kompresor
11. trubní rozvod

### 2.12.2 Potrubí

Od zdroje vody je voda k jednotlivým koncovým závlahovým prvkům, tzn. postřikovačům, mikropostřikovačům apod., přiváděna pomocí trubní sítě. Typů potrubí existuje poměrně velké množství s ohledem na použitý materiál, tlakovou odolnost a jeho dimenzi. Pro závlahu se nejčastěji používá potrubí z polyetylenu, pokud se potrubí nachází v interiéru, mělo by být z důvodu tlakové odolnosti použito potrubí z polypropylenu. Tlaková odolnost se určí podle celkové tlakové náročnosti celého systému, dimenze potrubí pak závisí na celkovém průtoku systémem a ztrátách třením a ztrátách místních.

### 2.12.3 Spojovací a rozdělovací prvky

Pro odbočky trubní sítě, případně pro připojení potrubí k armaturám, se využívá spojovacích a rozdělovacích prvků. Kromě změny směru vedení potrubí pomocí kolenové či T-tvarovky, lze mimo jiné pomocí tvarovek přechodů přejít z jedné dimenze potrubí na jinou. V exteriéru se nejčastěji používají plastové spojovací nebo rozdělovací prvky, v interiéru je pak často preferovaná mosaz, která je estetičtější.

#### **2.12.4 Sekční elektromagnetické ventily a jejich uložení**

Závlahové systémy jsou rozděleny na sekce podle parametrů vodního zdroje, který se na daném místě nachází a je pro systém využit. Každá sekce je ovládána pomocí elektromagnetického ventilu, který je spuštěn ovládací jednotkou dle uživatelského nastavení. Tyto ventily jsou obvykle uloženy ve ventilových šachticích, které je chrání před poškozením. Na zelených střechách jsou elektromagnetické ventily obvykle umístěny v zázemí pro závlahový systém společně s hlavní sestavou.

#### **2.12.5 Akumulační jímka**

Nachází-li se na pozemku zdroj vody se špatnými tlakovými poměry nebo malou vydatností, je potřeba instalovat nádrž, ve které bude postupně shromažďována voda ze zdroje nebo voda dešťová. Z této nádrže pak teprve bude pomocí čerpadla dodávána voda do závlahového systému. Kromě zajištění podmínek pro závlahový systém šetří akumulací jímka pitnou i studniční vodu, protože kromě vody ze zdroje je pro závlahu využita i voda dešťová. Podmínkou je dopouštění akumulací jímky těsně před započítáním závlahového cyklu, aby voda studniční či vodovodní nezabírala prostor pro vodu dešťovou.

#### **2.12.6 Čerpací stanice**

Pokud je zdrojem vody pro závlahový systém studna, jímka, případně povrchový zdroj, je potřeba dodat vodu do systému pomocí čerpadla. Čerpadlo je voleno primárně dle průtoku a tlaku v závlahovém systému, dále pak podle jeho charakteristické křivky, která zobrazuje závislost mezi dopravní výškou (výtlakem) a průtokem.

#### **2.12.7 Ovládací systém**

Ovládací systém slouží ke komplexní správě závlahového systému. Přes ovládací jednotku je stanoven čas a délka závlahy jednotlivých sekcí, které jsou dále upravovány dle místních klimatických podmínek a údajů přijatých ze senzorů (meteostanice, senzor srážek atp.) připojených k ovládací jednotce. Kromě nastavení jednotky přímo v místě jejího uložení, existují také jednotky se vzdálenou správou, kdy je možno spravovat chod závlahového systému pomocí aplikace např. v mobilním telefonu, tabletu atd.

#### **2.12.8 Koncové prvky závlahového systému**

Koncovými prvky u automatického závlahového systému rozumíme postřikovače různých druhů nebo prvky mikrozávlahy. Rozlišují se trysky rozprašovací, které distribují poměrně velké množství vody na zavlažovanou plochu, a trysky rotační, které jsou až o 30 % úspornější z hlediska spotřeby vody oproti tryskám rozprašovacím. U kapkové závlahy tvoří koncové prvky

kapkovače integrované v kapkovacím potrubí, případně prvky mikrozávlahy v podobě bodových prvků jako jsou bubbler, shrubblery nebo kapkovací jehly. [12]

## 2.13 Dotační programy

V rámci podpory realizace zelených střech nabízí stát množství dotačních programů, o které může zájemce plánující takovou střechu zažádat.

### 2.13.1 Nová zelená úsporám

Tento program vznikl za podpory Ministerstvo životního prostředí a administruje ho Státní fond životního prostředí ČR. Hlavním úkolem tohoto programu je snížení energetické náročnosti nově vznikajících budov, ať už rodinných nebo bytových domů. Kromě výstavby těchto budov podporuje program také efektivní využití energetických zdrojů šetrných k životnímu prostředí a obnovitelných zdrojů.

Cílem programu je především zlepšit aktuální stav životního prostředí snížením vypouštění znečišťujících emisí do ovzduší. Dále úspora energie a v neposlední řadě zlepšení kvality bydlení ve městech a obcích využitím prostředků blízkým a šetrným k životnímu prostředí. Finance na tento program pocházejí z prodeje tzv. emisních povolenek EUA (European Union Allowance) a EUAA (European Union Aviation Allowance).

Součástí tohoto programu je i dotace na realizaci zelené střechy. Výše dotace činí 500 Kč/m<sup>2</sup> na půdorysnou plochu střechy. O tuto dotaci může zažádat jakákoliv fyzická i právnická osoba, a to zatím do 31. prosince 2021. Podmínkou připsání dotace je využití jiného zdroje vody pro závlahu než vodovodního řadu. [22]

### 2.13.2 Dešťovka

Jedná se také o dotační program Ministerstva životního prostředí a Státního fondu životního prostředí, který podporuje udržitelné nakládání a hospodaření s vodou v prostředí domácností. Hlavním cílem programu je omezení odběru pitné vody z podzemních a povrchových zdrojů, a naopak motivovat a naučit vlastníky rodinných domů efektivně hospodařit s vodou.

V rámci této dotace je možnost pokrýt až 50 % výdajů spojených s pořízením prostředků pro akumulaci srážkové vody na zalévání a splachování WC, prostředků pro záchyt vody na zalévání nebo zřízení systému, který umožňuje využití přečištěné odpadní vody jako vodu užitkovou. Dotace byla vyhlášena v srpnu 2017 a platí do vyčerpání alokace, která činí 440 milionů korun. [23]

Tuto dotaci může využít zájemce, který na svém domě realizuje zelenou střechu s potřebou dodatečné zálivky, pro zřízení systému zachycujícího dešťovou vodu a pořízení akumulární jímky.

## 2.14 Certifikace udržitelné výstavby

Získávání ocenění pro budovy šetrné k životnímu prostředí různými certifikáty začíná být faktorem ovlivňující atraktivitu budov na trhu. Udržitelná výstavba se odkazuje na principy trvale udržitelného rozvoje a problematiku zelené architektury rozšiřuje rovněž o sociální a ekonomické aspekty. Certifikace budov je hodnocení míry naplnění kritérií trvale udržitelné stavby a je založeno na bodovacím systému. Povinná kritéria jsou stanovena v určitých systémech hodnocení.

### 2.14.1 Systém BREEAM a LEED

Neexistuje jednotná metoda hodnocení a po celém světě existuje mnoho druhů certifikačních systémů. Mezi nejčastěji používané v Evropě patří systém BREEAM, LEED, HQE a DGNB. Nejvíce rozšiřující se je britský systém BREEAM, celým názvem Building Research Establishment Environmental Assessment Method, a americký systém LEED, celým názvem Leadership in Energy and Environmental Design. Oba systémy posuzování mají v zahraničí již delší tradici. Za jejich vznikem jsou vědecké organizace podporované průmyslovou sférou.

Rozvoj systémů BREEAM a LEED v ČR je způsoben především zájmem zahraničních investorů velkých administrativních staveb, které jsou určeny často opět pro zahraniční klienty nebo nájemníky. Ti jsou zvyklí na vysoký standard kvality budovy, vnitřního prostředí, nízké náklady, ale např. i dobrou dostupnost. Záměr vybudovat stavbu úspěšnou z pohledu udržitelného stavění tak může přinést při dosažení vysokého hodnocení výhodu i při jejím prodeji nebo pronájmu.

BREEAM a LEED jsou systémy, hodnotící budovy z hlediska jejich komplexní udržitelnosti v několika kategoriích – např. jakou energetickou účinnost budova má, jak se podílí na emisi skleníkových plynů, do jaké míry je budova zárukou zdraví a pohody, jaký je management pozemku, zda a do jaké míry se podílí na znečištění, nebo jak nakládá s odpady. (viz Tabulka 7) Obsah obou certifikačních rámců, BREEAM i LEED, je rozdělen do několika částí, jimž je přisouzena určitá váha nebo bodové hodnocení, které se může lišit např. podle typu budovy.

BREEAM		LEED	
Management	12	Lokalita	28
Zdraví a vnitřní prostředí	15	Hospodaření s vodou	10
Energie	19	Energie a ovzduší	37
Doprava	8	Materiály a zdroje	13
Voda	6	Kvalita vnitřního prostředí	12
Materiály	12,5	Inovace	6
Odpad	7,5	Místní priority	4
Využití půdy a ekologie	10		
Znečištění	10		
Inovace	10		
<b>Celkem</b>	<b>110</b>	<b>Celkem</b>	<b>110</b>

Tabulka 7: Oblasti a jejich bodové ohodnocení systémů BREEAM a LEED pro novostavbu administrativní budovy [24]

Klasifikace v systému BREEAM je závislá na procentu dosažených bodů, viz Tabulka 8. V systému LEED se hodnotí počet dosažených bodů, viz Tabulka 9.

Klasifikace BREEAM – certifikát					
<30 %	≥ 30 %	≥ 45 %	≥ 55 %	≥ 70 %	≥ 85 %
Unclassified (Neklasifikováno)	Pass (Dostatečný)	Good (Dobrý)	Very good (Velmi dobrý)	Excellent (Vynikající)	Outstanding (Mimořádný)

Tabulka 8: Klasifikace systému BREEAM [24]

Klasifikace LEED – certifikát			
40–49 bodů	50–59 bodů	60–79 bodů	≥ 80 bodů
Certified (Certifikováno)	Silver (Stříbrný)	Gold (Zlatý)	Platinum (Platinový)

Tabulka 9: Klasifikace systému LEED [24]

### 2.14.2 Systém SBToolCZ

Na míru českým podmínkám byl vytvořen národní český certifikační nástroj SBToolCZ. Proces certifikace byl oficiálně představen a uveden do provozu v červnu 2010. SBToolCZ je v současnosti jediný lokalizovaný nástroj v ČR, respektuje místní klimatické, stavební a legislativní poměry a v porovnání se zahraničními metodikami je levnější. SBToolCZ vychází z mezinárodně uznávané metody a hodnotí podobná kritéria jako ostatní zahraniční metody. Každé kritérium má bodovací systém, který je podložen dlouholetým výzkumem a respektem k národním zvyklostem a české legislativě. Na základě obdrženého počtu bodů se stanovuje výsledná úroveň kvality (viz Tabulka 10).

Klasifikace SBToolCZ – certifikát			
<40 %	40–60 %	60–80 %	>80 %
budova certifikována	Bronzový	Stříbrný	Zlatý

Tabulka 10: Klasifikace systému SBToolCZ [24]

### 2.14.3 Systém WELL

Jako doplněk pro výše zmíněné certifikáty, které jsou zaměřeny na trvalou udržitelnost budov, existuje na trhu také certifikační systém WELL. Je výsledkem nové formy trvalé udržitelnosti, která již kromě minimalizace dopadů budov na životní prostředí řeší i dopad budov na člověka – jeho zdraví i komfort. WELL certifikace by měla garantovat příjemné pracovní prostředí a tím zvyšovat produktivitu zaměstnanců. Certifikace se zabývá 10 základními koncepty: vzduch, voda, výživa, světlo, pohyb, tepelná pohoda, zvuk, materiály, mysl a komunita. [24]

<b>WELL</b>	
Vzduch	optimalizace a kvalita vnitřního ovzduší
Voda	optimalizace kvality vody a zároveň zajištění její dostupnosti
Výživa	podpora zdravého stravování
Světlo	úroveň osvětlení s důrazem na přirozené denní světlo
Pohyb	zvýšení pohybové aktivity
Tepelná pohoda	optimalizace návrhu a řízení systému vytápění, chlazení a klimatizace
Zvuk	optimalizace požadovaného přenosu zvuku a snižování hlučnosti ve vnitřním prostředí vlivem vnějších i vnitřních faktorů
Materiály	snižování dopadu škodlivých a toxických látek ze zabudovaných materiálů a zařizovacích předmětů na uživatele
Mysl	podpora mentálního a emocionálního zdraví se zaměřením na faktory, které je ovlivňují
Komunita	zajištění řádné zdravotní péče, podmínek pro nové rodiče, sociální a empatický přístup

Tabulka 11: Koncepty pro hodnocení dle systému WELL [24]

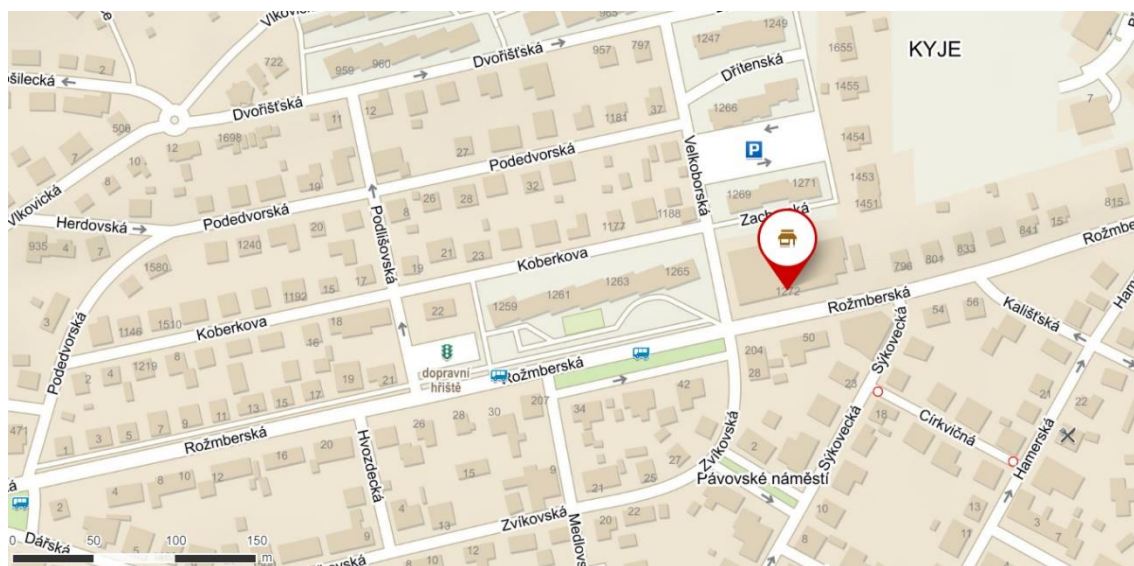


## 3 Praktická část

V praktické části práce bude navržena extenzivní pochozí zelená střecha s prvky střechy polintenzivní s funkcí primárně environmentální a zároveň zlepšující prostředí kancelářských prostor firmy IRIMON spol. s r.o. v intravilánu hl. m. Prahy. Jedná se o společnost zabývající se automatickými závlahovými systémy se snahou hospodařit s různými zdroji vody. Proto bude na střeše navržen závlahový systém, díky němuž bude v dalších letech probíhat monitorování a měření spotřeby vody. Dle něj budou v budoucnu vyhodnoceny výstupy a naměřené hodnoty, které budou moci být použity při budoucích návrzích závlahových systémů. Kromě extenzivní zelené střechy bude též navrženo výhledové řešení střešní terasy s funkcí jako relaxační zóna.

### 3.1 Popis lokality

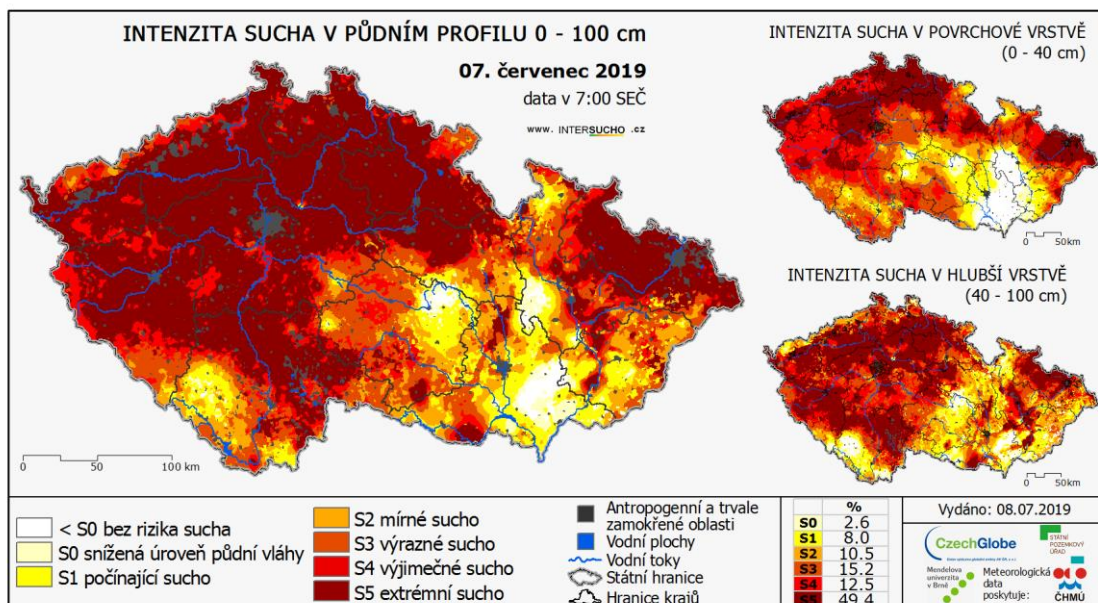
Projekt zelené střechy bude realizován na střeše stávající budovy firmy IRIMON spol. s r.o. Budova se nachází v Praze 9 – Kyjích, v ulici Rožmberská (viz obr. č. 25). Přesné souřadnice objektu jsou: 50.0936356N, 14.5427400E.



Obr. č. 25: Poloha objektu [25]

### 3.2 Charakteristika klimatu

Objekt se nachází v mírném podnebném pásu v oblasti přechodné mezi kontinentálním a oceánským podnebím. Pro tuto oblast je specifické střídání čtyř ročních období bez extrémních stavů počasí. Toto tvrzení se však vlivem antropogenní činnosti mění a dochází ke změně klimatu, která s sebou přináší i extrémní stavy. Mapa pod textem potvrzuje, jak akutní situace ohledně sucha nastala v loňském červenci.



Obr. č. 26: Intenzita sucha – červenec 2019 [46]

Extrémních hodnot v této lokalitě dosahovaly i teploty naměřené a tabelárně vydané ČHMÚ. [26] Z tabulek za rok 2019 je patrná odchylka 5° od normálu z let 1991-2010. V roce 2015 byl extrémně teplý srpen a v roce 2018 duben, kdy odchylky přesahovaly 4°.

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Praha a Středočeský	T	1,9	0,6	4,9	8,5	13,3	16,6	20,9	22,2	13,7	8,4	6,6	5,0	10,2
	N	-1,2	-0,2	3,7	8,6	13,7	16,5	18,5	18,0	13,5	8,7	3,4	-0,1	8,6
	O	3,1	0,8	1,2	-0,1	-0,4	0,1	2,4	4,2	0,2	-0,3	3,2	5,1	1,6

Tabulka 14: Tabulka průměrných teplot pro lokalitu Praha a Středočeský kraj pro rok 2015 [26]

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Praha a Středočeský	T	2,9	-2,6	1,5	13,3	16,9	18,2	20,8	21,5	15,3	10,5	4,6	2,4	10,4
	N	-1,2	-0,2	3,7	8,6	13,7	16,5	18,5	18,0	13,5	8,7	3,4	-0,1	8,6
	O	4,1	-2,4	-2,2	4,7	3,2	1,7	2,3	3,5	1,8	1,8	1,2	2,5	1,8

Tabulka 13: Tabulka průměrných teplot pro lokalitu Praha a Středočeský kraj pro rok 2018 [26]

Kraj		Měsíc												Rok
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	
Praha a Středočeský	T	-0,5	2,3	6,5	10,0	11,4	21,5	19,8	19,5	14,1	9,8	5,8	2,7	10,2
	N	-1,2	-0,2	3,7	8,6	13,7	16,5	18,5	18,0	13,5	8,7	3,4	-0,1	8,6
	O	0,7	2,5	2,8	1,4	-2,3	5,0	1,3	1,5	0,6	1,1	2,4	2,8	1,6

Tabulka 12: Tabulka průměrných teplot pro lokalitu Praha a Středočeský kraj pro rok 2019 [26]

Pozn. Všechny tabulky jsou vztaženy ke klimatickému normálu z let 1981-2010

Výsvětlivky: T = teplota, N = teplotní normál, O = odchylka od normálu

Výhledy pro rok 2020 jsou opět velice nepříznivé. [27] Na základě těchto faktů je velmi žádoucí podpořit retenci vody v přírodě realizací zelené střechy na stávajícím objektu.

### 3.3 Charakteristika objektu

Zájemová plocha se nachází na objektu, který byl projektován v roce 1986. Původně se jednalo o projekt Mlýnského a pekárenského průmyslu a objekt sloužil výhradně pro potravinářský průmysl. V současné době je evidován jako objekt občanské vybavenosti a slouží jako kancelářské prostory a sídlo společnosti IRIMON spol. s r.o. Celková plocha objektu činí 1840 m<sup>2</sup> a pozemek k němu náležící navíc 1596 m<sup>2</sup>. Jedná se o dvoupatrovou budovu s jedním patrem suterénním. Veškeré plochy na objektu jsou řešeny jako ploché.



Obr. č. 27: Širší pohled na objekt s vyznačením řešených ploch v rámci práce (foto: Ing. Lukáš Mihula)

Zelená střecha řešená v rámci tohoto projektu se bude nacházet na jižní straně objektu, který v tuto chvíli prochází rozsáhlou rekonstrukcí. Výhledově je plánovaná také realizace střešní terasy na severozápadní straně objektu. (viz obr. č. 27)

### 3.4 Charakteristika zájemové plochy

Řešená plocha střechy činí přibližně 85 m<sup>2</sup>, viz obr. č. Půdorysně se jedná o obdélníkovou plochu s atypickou západní stranou, která je mírně zkosená. Stávající střecha je plochá se sklonem 2° svažující se k místu střešní vpusti, nacházející se ve střední části střechy. Střešní vpust' je pomocí odpadního potrubí svedena do místní kanalizační sítě. Po obvodu střechy je atika, jejíž výška je 150-200 mm. Rozmezí výšek vzniká z důvodu spádování střechy. Dalšími svislými prvky na střeše jsou sokly nacházející se pod novým parapetem (viz obr. č. 28). Atika i sokly jsou oplechovány. Povrch střechy tvoří 3 vrstvy hydroizolačních pásů z oxidovaného asfaltu s nátěrem. Stav stávající střechy je zachycen na obrázku č. 29. Řešená plocha je ve vlastnictví pana Tesaříka a firmě IRIMON spol. s r. o. ji pronajímá.





Obr. č. 29 Pohled na stávající střechu s vyznačenou řešenou plochou (foto: Ing. Lukáš Mihula)



Obr. č. 28: Obr. č. Pohled na sokly nacházející se na ploše řešené střechy

### 3.5 Konstrukce stávající budovy a střechy

Konstrukční systém stávající budovy je řešen pomocí montovaného železobetonového skeletu MS71. Jedná se o systém s deskovými průvlaky, jehož stropní konstrukce tvoří dutinové stropní panely. Stropní panel je tl. 250 mm a jeho šířka činí 2400 mm. V čele jsou ozuby, pomocí kterých jsou osazeny na deskové průvlaky. Skladba střechy na stropním panelu je detailně popsána ve výkresu skladby (viz výkres č. 3)

Po zmapování stávající stropní konstrukce a konzultaci s Ing. J. Ratzenbekem, který má v příslušném oboru autorizaci, byla únosnost střechy posouzena jako postačující pro návrh extenzivní zelené střechy s prvky střechy polointenzivní a pochozí dřevěnou plochou pro krátkodobý pobyt na střeše a pro návrh doplňkové závlahy. Hodnota přetížení stávající střechy od navržené zelené střechy byla považována cca 1500 kg/m<sup>2</sup>, což odpovídá hodnotám pro extenzivní

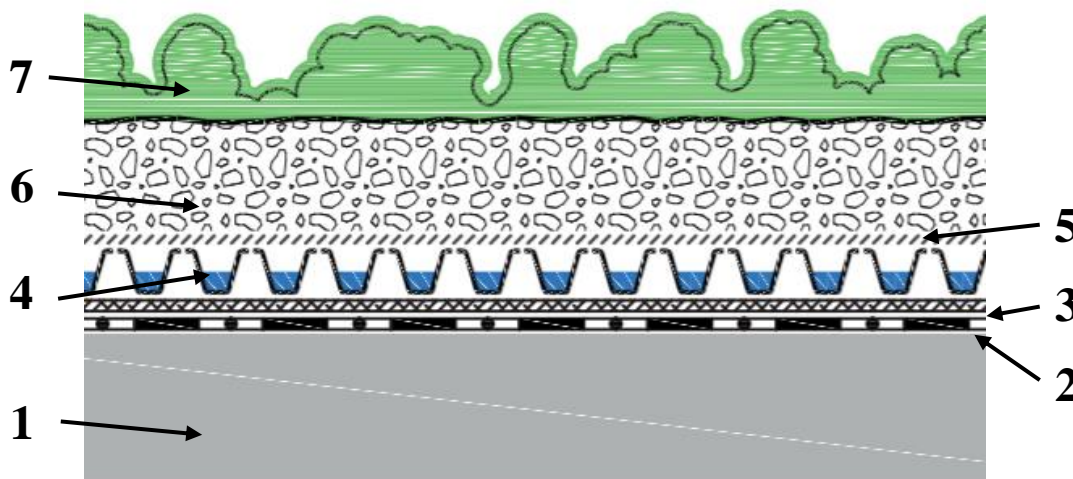
i polointenzivní zelené střechy. [1] Původní statický posudek nebyl v dokumentaci pro provedení stavby nalezen.

### 3.6 Návrh souvrství zelené střechy

Střecha bude řešena z hlediska požadavků na vegetaci a údržbu primárně jako extenzivní s prvky polointenzivní zelené střechy. Kromě vegetační plochy se bude na střeše nacházet také pochozí plocha pro krátkodobý pobyt zaměstnanců firmy a jejich zákazníků.

Pro návrh souvrství byly použity detaily skladby a produkty firmy LIKO-S. [28] Souvrství je řešeno jako vícevrstvé s drenážní nopovou fólií. Výška souvrství je limitována výškou atiky (150 mm), která se nadále zvyšovat nebude. Z atiky se pouze odstraní vrstva oplechování a bude přes ní přetažena ochranná a hydroizolační vrstva skladby zelené střechy. V závislosti na sklonu stávající střechy bude mocnost substrátové vrstvy souvrství zelené střechy proměnná. V nejvyšším místě střechy (v okolí atiky) bude dosahovat souvrství zelené střechy mocnosti 150 mm. Naopak v nejnižším místě střechy (u střešní vpusti) bude hodnota mocnosti souvrství až 200 mm. Z hlediska estetického a potřeb firmy budou v centrální části střechy vybudovány pahorky tvořené větší mocností substrátové vrstvy souvrství zelené střechy.

Souvrství je zobrazeno na obrázku č. 30, včetně mocnosti jednotlivých vrstev souvrství.



Obr. č. 30: Schéma souvrství extenzivní zelené střechy LIKO-S. [44]

1. Stropní konstrukce tl. 680 mm,
2. Původní hydroizolace ze střešních pásů tl. 12 mm + nová vrstva hydroizolace FDT – Rhenofol CG tl. 1,5 mm
3. Ochranná fólie FLW-400 tl. 0,4 mm,
4. Drenážní fólie DIADRAIN 25 H tl. 25 mm,
5. Filtrační textilie VLF-150, tl. 1,2 mm,
6. Extenzivní střešní substrát tl 120–170 mm,
7. Vegetace (rozchodníky, travní porost)

### 3.6.1 Hydroizolační vrstva

Budou zachovány stávající asfaltové pásy, u kterých však není jasné, zda by spolehlivě zajistily vodonepropustnost i po instalaci trvale vlhkého souvrství zelené střechy. Proto bude na navíc realizována nová vrstva hydroizolace Rhenofol CG (viz. obr.č. 31). Jedná se o PVC fólii s vložkou ze skleněných vláken, která je navíc v souladu s metodikou FLL (proti prorůstání kořenů). [29]



Obr. č. 31: Hydroizolace Rhenofol CG [29]



Obr. č. 32: Ochranná folie FLW - 400 [28]

### 3.6.2 Ochranná vrstva

Ochranná vrstva bude řešena pomocí ochranné fólie FLW-400 (viz obr. č. 32). Jedná se o fólii z pevné polyetylenové termoplastické membrány o síle 400 mikronů, která chrání hydroizolaci proti jejímu poškození před prorůstajícím kořenovým systémem rostlin na střeše. Díky této fólii není dále třeba navrhovat kořenovzdornou vrstvu souvrství. [28]

### 3.6.3 Drenážní vrstva

Odvodnění přebytečné vody ze střechy bude zajištěno pomocí profilované drenážní desky DIADRAIN 25 H (viz obr. č. 34), jejíž výška činí 25 mm a je vyrobena z recyklovaného polystyrenu. Kromě drenáže zajišťují „kalíšky“ v desce i akumulaci vody využitelnou pro rostliny na střeše. Vrstva je schopna akumulovat 11,8 l/m<sup>2</sup>. [30]



Obr. č. 34: Drenážní deska DIADRAIN 25 H [28]



Obr. č. 33: Netkaná filtrační textilie VLF-150 [28]

### 3.6.4 Filtrační vrstva

Vrstva filtrace bude realizována z netkané polyesterové textilie VLF-150 (viz obr. č. 33) velice nízké hmotnosti (150 g/m<sup>2</sup>). Kromě zabránění kontaminace střešní vpusti jemnými částicemi substrátu umožní textilie odtok přebytečné vody do drenážní vrstvy. [28]

### 3.6.5 Vegetační vrstva

Substrát extenzivní zelené střechy bude tvořen z homogenizované směsi drceného spongilitu 55 % obj., drceného expandovaného jílu – liadrainu (30 % obj.) a rašeliny (15 % obj.). Složení substrátu bylo převzato z podnikové normy firmy ACRE (viz. obr.č.35). [31]

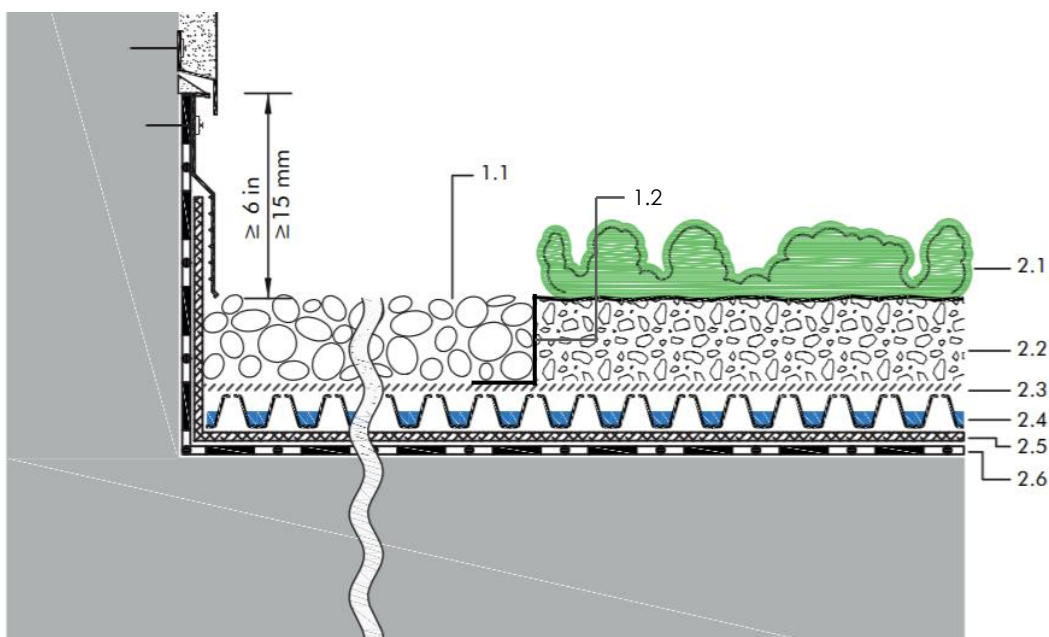
komponent	dávka komponentu v % obj.			
	extenzivní střešní substrát			intenzivní střešní substrát
	jednovrstvá	vícevrstvá skladba		
	skladba	lehký	těžký	
spongilit	55	55	70	40
liadrain	20	30	15	15
keramzit	20	0	0	0
rašelina	5	15	15	15
zemina	0	0	0	30

Tabulka 15: Modelové příklady složení substrátů zelených střech ACRE [31]

## 3.7 Konstrukční detaily

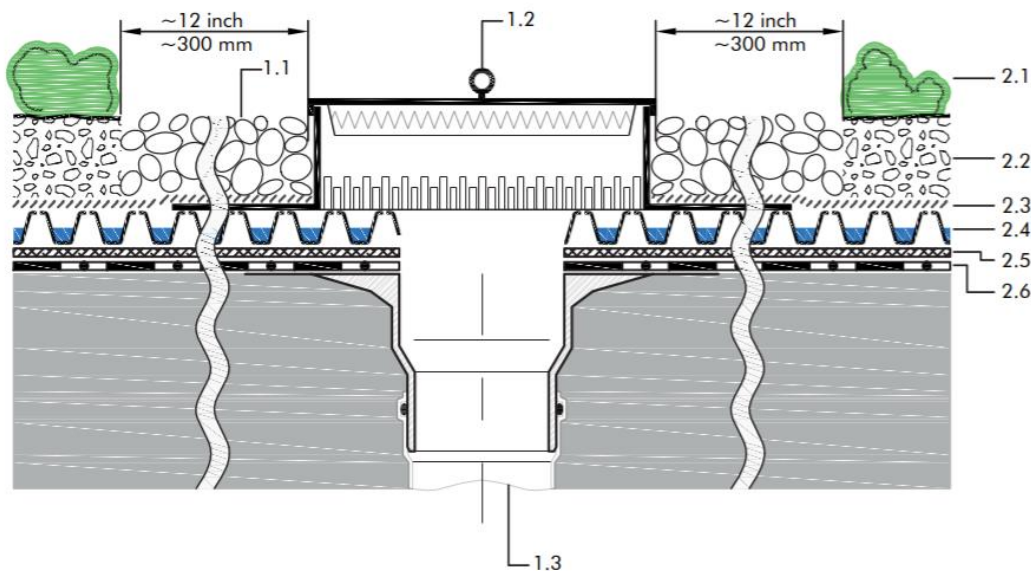
Jedná se o extenzivní zelenou střechu s prvky polointenzivní zelené střechy, jejíž konstrukce je poměrně lehká a po obvodu střechy je nutné realizovat pás z kačírku frakce 16/32 a šíře 300 mm. [32] Pokud by nebyl tento přítěžovací pás realizován, mohlo by v důsledku nepříznivých povětrnostních vlivů a sání větru dojít k poškození střešní konstrukce, dokonce i k jejímu částečnému odkrytí. [33] Kromě toho slouží tento pás primárně jako požárně bezpečnostní prvek v nebo jako ochrana fasády před odštrikováním substrátu při přívalovém dešti. Kačírkový pás stejné frakce a rozměrů bude realizován také v okolí střešní vpusti z důvodu snadného přístupu a revize. Separace pásu a vrstvy substrátu bude provedena pomocí hliníkové kačírkové lišty AL 80/100 mm. [34] Stávající střešní vpust' bude umístěna do revizní šachty KSA 10. [28] Detail napojení na atiku a okolí vpusti jsou zobrazeny na obrázku č. 35 a 36.





Obr. č. 35: Detail napojení souvrství na atiku [44]

- 1.1 Kačírkový obsyp š. 300 mm,
- 1.2 Hliníková kačírková lišta AL 80/100 mm
- 2.1 Vegetace (rozchodníky, travní porost)
- 2.2 Extenzivní střešní substrát tl. 120–150 mm,
- 2.3 Filtrační textilie VLF-150, tl. 1,2 mm,
- 2.4 Drenážní fólie DIADRAIN 25 H tl. 25 mm,
- 2.5 Ochranná textilie FLW-400 tl. 0,4 mm
- 2.6 Hydroizolace ze střešních asfaltových pásů tl. 12 mm + nová vrstva hydroizolace FDT – Rhenofol CG tl. 1,5 mm



Obr. č. 36: Detail řešení střešní vpusti [44]

- 1.1 Kačírkový obsyp š. 300 mm,
- 1.2 Revizní šachta KSA 10,
- 1.3 Střešní vpust',
- 2.1 Vegetace (rozchodníky, travní porost),
- 2.2 Extenzivní střešní substrát tl. 120 mm,
- 2.3 Filtrační textilie VLF-150, tl. 1,2 mm,
- 2.4 Drenážní fólie DIADRAIN 25 H tl. 25 mm,
- 2.5 Ochranná textilie FLW-400 tl. 0,4 mm
- 2.6 Hydroizolace ze střešních asfaltových pásů tl. 12 mm



### 3.8 Skladba vegetace

Vegetace na střeše bude tvořena rostlinami s nízkou až střední potřebou vody a údržby. Kromě rozchodníků a trvalek budou využity také druhy bylin a trav, které střeše dodají vyšší estetickou hodnotu (viz obr. č. 37, 38 a 39). Po obvodu střechy bude vysazen vyšší travní porost, který se bude směrem k budově snižovat a zbarvovat.

- Rostliny použité na zelené střeše:

*Festuca amethystina* – kostřava ametystová

*Stipa tenuissima* – kavyl péřovitý

*Lavandula angustifolia* – levandule lékařská

*Allium schoenoprasum* – pažitka pobřežní

*Antennaria dioica* – kociánek dvoudomý

*Aurinia saxatilis* – tařice skalní

*Dianthus carthusianorum* – hvozdík kartouzek

*Helianthemum nummularium* – devaterník velkokvětý

*Petrorhagia saxifraga* – hvozdíček lomikamenovitý

*Sedum* – rozchodníky

*Sempervivum* – netřesky

*Thymus serpyllum* – mateřídouška úzkolistá

Pro tyto rostliny je substrát 120-170 mm dostačující. [35] [36]

Substrát extenzivních zelených střech obsahuje velmi nízký obsah živin, z toho důvodu bude potřeba střešní vegetaci přihnojovat. Hnojení bude probíhat společně se zálivkou, kdy na hlavní sestavu zavlažovacího systému bude naistalováno dávkovací čerpadlo, na kterém bude stanovena požadovaná koncentrace tekutého hnojiva. Extenzivní střešní zeleň vyžaduje přihnojení přibližně 1x za rok. Pokud však bude využito tekuté hnojivo, je potřeba dodat dávku hnojiva v menším intervalu a po menších koncentracích, protože se nejedná o granulované pomalu rozpustné hnojivo typu Plantacote. [37] Dávka tekutého hnojiva bude odpovídat hnojivu typu Plantacote 0,3-0,4 kg/rok. [38]

Kromě přihnojení bude dvakrát do roka prováděno pletí z důvodu výskytu náletových rostlin, které jsou nepříznivé při potlačení charakteru vysázených rostlin.



Obr. č. 38: *Thymus serpyllum* – mateřídouška úzkolistá [58]



Obr. č. 37: *Lavandula angustifolia* – levandule lékařská [57]



Obr. č. 39: *Aurinia saxatilis* – tařice skalní [56]

### 3.9 Potřeba vody pro závlahu

Určit jednu konkrétní hodnotu, která by přesně stanovovala množství potřebné vody pro zavlažování extenzivní až polointenzivní zelené střechy je prakticky nemožné. Existuje velké množství různých přístupů ke stanovení této hodnoty, avšak stále v tomto směru neexistuje jasný a správný postup řešení. K výpočtu předběžného stanovení potřeby závlahové vody jsem využila několik metod, které jsem mezi sebou následně porovnávala. Jako první jsem zvolila výpočet metodou ideálních srážek (Klatt, Hemerka), a to pro klimatický normál, rok 2015, 2018 a 2019. (viz tab. 16, 17, 18, 19) Další hodnota spotřeby vody vychází z výpočtu podle paní H. Pollertové [39], specialistky ve svém oboru, dle které již bylo stanoveno množství závlahové vody na několika zelených střechách v České republice. Z jejích předchozích výpočtů jsem použila vláhovou potřebu pro extenzivní zelené střechy s trávobylinnou vegetací a vztáhla ji na výměru řešené plochy (viz tab. č. 20) Další hodnota spotřeby vody vychází ze skutečného měření na experimentální trávnickové ploše nacházející se vedle objektu s řešenou plochou střechy. Naměřené denní hodnoty spotřeby vody byly zaznamenány pomocí ovládací jednotky podporující software Hydrawise a z webového rozhraní byla tato data stažena a zpracována [40]. Ze zpracovaných denních hodnot jsem provedla přepočtení na průměrnou měsíční spotřebu vody ve vegetačním období a následně tyto hodnoty sečetla pro stanovení celkové spotřeby vody za vegetační období. (viz. tab. č. 21). Poslední hodnota pro vyhodnocení vláhové potřeby rostlin vychází z FAO rovnice Penman-Montheith a byla převzata z testování WÚMOP prováděném na experimentálních poličkách z roku 2017 [14]. Výsledkem experimentu byla stanovena hrubá potřeba vody při použití kapkové závlahy na 183,75 mm, což je 0,184 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. [14] Pro řešenou plochu 80 m<sup>2</sup> je to pak 14,7 m<sup>3</sup> vody.

#### KLIMATICKÝ NORMÁL 1981-2010

měsíc	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	Σ
teplotní normál (°C)	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka (IS) - trávník (mm)	65	80	100	110	100	65	520
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)	63	78.5	97.5	107.5	100	62.5	<b>509</b> =Vc
srážky Praha (mm)	34	63	70	82	75	47	
Mz hrubé (mm)	29	15.5	27.5	25.5	25	15.5	138

Vláhová potřeba Vc	509 mm	->	0.509 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	plocha střechy 80 m <sup>2</sup> ->	<b>40.72</b> m <sup>3</sup>
Mz postřik (kz=1.2)	165.6 mm	->	0.1656 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		<b>13.248</b> m <sup>3</sup>
Mzkapkova (kz=1.05)	144.9 mm	->	0.1449 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		<b>11.592</b> m <sup>3</sup>

Tabulka 16: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky v programu MS Excel pro klimatický normál z let 1981–2010 pro trávník v oblasti Praha.



### ROK 2015

	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	Σ
Měsíc a teplota podle Hemerky (°C)	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka(IS) - trávnik (mm)	65	80	100	110	100	65	520
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 trávnik (mm)	-2.5	-3.5	-2	9.5	21	-1.5	
opravená IS trávnik (mm)	62.5	76.5	98	119.5	121	63.5	541 =Vc
srážky Praha (mm)	26	41	60	28	70	20	
Mz hrubé (mm)	36.5	35.5	38	91.5	51	43.5	296

Vláhová potřeba Vc	541 mm	->	0.541 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	plocha střechy 80 m <sup>2</sup> ->	43.28 m <sup>3</sup>
Mz postřik (kz=1.2)	355.2 mm	->	0.3552 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		28.416 m <sup>3</sup>
Mzkapkova (kz=1.05)	310.8 mm	->	0.3108 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		24.864 m <sup>3</sup>

Tabulka 17: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky v programu MS Excel pro rok 2015 pro trávnik v oblasti Praha

### ROK 2018

	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	Σ
Měsíc a teplota podle Hemerky (°C)	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka(IS) - trávnik (mm)	65	80	100	110	100	65	520
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 trávnik (mm)	21.5	14.5	6	9	17.5	6.5	
opravená IS trávnik (mm)	86.5	94.5	106	119	117.5	71.5	595 =Vc
srážky Praha (mm)	19	54	69	27	33	49	
Mz hrubé (mm)	67.5	40.5	37	92	84.5	22.5	344

Vláhová potřeba Vc	595 mm	->	0.595 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	plocha střechy 80 m <sup>2</sup> ->	47.6 m <sup>3</sup>
Mz postřik (kz=1.2)	412.8 mm	->	0.4128 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		33.024 m <sup>3</sup>
Mzkapkova (kz=1.05)	361.2 mm	->	0.3612 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		28.896 m <sup>3</sup>

Tabulka 18: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky v programu MS Excel pro rok 2018 pro trávnik v oblasti Praha

### ROK 2019

měsíc	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	Σ
teplotní normál (°C)	9	14	17	19	18	14	
ideální srážka(IS) - trávnik (mm)	65	80	100	110	100	65	520
teplota Praha (°C)	10	11.4	21.5	19.8	19.5	14.1	
rozdíl teplot (°C)	1	-2.6	4.5	0.8	1.5	0.1	
oprava IS trávnik (mm)	5	-13	22.5	4	7.5	0.5	
opravená IS trávnik (mm)	70	67	122.5	114	107.5	65.5	546.5 =Vc
srážky Praha (mm)	25	72	47	52	72	46	
Mz hrubé (mm)	45	-5	75.5	62	35.5	19.5	232.5

Vláhová potřeba Vc	546.5 mm	->	0.5465 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	plocha střechy 80 m <sup>2</sup> ->	43.72 m <sup>3</sup>
Mz postřik (kz=1.2)	279 mm	->	0.279 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		22.32 m <sup>3</sup>
Mzkapkova (kz=1.05)	244.125 mm	->	0.244125 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>		19.53 m <sup>3</sup>

Tabulka 19: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky v programu MS Excel pro rok 2019 pro trávnik v oblasti Praha



**Střecha extenzivní/polointenzivní**

plocha	vegetace	potřeba vody l/m <sup>2</sup> /týden	zálivka ve vegetačním období cca 30 týdnů/ m <sup>2</sup>	jedna plná zálivka/ týden ( ve 3 dnech)
80 m <sup>2</sup>	trvalky, rozchodníky	20	0.6 m <sup>3</sup>	0.02 m <sup>3</sup>
80			48.0 m <sup>3</sup>	1.60 m <sup>3</sup>
			<b>48.0 m<sup>3</sup></b>	<b>1.6 m<sup>3</sup></b>

celkem za vegetační období

celkem za týden

Tabulka 20: Výpočet vláhového množství dle specialistky Hany Pollertové [39]

**Spotřeba vody za vegetační období 2018**

plocha 460 m <sup>2</sup>	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	Σ [m <sup>3</sup> ]
spotřeba vody [m <sup>3</sup> ]	35.26	29.775	49.185	54.285	26.57	28.045	<b>223.12</b>
plocha 80 m <sup>2</sup>							<b>38.8</b>

Tabulka 21: Voda spotřebovaná plochou o výměře 460 m<sup>2</sup> s travním porostem v Praze ve vegetačním období roku 2018, přepočteno na výměru navrhované plochy zelené střechy

Provedu-li srovnání získaných hodnot, zjišťuji, že se v některých případech liší. Jedná se však pouze studii možných přístupů, a proto není tento závěr překvapivý. Získané hodnoty byly navíc převzaty z výpočtů pro různé typy plodin, což také ovlivní výsledek. Přehledný výčet všech získaných hodnot potřeby vody je shrnut v tabulce č. 22 a pro lepší představu znázorněn v grafu č.1.

**Potřeba vody**

Metoda IS - 1981-2010	<b>11.592 m<sup>3</sup></b>
Metoda IS - 2015	<b>24.864 m<sup>3</sup></b>
Metoda IS - 2018	<b>28.896 m<sup>3</sup></b>
Metoda IS - 2019	<b>19.53 m<sup>3</sup></b>
Dle H. Pollertové	<b>48 m<sup>3</sup></b>
Experimentálním měřením	<b>38.8 m<sup>3</sup></b>
Z rovnice FAO	<b>14.7 m<sup>3</sup></b>

Pozn. Všechny hodnoty jsou vztaženy na plochu 80 m<sup>2</sup>.

Tabulka 22: Porovnání získaných hodnot potřeby vody



Graf č. 1: Grafické znázornění potřeby vody získané jednotlivými metodami stanovení

Z provedených výpočtů a vývoje klimatu, které se u nás dostává do extrémních hodnot, bych se s návrhem potřeby vody přikláběla spíše k vyšším vypočteným hodnotám, kolem 40 m<sup>3</sup> vody na vegetační období. Normové hodnoty jsou značné podhodnoceny, protože v letech, kdy vznikala, byla potřeba vody jednotlivými plodinami daleko nižší.



### 3.10 Pochozí plocha

V části podél stěny budovy bude realizována jednoduchá pochozí plocha z kamenných šlapáků (viz. obr. č. 40), které budou kladeny do pískového lože tl. 50 mm. Mezery mezi jednotlivými dílci budou vyplněny křemičitým pískem, který jeho postupným namáčením zajistí sednutí šlapáků.



Obr. č. 40: Kamenné šlapáky na střeše výrobní haly firmy LIKO-S

### 3.11 Návrh zavlažovacího systému

Závlaha bude realizována na celé ploše střechy pomocí podzemního kapkovacího potrubí ROOTGUARD MULTIBAR. Kromě podzemního potrubí bude realizováno také nadzemní kapkovací potrubí TANDEM-IR, které bude primárně sloužit k představení komponentů pro bodovou mikrozávlahu, které na něm budou instalovány. Tyto prvky budou osazeny v blízkosti pochozí části střechy, aby mohli sloužit jako reprezentační vzorek firmy. Zajištěn bude také vývod pro ruční odběr vody v podobě sloupkového hydrantu, který bude tvořit jednu samostatnou sekci závlahového systému zelené střechy. Toto zařízení bude opět sloužit pro připojení komponentů pro ruční závlahu k jejich představení pro zákazníky společnosti.

Hlavní ovládací prvky automatického závlahového systému budou navrženy z komponentů firmy HUNTER a zajistí vysokou rovnoměrnost závlahy na střeše, včetně možnosti závlahy v ranních hodinách, což je vhodné jak pro rostliny, tak z hlediska úspory vody.

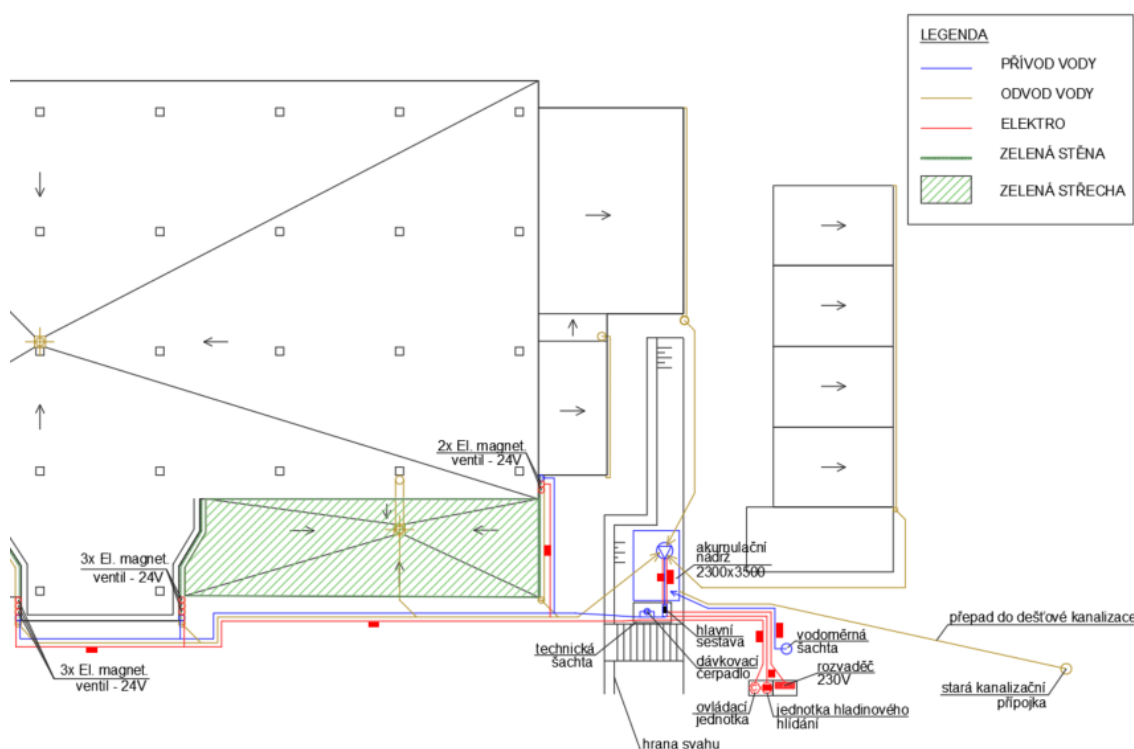
### 3.11.1 Diskuse zdroje vody

Z hlediska šetření pitnou vodou a retence vody v krajině doporučuji jako nejvhodnější řešení kombinaci akumulací dešťové jímky dopuštěné z kopané studny.

V loňském roce jsem v rámci studie návrhu jímání vody ze střešních ploch objektu vypracovala možné schéma řešení. Ze schématu (viz obr. č. 41), je patrné, že nebyl navržen svod dešťové vody ze všech ploch, které by byly k tomuto účelu vhodné. Důvodem je fakt, že voda ze střech objektu je nyní svedena přímo do kanalizace, nacházející se v zadní části objektu, a kanalizační potrubí je vedeno sklepními prostory. Stavební úpravy, které by se v tomto ohledu musely realizovat, jsou z provozního hlediska velmi nákladné. Umístění akumulací jímky by také vyžadovalo rozsáhlé terénní úpravy z důvodu jejího umístění ve svahu pokrytém porostem nízkých stromů.

Závěrem byl tedy z důvodu rozsáhlých stavebních a výkopových prací tento návrh jímání dešťové vody majitelem a provozovatelem objektu zamítnut.

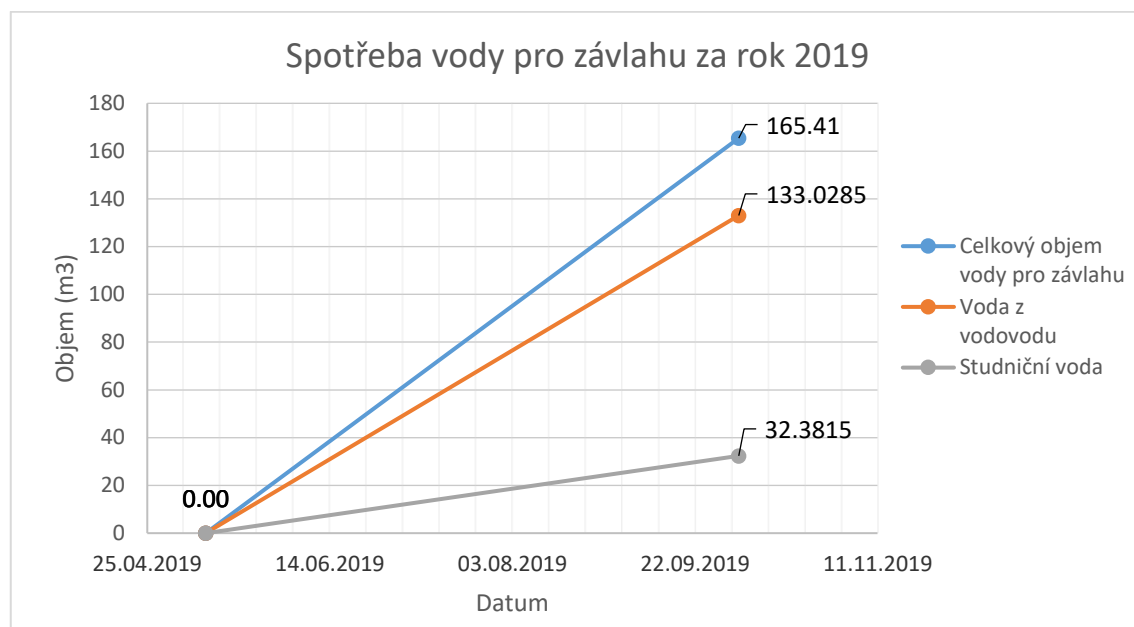
#### STUDIE AKUMULACE DEŠŤOVÉ VODY PRO ZAVLAŽOVÁNÍ



Obr. č. 41: Studie akumulace dešťové vody u řešeného objektu

Dalším možným zdrojem vody by se jevila kopaná studna umístěná na pozemku objektu. Studna je hluboká 11 m a je tvořena betonovými skružkami s vnitřním průměrem 1 m a výškou 0,5 m. Celkem je tedy na hloubku studny použito 22 skruží. Tato studna je v současné době primárním zdrojem vody pro závlahu postřikem na sousedním pozemku s travním porostem a při

nedostatku vody dochází k dopouštění závlahového systému z vodovodního řadu. Z dostupných dat, která získáváme každodenním monitorováním dopouštěného a využitého objemu vody, je patrné, že vydatnost studny je nedostatečná a na závlahu je ve větším množství využívána voda z vodovodního řadu. Z naměřených hodnot byl vytvořen graf, viz graf č. 2, který tento fakt potvrzuje.



Graf č. 2: Spotřeba vody pro závlahu

Z výše uvedených důvodů a okolností, které na pozemku nastaly, bylo nutné v současné době použít jako zdroj vody pro závlahu vodovodní řad. Zavlažovací systém však bude tuto vodu využívat jen v krajních případech, kdy rostlinám nebude stačit voda srážková, voda zachycená ve skladbě systému zelené střechy. Množství vody dodané vegetaci na zelené střeše bude měřeno pomocí impulsního vodoměru, který automaticky zaznamenává množství proteklé vody, zároveň detekuje možná rizika závady na závlahovém systému a tato data odesílá na ovládací jednotku podporující software Hydrawise, kde jsou k dispozici koncovému uživateli. Dle naměřených dat bude dále upravována kapacita a periodicitu závlahy.

### 3.11.2 Charakteristika zdroje vody

Vodovodní přípojka se nachází v interiéru budovy při severozápadní straně navrhované plochy střechy a je umístěna v 2. NP v místnosti č. 207 se šachtou (kolektorem) (viz obr. č. 42). Kromě této přípojky je zde vedeno i kanalizační potrubí a lišta s elektroinstalací s nízkým napětím (viz obr. č. 42). Přívodní potrubí je polypropylenové s vnějším průměrem 32 mm. Na přípojce bude osazen podružný vodoměr, díky kterému je možné požádat o úlevu na platbě za stočné. (viz kap. 2.11) Přípojka je osazena kulovým ventilem pro mechanické uzavření přívodu vody.

Hodnota hydrodynamického tlaku na přívodním potrubí je 4 bar a průtok 0,35 l/s.



Obr. č. 42: Umístění přívodního potrubí a lišty s elektrickým vedením v 2.NP objektu

### 3.11.3 Prostupy pro automatický závlahový systém

Voda z vodovodního řadu bude proudit přes hlavní sestavu na střechu objektu. Dle místních podmínek bylo potřeba vyřešit stavební připravenost, tj. prostupy, z hlediska funkčnosti celého systému a co nejmenšího použití materiálu. Po konzultaci s provozovatelem objektu a projektanty společnosti IRIMON, spol. s r. o., byly zaměřeny a stanoveny pozice jednotlivých prostupů. Značení je zobrazeno na obr. č. a konkrétní pozice je patrná z výkresu v příloze č.

Vodovodní přípojka byla prodloužena do výšky 725 mm nad podlahu 2.NP, z důvodu vhodného umístění prostupu pro přívod vody do hlavní sestavy závlahového systému. Prostup na střechu byl z interiérové části realizován ze šachty za kanalizačním potrubím (viz. obr. č. 43 a 46) a v exteriéru byl vyústěn 100 mm od rohu boční fasády 600 mm nad povrchem stávající, resp. 450 mm nad povrchem nové střechy (viz obr. č. 47). Finální řešení stavební připravenosti přívodu vody do automatizovaného závlahového systému v interiéru objektu je patrné z obr. č. 45 a obr. č. 46. Vývod vody do exteriéru je zachycen na obr. č. 46. Kromě vývodu potrubí pro vodu je zde patrná i příprava kabeláže pro propojení sekčních ventilů s ovládací jednotkou.

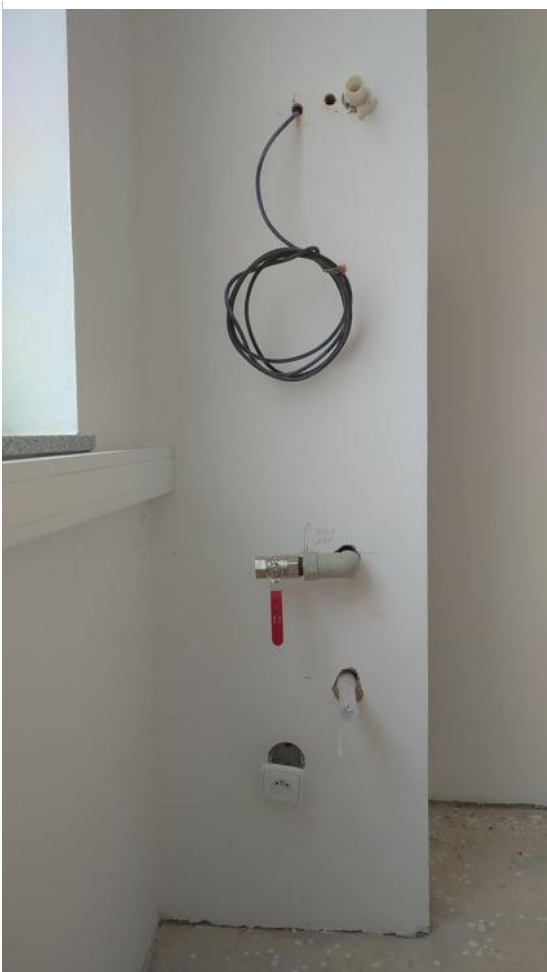




Obr. č. 43: Umístění prostupu z interiéru do exteriéru uvnitř kolektoru



Obr. č. 44: Realizované prostupy pro přívod vody do AZS



Obr. č. 45: Trubní přípravy pro napojení hlavní sestavy a příprava kabeláže k ovládací jednotce



Obr. č. 46: Trubní přípravy pro přívod vody a elektrického vedení uvnitř kolektoru



Obr. č. 47: Přívod vody a elektroinstalace v exteriéru objektu

#### 3.11.4 Hlavní sestava

Na začátku závlahového systému bude instalována hlavní sestava, která bude umístěna v interiéru objektu (viz obr. č. 45). Od hlavní sestavy bude veden hlavní rozvod závlahy k ventilové šachtici umístěné na okraji zavlažované plochy střechy (viz. výkres č. 4)

Hlavní sestava pro zavlažování zelené střechy bude složena z těchto komponentů:

- Mosazný kulový ventil 1“
- Mosazné přímé šroubení 1“
- Mosazná zpětná klapka 1“
- Filtr MINI PLUS-FK 3/4“, 155 mesh,  $Q_{max} = 1,2$  l/s se šroubením a redukčním ventilem
- Elektromagnetický ventil ICV 1“ s cívkou a regulací průtoku
- Dávkovací čerpadlo MiniDos 3/4“
- Vypouštěcí kulový ventil 1/2“ (MF)

Mosazný kulový ventil bude osazen na dvou místech za odbočkou z přívodního potrubí. Jeden bude uzavírat větev vedoucí k automatickému závlahovému systému a druhý bude umístěn na odbočce určené k použití na ruční odběr vody.

Základní komponenty hlavní sestavy budou spojovány pomocí mosazných spojek. Použití šroubení umožní snadné provedení jakékoliv úpravy bez potřeby řezání potrubí.



Hlavní sestava bude ve spodní části rozšířena o tzv. bypass, na jehož jedné větvi bude instalováno dávkovací čerpadlo hnojiva. Tento prvek umožní použít závlahovou vodu s dávkou hnojiva, či bez něj. Uzávěry jednotlivých větví bypassu jsou řešeny 1“ kulovými ventily MF, viz obr. č. 48. Detail hlavní sestavy včetně všech komponentů tvarovek a spojek viz výkres č. 5.



Obr. č. 48: Hlavní sestava závlahového systému zelené střechy

Po pořízení fotografie došlo v závislosti na řešení prostupů se stavební firmou, přímo v místě budoucího umístění hlavní sestavy, k záměně řešení výstupní části sestavy. Mosazné koleno nebude instalováno uprostřed spodní části hlavní sestavy, nýbrž bude rovnou spojeno s PP-R přechodem a výstup vody z hlavní sestavy bude tudíž v její zadní části. Před dokončením práce nebyla možnost pořídit novou fotografii, proto je změna zanesena pouze ve výkresu detailu hlavní sestavy (viz výkres č. 5).

### 3.11.5 Filtr mechanických nečistot s redukčním ventilem

Pro zavlažovací systém mikrozávlahy kapkovacím potrubím je potřeba zajistit takovou vložku filtru, jejíž jemnost bude minimálně 120-155 mesh. S ohledem na zdroj vody a způsob řešení závlahy bude použit mosazný síťový filtr MINI PLUS-FK s redukčním ventilem (viz obr. č. 49), který upraví tlakové poměry požadované systémem (1,5-6,0 bar). Tlaková řada filtru je PN 16 a jemnost filtračního sítka 155 mesh. [41]



Obr. č. 50: Síťový filtr mechanických nečistot MINI PLUS – FK s redukčním ventilem [42]



Obr. č. 49: Dávkovací čerpadlo hnojiva Minidos 12 gpm [41]

### 3.11.6 Dávkovací čerpadlo

Pro dávkování hnojiva pro vegetaci na střeše bylo navrženo dávkovací čerpadlo Minidos 12 gpm (viz obr. č. 50). Součástí čerpadla je sací hadice zakončena sacím košem, který je ponořen do nádoby s tekutým hnojivem. Na čerpadle je možnost nastavení koncentrace hnojivé dávky dle požadavků provozovatele objektu. Na doporučení pana Matouše, bude nastavena koncentrace tekutého hnojiva v poměru 2 ‰/100 l. Tato hodnota však závisí na lokalitě, typu vegetace a klimatických podmínkách a bude upravována postupným mapováním chování vegetace na řešené střeše.

### 3.11.7 Ovládací systém a senzory

Automatický závlahový systém zelené střechy bude řízen centrálně pomocí ovládací jednotky Hunter PRO-HC s webovým softwarem Hydrawise (viz obr. č. 51). Pro účely zavlažování zelené střechy bude využita její verze umožňující připojení šesti sekcí, reálně budou zapojeny pouze čtyři sekce, jedna pro závlahu zelené střechy, druhá pro účely reprezentativního zapojení bodové mikrozávlahy, třetí pro přívod vody k ručnímu odběru vody z letního hydrantu

a čtvrtá jako výhledové řešení zavlažování zelené fasády. Jednotka se na internet připojuje pomocí rozhraní Wi-Fi a programování závlahy probíhá přes internetový prohlížeč nebo v mobilním telefonu přes speciální aplikaci. Jednotka bude umístěna v interiéru budovy vedle hlavní sestavy dle schématu v příloze.



Obr. č. 51: Ovládací jednotka Hunter PRO-HC a úvodní uživatelská obrazovka softwaru Hydrawise [42]

Na jednotku bude napojeno dešťové čidlo RAIN CLICK a vodoměr HC FLOW s impulsním výstupem.

Dešťové čidlo RAIN CLICK (viz obr. č 52) umožňuje blokovat spuštění závlahového systému v případě zaznamenání dešťové srážky, aby nedocházelo k plýtvání vodou. Tento typ čidla je vybaven funkcí QUICK RESPONSE, díky které rychle reaguje na začínající srážku (cca 2-5 min) a přerušuje probíhající závlahu. Čidlo bude umístěno na okapu v blízkosti prostupu pro přívod vody (viz výkres č. 4).



Obr. č. 53: Srážkové čidlo RAIN CLICK [42]



Obr. č. 52: Vodoměr s impulsním výstupem HC-075-FLOW [42]

Dalším důležitým měřícím senzorem v systému bude vodoměr HC-075-FLOW s impulsním výstupem (viz obr. č. 53), který je určen speciálně pro jednotky podporující software Hydrawise. Impulsní vodoměr předává ovládacím jednotkám informace o průtocích v jednotlivých sekcích, čímž dochází ke kontrole případných úniků vody a jejich následnému vyhodnocení. Tento prvek zároveň umožní zobrazit naměřenou statistiku denní spotřeby vody,

dle které bude možnost regulovat množství závlahové vody, mapovat spotřebu vody a tvořit roční bilance potřeby vody.

### 3.11.8 Trubní rozvody a tvarovky

Trubní vedení pro zavlažování zelené střechy bude složeno z hlavního rozvodu a tří sekčních rozvodů. Hlavní potrubí bude částečně vedeno interiérem, kde bude použito polypropylenové potrubí PP-R Ø 25 mm v tlakové řadě PN 20. Spoje a směrové vedení bude prováděno pomocí PP-R tvarovek (viz obr. č. 55), spojované polyfúzním svařováním. V exteriéru bude jak pro hlavní rozvod, tak pro sekční rozvod, použito slabostěnné potrubí z nízkohustotního polyethylenu PE-LD/ES v tlakové řadě PN 6. Spoje budou u tohoto typu potrubí řešeny mechanickými spojkami CONNECTO v tlakové řadě PN 10 (viz obr. č. 54).



Obr. č. 54: Mechanická spojka CONNECTO – koleno 90° [42]



Obr. č. 55: Polypropylenové koleno 90° [41]

Trubní vedení bude uloženo maximálně 6 cm pod povrchem z důvodu omezené mocnosti substrátové vrstvy a využití podzemní kapkové závlahy (viz. výkres č.3).

Tlakové ztráty vzniklé na přívodním potrubí jsou pro funkčnost systému zanedbatelné, což dokazuje jednoduchý výpočet (viz níže). Pro výpočet ztrát třením byla použita tabulka obsahující hodnoty ztrát třením v závislosti na typu použitého materiálu potrubí, dimenze potrubí a průtoku v systému (viz Tabulka 23). Vzniklé ztráty třením činí 0,15 baru. Kromě ztrát třením vznikají také místní ztráty na jednotlivých armaturách. Pro jejich stanovení se z praxe pro malé systémy osvědčilo uvažovat je jako 30 % vypočítaných ztrát třením. Toto pravidlo jsem aplikovala na malý systém zavlažování zelené střechy a hodnota ztrát místních činí 0,045 bar. Celkové ztráty byly stanoveny sečtením těchto dvou hodnot a činí 0,195 baru.

PN 6 PN 7,5		25 25 x 2,3 d <sub>i</sub> = 20,4 mm		32 32 x 3,0 d <sub>i</sub> = 26,0 mm		40 40 x 3,7 d <sub>i</sub> = 32,6 mm		50 50 x 4,6 d <sub>i</sub> = 40,8 mm		63 63 x 5,8 d <sub>i</sub> = 51,4 mm	
Q		v	ΔP	v	ΔP	v	ΔP	v	ΔP	v	ΔP
[l/s]	[m <sup>3</sup> /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

Tabulka 23: Výřez tabulky pro stanovení ztrát třením pro potrubí PN 6 a PN 7,5 [12]

### Výpočet celkových ztrát:

Délka potrubí: 20 m

Průtok: Q = 0,35

Materiál: PE-LD/ES, PN 32 mm

Δp = 0,75 bar/100 m (viz Tabulka 23)

Ztráty třením (Z<sub>t</sub>) = 0,75/100 x 20 = 0,15 bar

Ztráty místní (Z<sub>m</sub>) = 30 % Z<sub>t</sub> = 0,15 x 0,3 = 0,045 bar

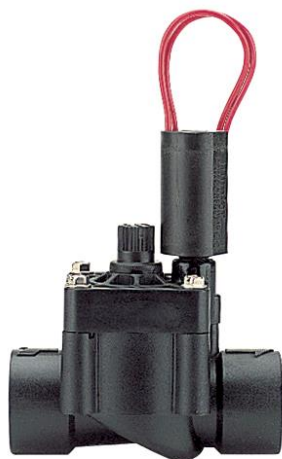
Celkové ztráty = Z<sub>t</sub> + Z<sub>m</sub> = 0,15 + 0,045 = **0,195 bar**

Hodnota tlaku v místě připojení na zdroj vody činí 4 bary a pro spolehlivou funkci kapkovacího potrubí je potřeba 1-3,5 baru, což je zajištěno.

### 3.11.9 Elektromagnetické ventily a ventilové šachtice

Jak již bylo řečeno, sekce kapkové závlahy, reprezentativní sekce bodové mikrozávlahy a sekce přívodu vody do letního hydrantu budou ovládány pomocí sekčních elektromagnetických ventilů PGV 1“ s regulací průtoku (viz obr. č. 56). Ventily pro ovládání sekce s podzemní závlahou zelené střechy a reprezentační sekce bodové mikrozávlahy budou navíc osazeny tlakovými regulátory ACCU SYNC „ADJ“ (viz obr. č. 57), na kterých bude nastavena hodnota tlaku, pod kterým bude voda do sekce vstupovat. Tím nedojde k přetlakování sekcí a případnému poškození zavlažovacích prvků. Tato hodnota je pro použité kapkovací potrubí v rozmezí 1-3,5 baru. [12]



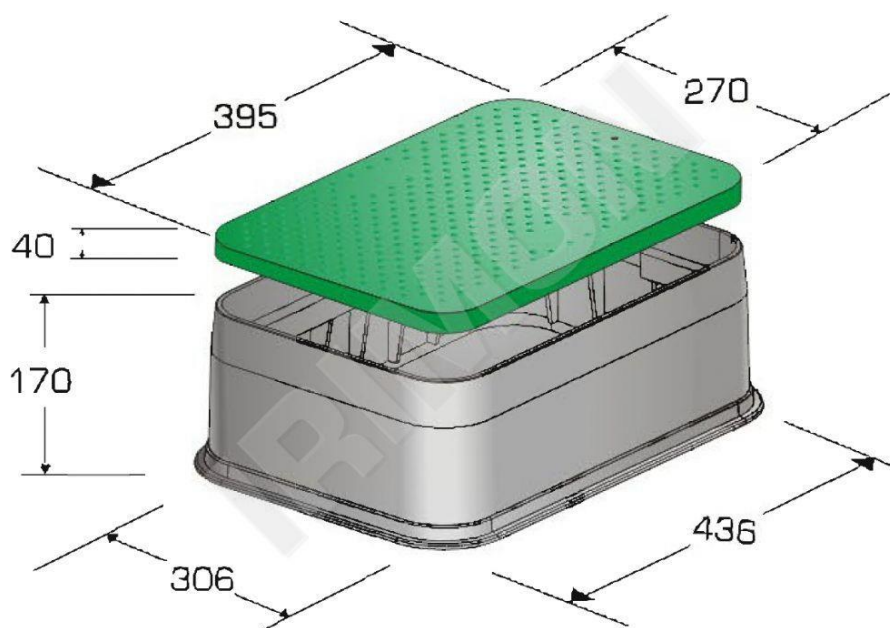


Obr. č. 56: Elektromagnetický ventil PGV 1“ [42]



Obr. č. 57: Tlakový regulátor ACCU SYNC „ADJ“ instalovaný na elektromagnetickém ventilu PGV 1“ [42]

Sekční elektromagnetické ventily budou uloženy ve ventilové šachtici (viz příloha č. 1), aby byly přístupné k případným opravám a údržbě. Šachtice s elektroventily bude umístěna v blízkosti prostupu vody pro automatický závlahový systém dle výkresu č. 4. Umístění je vhodné volit na okraji zavlažované plochy z důvodu minimalizace délky trubního rozvodu a zásahu do zavlažované výsadby. Bude použita ventilová šachtice STANDARD v nízkém provedení z důvodu omezení výšky vrstvy substrátu zelené střechy (120-170 mm), do které bude osazena. Rozměry šachtice jsou znázorněny na obr. č. 58.



Obr. č. 58: Rozměry ventilové šachtice STANDARD „NÍZKÁ“ [41]

### 3.11.10 Elektrorozvody

Přívod elektrického vedení 230 V bude odborně zajištěn z lišty vedoucí pod okny v interiéru objektu. Z této lišty bude napájena ovládací jednotka, která obsahuje vestavěný transformátor elektrické energie z 230 V střídavých na 24 V stejnosměrných. K ovládací jednotce bude připojen hlavní elektromagnetický ventil, dešťové čidlo a impulsní vodoměr pomocí zemního kabelu CYKY (viz obr. č 59), konkrétně dvoužilového zemního kabelu 2 x CYKY 1,5 mm. Propojení ventilové šachtice a ovládací jednotky bude zajištěno pomocí pětižilového zemního kabelu 5 x CYKY 1,5 mm<sup>2</sup>. Elektroinstalace bude v exteriéru vedena v polyetylenovém chránicím potrubí ve stejném výkopu jako trubní vedení. Toto je možné provést díky nízkému napájecímu napětí. [12] Veškeré spoje elektrických vodičů budou prováděny vodotěsnými konektory DBO a DBR, lišícími se pouze jejich velikostí (viz obr. č. 60).



Obr. č. 60: Vodotěsný konektor DBR – Y-6 [42]



Obr. č. 59: Kabel CYKY (4vodičový) [42]

Návrh elektrických rozvodů byl vypracován na základě odborné konzultace s elektrotechnikem firmy IRIMON, spol. s r.o. Zapojení veškerých elektrických rozvodů bude provedeno certifikovaným elektrikářem.

### 3.11.11 Kapková závlaha

Závlaha ploch s vegetací (nízké trávy, trvalky, luční porost) bude zajištěna podzemním kapkovacím potrubím ROOTGUARD MULTIBAR Ø 16 mm s kompenzací tlaku se sponem kapkovačů 30 cm. Každý kapkovač má 2 výtokové otvory (2x1) z každé strany kapkovače a obsahuje měděný plíšek zajišťující jeho ochranu před prorůstajícími kořeny vegetace.



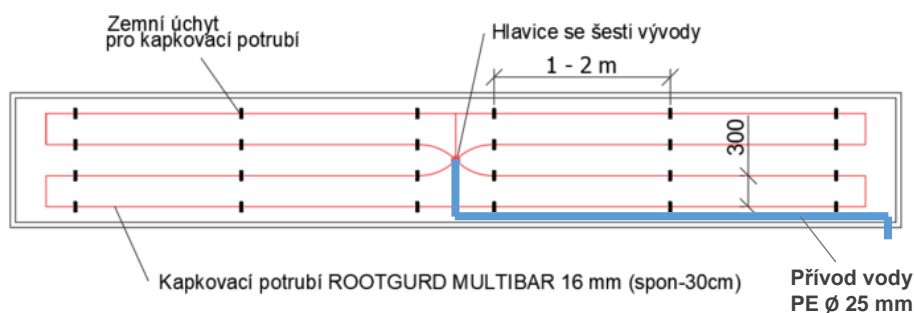
Obr. č. 61: Kapkovač integrovaný v potrubí ROOTGUARD MULTIBAR [41]

Potrubí bude kladeno ve vodorovných liniích na stejnou vzdálenost jako je spon jednotlivých kapkovačů, tj. 30 cm vzdálenost linií (viz. obr. č. 62 a 63) Přesné umístění potrubí bude řešeno přímo při montáži závlahového systému dle místních podmínek a konkrétního rozmístění rostlin dle požadavků specialisty. Hloubka uložení kapkovacího potrubí bude cca. 6 cm pod povrchem z důvodu plného využití kořenovým systémem rostlin a omezení odtoku závlahové vody drenážním systémem souvrství zelené střechy. Připojení na sekční rozvod bude provedeno přes závitové koleno, na které se našroubuje hlavice se šesti vývody pro napojení kapkovacího potrubí (viz obr.č. 63) Spoje a odbočky na kapkovacím potrubí budou zajištěny pomocí tzv. DF tvarovek (viz obr. č. 64).

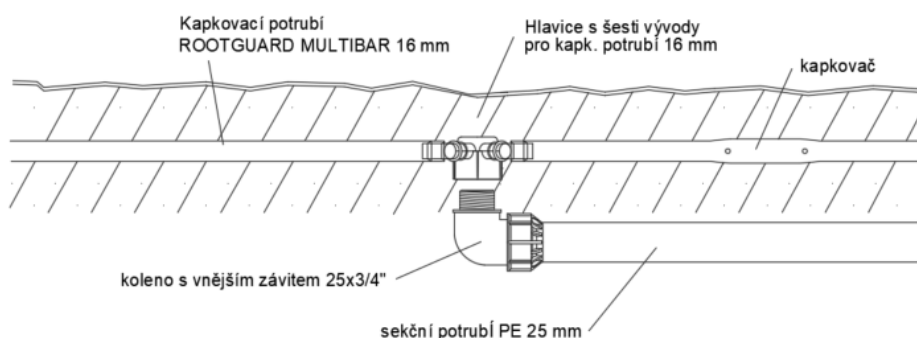


Obr. č. 62: Realizace podzemního kapkovacího potrubí ROOTGUARD MULTIBAR [41]

### SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ KAPKOVACÍHO POTRUBÍ V PLOŠE



### DETAIL PŘIPOJENÍ KAPKOVACÍHO POTRUBÍ NA SEKČNÍ ROZVOD



Obr. č. 63: Schéma instalace kapkové závlahy a připojení kapkovacího potrubí na sekční rozvod



Obr. č. 64: Mechanické DF tvarovky pro spojování kapkovacího potrubí ROOTGUARD MULTIBAR a TANDEM-IR [41]

Z délky potrubí, sponu kapkovačů a výtoku vody z jednoho kapkovače byla vypočtena celková spotřeba vody 0,385 l/s. Tlakové poměry v případě potrubí ROOTGUARD MULTIBAR jsou splněny přípojným tlakem 4 bar a potrubí je vybaveno kompenzací tlaku (viz. výpočet v tabulce č. 24).

#### Spotřeba vody v kapkovacím potrubí ROOTGUARD MULTIBAR

Délka potrubí	200 m
Průměr potrubí	16 mm
Spon kapkovačů	30 cm
Tlak v potrubí	0.2 MPa

$$Q = 200 \text{ [m]} \times 3.3 \text{ [kapkovačů/metr]} \times 2.1 \text{ [l/hod]}$$

$$Q = 1386 \text{ l/hod} = \mathbf{0.385 \text{ l/s}}$$

Tabulka 24: Výpočet spotřeby vody v kapkovacím potrubí ROOTGUARD MULTIBAR

Obdobným způsobem lze spotřebu vody odečíst z tabulky č. 25, kde výrobce použil stejný postup pro výpočet hodnoty výtoku pro danou délku kapkovacího potrubí při daném tlaku. Hodnota 0,385 l/s odpovídá přibližně 1400 l/s.

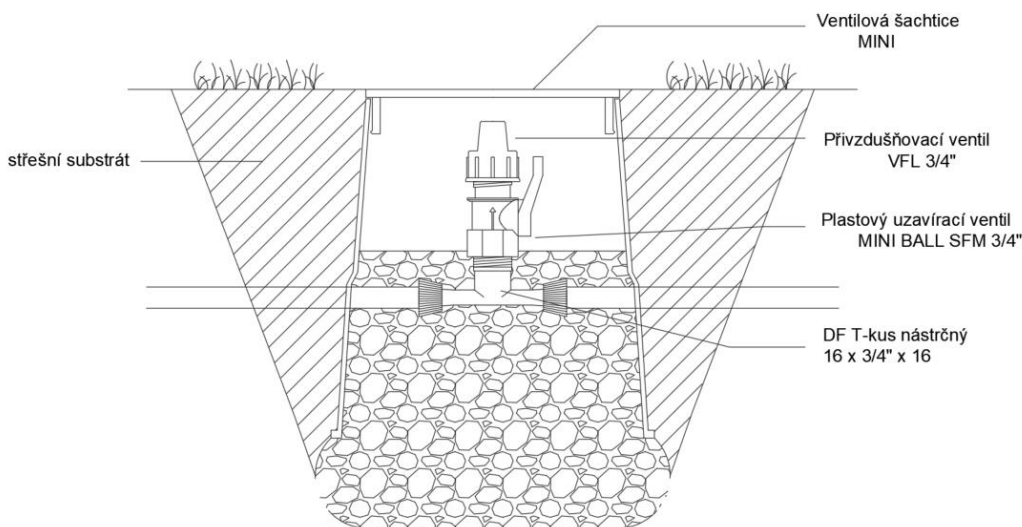
Popis		kapkovací potrubí MULTIBAR - ROOTGUARD 16 mm						
tlak	spon	výtok [l/hod]						
Bar	cm	1 kapkovač	1 m	10 m	50 m	100 m	200 m	500m
1,0	30	2,1	7,0	70	350	700	1400	3500
1,5	30	2,1	7,0	70	350	700	1400	3500
2,0	30	2,1	7,0	70	350	700	1400	3500
2,5	30	2,1	7,0	70	350	700	1400	3500
3,0	30	2,1	7,0	70	350	700	1400	3500

Tabulka 25: Tabulka výtoku vody kapkovacího potrubí ROOTGUARD MULTIBAR (upraveno z [41])

Na sekci s podzemním kapkovacím potrubím ROOTGUARD MULTIBAR bude navíc instalován přivzdušňovací ventil VFL 3/4" (viz obr. č. 65), který zajistí zavzdušnění podzemní sekce po skončení nastaveného závlahového cyklu. Ventil bude umístěn v šachtici MINI s kruhovým poloměrem a bude se nacházet na nejvyšším místě podzemního systému závlahy (viz. výkres č. 4). Připojení ventilu na kapkovací potrubí bude provedeno dle schématu na obr. č. 66 pomocí T-kusu s 3/4" závitem, na kterém bude ještě před přivzdušňovacím ventilem instalován plastový uzavírací ventil.



Obr. č. 65: Přivzdušňovací ventil VFL 3/4" [41]



Obr. č. 66: Schéma připojení přivzdušňovacího ventilu na kapkovací potrubí [42]

Kromě podzemního kapkovacího potrubí bude použito i nadzemní kapkovací potrubí TANDEM-IR, které bude primárně sloužit k reprezentačním účelům a budou na něj instalovány různé prvky bodové mikrozávlahy.



### 3.11.12 Zahradní sloupkový hydrant

Třetí sekcí zavlažovacího systému instalovaného na zelené střeše bude sekce pro přívod vody k jejímu ručnímu odběru ze zahradního sloupkového hydrantu. Z důvodu nepravidelného odběru vody není tento hydrant řešen jako tlakový rozvod a sekce tudíž nebude po celou dobu pod tlakem. Elektromagnetický ventil, přes který bude tato sekce ovládána, sepne pouze na základě zadání příkazu uživatelem v ovládací jednotce nebo v aplikaci mobilního telefonu/tabletu. Bude použit zahradní sloupkový hydrant v imitaci světlého dřeva (viz obr. č. 67) a bude umístěn dle výkresu č. 4.



Obr. č. 67: Zahradní sloupkový hydrant [41]

### 3.11.13 Zazimování systému

Zazimování systému bude prováděno vždy dle meteorologické situace, obvykle však ke konci října. Na hlavní sestavě bude za dávkovacím čerpadlem instalován vypouštěcí ventil, na který bude napojen kompresor a pomocí stlačeného vzduchu dojde k odstranění veškeré vody ze systému. Pro odstranění gravitační vody z potrubí vedoucího k ručnímu odběru vody bude také instalován 1/2“ kulový ventil pro připojení kompresoru. Závlahový systém zelené střechy bude opětovně napouštěn dle potřeby na začátku vegetačního období (duben).

## 3.12 Kalkulace ceny zelené střechy

Cena souvrství extenzivní zelené střechy byla vypočtena z nabídky sortimentu firmy LIKO-S včetně zahrnutí montážních prací. Využití služby montáže je však stále v jednání mezi provozovatelem a jednatelem firmy. V ceně není zahrnuta cena za dopravu materiálu a zařízení staveniště.



### EXTENZIVNÍ ZELENÁ STŘECHA 0°-10° - STANDARD

Standard – cena za 1 m<sup>2</sup>

#### Soupis materiálu:

Protikořenová folie  
Ochranná textilie  
Drenážní folie/desky  
Filtrační textilie  
Substrát extenzivní  
Rozchodníkové pásy  
Kačírkové lišty a růžky  
Vpusti  
Hnojivo

80

m<sup>2</sup>

~~1 010 Kč za m<sup>2</sup>~~

zaváděcí cena 859 Kč za m<sup>2</sup>

CENA: **68 680 Kč**

+ PŘIDAT PRODUKT



### MONTÁŽ - POLOINTENZIVNÍ ZELENÁ STŘECHA

#### Cena montáže obsahuje:

- Přesun montážních pracovníků na místo stavby
- Provedení stavebních prací
- Půjčení jeřábu
- Ubytování a diety montážních pracovníků

V případě, že některé položky nechcete využít, v následujícím kroku to prosím uveďte do "Poznámka k objednávce" a my vás budeme kontaktovat.

Společně upřesníme rozsah prací, který bude přesně odpovídat Vaším požadavkům.

80

m<sup>2</sup>

~~360 Kč za m<sup>2</sup>~~

zaváděcí cena 306 Kč za m<sup>2</sup>

CENA: **24 480 Kč**

+ PŘIDAT PRODUKT

## KOMPONENTY

### Extenzivní střechy

EXTENZIVNÍ ZELENÁ STŘECHA 0°-10° - STANDARD 80 m<sup>2</sup>

68 680 Kč



### Montáž zelené střechy

MONTÁŽ - EXTENZIVNÍ ZELENÁ STŘECHA 0°-10° 80 m<sup>2</sup>

20 400 Kč



Obr. č. 68: Kalkulace ceny extenzivní zelené střechy včetně její montáže pomocí nástroje na webu firmy LIKO-S [28]

Z nástroje kalkulátoru dostupného na stránkách firmy LIKO-S bylo pro výpočet ceny použito kompletní souvrství zelené střechy včetně její montáže. Orientační cena celé zelené střechy vychází dle tohoto jednoduchého nástroje na necelých 100 000 Kč. Cena se však může měnit v závislosti na použité vegetaci a dalších prvků (např. hydroizolace nebo kačírek), které nejsou v kalkulátoru zahrnuty.



### 3.13 Výkaz výměr a kalkulace ceny závlahového systému

Model	Popis	Počet	Jedn.	Kč bez DPH
<b>Ovládací systém a senzory</b>				
PHC-601-E	Profesionální exteriérová ovládací jednotka Hunter PRO HC 6 E. Ovládaní přes webové rozhraní (prohlížeč, iPhone, Android..). 6 programů, 6 startovacích časů, 6 sekci (+ 1 hlavní ventil), 2x senzorový vstup. Interní transformátor.	1	ks	7590
HC-PLAN-HOME	Základní licence vzdálené správy HC Plan HOME pro koncové uživatele, která je dodávána zdarma k ovládacím jednotkám Hunter HC. Tato licence umožňuje využívat základní funkce jednotky.	1	ks	1
RAIN-CLIK	Čidlo srážek RAIN CLIK s funkcí Quick Response (okamžitá aktivace - 2-5 min), zpětná deaktivace do 4 hod, reg. rychlosti vysychání, ALU konzole, 24 V nebo 9 V	1	ks	1008.26
HC-075-FLOW-B	Vodoměr s impulzním výstupem. Pro ovládací jednotky Hunter Hydrowise. Připojení 3/4", vnější závit. Závit těla vodoměru 1"	1	ks	4315
DBO-B6-L	Vodotěsné konektory DBO-B-6 0,8-2,5 mm2 dvoudílné (žlutomodrá kabelová spojka),   středně velké tělo, pro spojení 2-6 vodičů, náhrada za DBY.	4	ks	157.04
<b>Šachtice s elmag. ventily, rozdělovače, kabelové vedení</b>				
PC401-MS38-GR	Nízká obdéln. šachtice STANDARD PC zelené víko v.17 cm, víko 39,5x27 cm bez otvorů, šroub	1	ks	524.79
211-25D	CONNECTO - DG přechod s vnějším závitem 25x1" /zelené/	1	ks	27.27
TP023	Připojovací 3-ramenný rozdělovač TP 1" (x3) s převlečnými matkami a s plochým těsněním.	1	ks	309.92
RN0	PVC zakončovací prvek RN 1" s O-kroužkem	1	ks	29.75
PGV101MM	PGV 101 MM - El.mag. ventil 1", s cívkou 24 VAC, regulace průtoku, oba vnější závity	3	ks	1661.16
201-25D	CONNECTO - DG přechod s vnitřním závitem 25x1" /zelené/	3	ks	90.51
5X15-100	5x1,5 mm <sup>2</sup> - pětižilový zemní kabel pro 4 elmag. ventily, balení ve smotku 100 m, cena uvedena za 1 m	1	m	28.1
2X15-100	2x1,5 mm <sup>2</sup> - dvoužilový zemní kabel pro 1 elmag. ventil nebo čidlo, balení ve smotku 100 m, cena uvedena za 1 m	1	m	14.05
DBO-B6-L	Vodotěsné konektory DBO-B-6 0,8-2,5 mm2 dvoudílné (žlutomodrá kabelová spojka),   středně velké tělo, pro spojení 2-6 vodičů, náhrada za DBY.	3	ks	117.78
DBR-Y6-XL	Vodotěsné konektory DBR-Y-6 0,8-4,0 mm2, dvoudílné, velké tělo, červená kabelová spojka, pro více společný vodičů.	1	ks	46.28
<b>Potrubi a tvarovky pro rozvody AZS</b>				
520-203	PP-R - Koleno 90° - 25 mm	1	ks	9.92
570-407	PP-R - DG přechod s vnějším kovovým závitem 25x3/4"	1	ks	103.31
218-25C	CONNECTO - Koleno s vnitřním závitem 25x3/4" /zelené/	1	ks	38.02
25PN60LD	Potrubi PE-LD/ES 25x2,3 mm, PN 6, velmi kvalitní potrubí pro sekční rozvody, bal.100m, cena uvedena za 1 m,	20	m	305.8
213-250	CONNECTO - Koleno 25 /zelené/	6	ks	282.66
210-250	CONNECTO - Spojka přímá 25x25 /zelené/	1	ks	47.93
<b>Hlavní sestava - napojení na vodní zdroj</b>				
520-204	PP-R - Koleno 90° - 32 mm	3	ks	44.64
471-320P	Mosazný kulový ventil 1" FF, dlouhý závit, červená páka, PN16	1	ks	224.79
235-320	Mosazné rohové šroubení 1" s plochým těsněním, PN10	1	ks	202.48
HC-075-FLOW-B	Vodoměr s impulzním výstupem. Pro ovládací jednotky Hunter Hydrowise. Připojení 3/4", vnější závit. Závit těla vodoměru 1"	1	ks	4315
600.58-32C	Mosazná redukce 1" x 3/4"	6	ks	228.12
470-320	Mosazná zpětná klapka 1" s mosaznou záklopkou, PN 16	2	ks	355.38
FK06-3/4AA	Filter MINI PLUS FK 06 3/4" (DN20), filtrační vložka 155 mesh, PN 16, vestavěný nastavitelný REDUKČNÍ VENTIL, odkalovací ventil, Q(max)= 0,8 l/s	1	ks	2938.84
702-250	Mosazné koleno 3/4" MF	3	ks	203.31
ICV101GB	ICV 101 - El.mag. ventil 1", 24 VAC, G, s cívkou, regulace průtoku, až 14 bar, vhodný pro hlavní sestavy AZS, TOP PRODUKT	1	ks	1865
230-250	Mosazné šroubení 3/4" přímé s plochým těsněním - rozebíratelné PN 10	5	ks	442.15
600.57-250	Mosazný dvojnipl 3/4"	4	ks	105.8
700-250	Mosazný T-kus 3/4"x3/4"x3/4"	2	ks	142.14
701-250	Mosazné koleno 3/4"x3/4"	1	ks	61.98
465-250P	Mosazný kulový ventil 3/4" MF, dlouhý závit, červená páka, PN16	2	ks	290.9
570-407	PP-R - DG přechod s vnějším kovovým závitem 25x3/4"	2	ks	206.62
510-236	Polypropylenové potrubí PP-R 25x4,2mm, PN 20   ( 0,266kg / 1m ), bal.3m, cena uvedena za 1m	1	m	54.55
580-407	PP-R - DG přechod s vnitřním kovovým závitem 25x3/4"	2	ks	168.6
MINIDOS2	Dávkovací čerpadlo MiniDos - 3/4", Q=6,6-2760 l/hod, 0,41-9,7 Bar	1	ks	11198.3
600.58-25B	Mosazná redukce 3/4" x 1/2"	1	ks	20.66
KVMF-200P	Mosazný kulový ventil 1/2" MF, standardní závit, červená páka, PN16	1	ks	74.38
652-320-15	Mosazné prodloužení 1"x15	1	ks	61.98
600.60-250	Mosazná mufla 3/4"	1	ks	42.15
520-203	PP-R - Koleno 90° - 25 mm	3	ks	29.76
<b>Mikrozávlaha</b>				
PCR1630-21M	Podzemní kapkovací potrubí ROOTGUARD MULTIBAR 16 mm, 30 cm spon, kompenzace tlaku, 2,1 l/hod. Metráž max. 20 m délky.	200	m	8182
PDL-16	Zemní úchyt PDL černý pro potrubí 16 mm, jednostranný, dlouhý 19 cm !!!, s vyšší fixační schopností, nežli ostatní běžné úchyty délky 14-15 cm	100	ks	736
849-160	Hlavice se šesti vývody 1" (F) 16x16x16x16x16x16 mm - černá	1	ks	36.78

219-25C	CONNECTO - Koleno s vnějším závitem 25x3/4" /zelené/	1	ks	32.98
44305	Svěrná objímka 15-16 mm pro zajištění spoje kapk. potrubí TANDEM GDF a nástrčné tvarovky	6	ks	39.18
POZ-01C	Kruhová šachtice malá MINI PC zelené víko pro rychlospojný ventil, v.23 cm, víko 16 cm	1	ks	114.88
VFL-AR-250	Plastový samovypouštěcí ventil 3/4", vnitřní závit,   P uzavírací = 0,35 Bar	1	ks	26.45
SFM-250	MINI ventil BALL SFM 3/4" x 3/4" vnitřní / vnější závit FM, černá páčka, PN4	1	ks	24.79
846-16C	DF univerzální T-kus nástrčný 16 x 3/4" x 16 pro TANDEM-IR, SUPER GS a PC GOLD DRIP	1	ks	21.07
839-160	DF koleno 16x16 pro TANDEM-IR, SUPER GS a PC GOLD DRIP	30	ks	443.7
844-160	DF univerzální T-kus 16x16x16 pro TANDEM-IR, SUPER GS a PC GOLD DRIP	10	ks	219
840-160	DF univerzální spojka přímá 16 pro TANDEM-IR, SUPER GS a PC GOLD DRIP	10	ks	131.4
Letní vodovod - vodní zásuvky				
GRSL-W-SV	Plastový vodovodní sloupek z kvalitního UV stabilního plastu, imitace dřeva, barva světle hnědá, výška 1 m, včetně ventilu 3/4".	1	sada	2851.24
201-25C	CONNECTO - DG přechod s vnitřním závitem 25x3/4" /zelené/	1	ks	29.34
Různé				
12-12-075AL	Teflonová těsnicí páska 12 mm x 12 mm x 0,075 mm, kvalitní páska vhodná pro těsnění všech plastových závitů, (bílý nebo modrý obal)	5	ks	49.6
TAN-80	Těsnící provázek TANGIT pro těsnění závitů, 80 m (až 200 1/2"závitů)	1	ks	205.79

### Rekapitulace:

Cena celkem bez DPH	53 130,29 Kč
DPH 21%	11 157,36 Kč
Cena celkem včetně DPH	<b><u>64 287,64 Kč</u></b>

Ceny uvedené v kalkulaci jsou převzaty z maloobchodního ceníku IRIMON, spol. s r. o. Kalkulace nezahrnuje cenu za práce spojené s realizací automatického závlahového systému, pouze jeho komponenty.

## 3.14 Architektonický návrh střešní terasy

Kromě zelené střechy je na objektu výhledově plánovaná také realizace střešní terasy. Terasa se bude nacházet na západní straně objektu (viz obr. č. 27) a její výměra bude výhledově činit cca 170 m<sup>2</sup>. V návaznosti na požadavky jednatele společnosti IRIMON spol. s r. o., může být tato plocha z finančních důvodů zmenšena.

V rámci práce jsem navrhla a graficky ve formě vizualizace (viz příloha č. 2) zpracovala možné architektonické řešení střešní terasy. Bude se jednat o dřevěnou terasu, na níž se bude vstupovat z nově realizované kuchyňky v 2.NP objektu. Terasa nebude přiléhat přímo k budově, ale bude s ní propojena dřevěnou lávkou. Po obvodu terasy budou instalované dřevěné květináče s výsadou okrasných květin a nízkých keřů. Místo má sloužit jako venkovní zázemí pro zaměstnance firmy IRIMON spol. s r. o., pro možné trávení jejich volného času, případně obědové pauzy. Proto byly navrženy jídelní stoly s celkovou kapacitou 8 lidí, relaxační místo se třemi designovými lehátky, pro případ přímého letního slunce byla navržena stínící plachta poskytující možnost relaxace u pohodlného zahradního nábytkového setu sestávajícího ze dvou menších pohovek a konferenčního stolku. Mimo jiné byl navržen tzv. „barbecue“ koutek s grilem. (viz obr. č. 69)



Z důvodu návrhu květinové výsady by bylo výhodné zajistit její případnou zálivku formou kapkové závlahy. V nové kuchyňce realizované v 2. NP objektu u vstupu na střechu s navrhovanou terasou je přívod vody. Po konzultaci se stavební firmou bylo potvrzeno možné připravení odbočky pro připojení jedné sekce kapkovacího potrubí. Návrh její realizace a bude vypracován dle konečné fáze projektu střešní terasy, kdy bude vyhodnoceno, zda bude zálivka potřebná, či nikoliv.



Obr. č. 69: Vizualizace střešní terasy, severozápadní pohled



### 3.15 Závěr

Na stávající ploché střeše objektu, situovaného v Praze 9 – Kyjích, byla navržena extenzivní pochozí zelená střecha s prvky střechy polointenzivní, s výměrou 80 m<sup>2</sup> a automatizovaným závlahovým systémem kapkové závlahy. Skladba zelené střechy je navržena souvrstvím LIKO-S a substrátem ACRE v celkové mocnosti 150–200 mm dle polohy na střeše vůči jejímu sklonu. Pro vegetační pokryv zelené střechy tvořený rostlinami s požadavkem na nízkou nebo minimální údržbu (rozchodníky, trvalky, byliny), viz vizualizace zelené střechy v příloze č. 2, bylo uvedeno návrhové závlahové množství pohybující se za vegetační období duben až říjen kolem 35 m<sup>3</sup>. Automatický závlahový systém je tvořen komponenty 200 m podzemního kapkovacího potrubí ROOTGUARD MULTIBAR 16 mm s kompenzací tlaku, 20 m nadzemního kapkovacího potrubí TANDEM-IR 16 mm, letním hydrantem pro ruční odběr vody, přívzdušňovacím ventilem, elektroventily PGV 1“ uloženými ve ventilové šachtici PC STANDARD v nízkém provedení, hlavním elektromagnetickým ventilem ICV 1“, dávkovacím čerpadlem MiniDos, filtrem mechanických nečistot MINI PLUS-FK s redukčním ventilem, mosaznou zpětnou klapkou 1“, impulsním vodoměrem HC-075-FLOW 3/4“, hlavním kulovým uzávěrem 1“ a ovládací jednotkou PRO-HC se softwarem Hydrawise. Trubní síť je v interiéru navržena z polypropylenového potrubí Ø25 mm, v exteriéru je použito polyetylenové potrubí stejné dimenze. Veškeré hlavní komponenty automatického závlahového systému a trubní síť jsou propojeny tvarovkami v závislosti na použitém materiálu. Zdrojem závlahové vody je po realizační diskusi (viz kapitola 3.11.1) vodovodní řad. Přípojka vody je realizována v blízkosti plochy navrhované zelené střechy z polypropylenového potrubí Ø32 mm. Jako výhledové řešení střešní terasy bylo navrženo její architektonické řešení zpracované formou vizualizace, viz příloha č. 3. Terasa bude dřevěná a po obvodu lemovaná truhlíky s výsadbou okrasných květin. Bude se zde nacházet místo vhodné ke stolování a zároveň relaxační zóna s dřevěným zahradním nábytkem pod stínící plachtou a relaxační lehátka.

Realizace zelené střechy měla být provedena již v tomto roce (2020), avšak z důvodu zpožděných stavebních prací na objektu byly veškeré plány posunuty. Problémy vyvstaly i při řešení zaměřování vhodného vedení rozvodného potrubí a sestavení hlavní sestavy závlahového systému. Konečné řešení bylo přijato po dvou měsících opakovaných schůzek technicko-projekčního oddělení s provozovatelem a jednatelem společnosti. Poslední jednání proběhlo pouze několik dní před dokončením této práce a po dlouhých měsících byly realizovány prostupy a instalovány přípravy polypropylenového potrubí pro napojení hlavní sestavy závlahového systému zelené střechy a vývodu vody do jeho exteriérové části.

Firma IRIMON se zabývá automatizovanými závlahovými systémy, tudíž ve velkém množství hospodář s různými zdroji vody. Ať jde o vrtanou studnu, dešťovou vodu nebo vodu

z vodovodu, vždy je kladen důraz na efektivní využití závlahové vody a efektivní rozložení závlahy v průběhu dne i celého týdne. Zelená střecha bude v tomto ohledu sloužit jako experimentální plocha, co se měření reálné potřeby a s tím i reálné spotřeby vody týče. Kromě spotřeby vody bude dále měřeno množství hnojiva požadované danou vegetací, funkčnost podzemního kapkovacího potrubí nebo povrchová teplota zelené střechy. Plocha zelené střechy tak bude sloužit pro lepší pochopení a poznání reálné potřeby vody a hnojiv. Z výstupů pak bude možnost upravovat množství vody dodávané do automatického závlahového systému a množství hnojiva pro vegetaci zelené střechy. Výsledkem tedy bude nejen přidaná estetická hodnota budovy, ale hlavně efektivnější hospodaření se závlahovou vodou a hnojivou dávkou pro rostliny.

## 4 Bibliografie

- [1] BURIAN ET AL, Samuel. *Vegetační souvrství zelných střech STANDARDY PRO NAVRHOVÁNÍ, PROVÁDĚNÍ A ÚDRŽBU*. 2. dopl. vyd. Brno: Odborná sekce Zelené střechy při Svazu zakládání a údržby zeleně, 2019.
- [2] *Optigrün Expertise Broschüre* [online]. Krauchwies-Göggingen: Optigrün International AG [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.optigreen.co.uk/fileadmin/05-prospekte/kompetenzbroschuere/optigruen-expertise-broschure-en.pdf>
- [3] ŠIMEČKOVÁ, Jana a Irena VEČEŘOVÁ, ed. *Zelené střechy - naděje pro budoucnost*. Vyd. 1. Brno: Svaz zakládání a údržby zeleně, 2010. ISBN 978-80-254-9123-2.
- [4] GAJDOŠOVÁ, Markéta. Zelená střecha. In: *Střední odborná škola a Střední zdravotnická škola Benešov* [online]. Benešov, 2016 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.sosbn.cz/wp-content/uploads/2016/01/zelene-strechy.pdf>
- [5] Advantages and disadvantages of green roofs. In: *Green Roofers* [online]. London, 2016 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.greenroofers.co.uk/green-roofing-guides/advantages-disadvantages-green-roofs/>
- [6] History of green roofing. In: *The Renewable Energy Hub UK* [online]. 2018 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.renewableenergyhub.co.uk/main/green-roof-information/history-of-green-roofing/>
- [7] ABASS, F., L.H. ISMAIL, I.A. WAHAB a A.A. ELGADI. A Review of Green Roof: Definition, History, Evolution and Functions: Definition, History, Evolution and Functions. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2020, **713**(1). DOI: 10.1088/1757-899X/713/1/012048. Dostupné také z: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078332155&doi=10.1088%2f1757-899X%2f713%2f1%2f012048&partnerID=40&md5=7c12adf115c4dd898b4e77bfa1d45694>
- [8] FERRARA, Cristina. 10 of the Best Green Roof Designs in the World. In: *Land8* [online]. 2016 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://land8.com/10-of-the-best-green-roof-designs-in-the-world/>
- [9] Health Education Building. In: *Green Roofs for Healthy Cities* [online]. Toronto: Green Roofs for Healthy Cities, 2019 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://greenroofs.org/aoe/2019/health-education-building>
- [10] HUI, Sam C M. *Benefits and potential applications of green roof systems in Hong Kong*. 2006.
- [11] Vegetační střechy a střešní zahrady: Skladby a detaily. In: *DEK* [online]. DEKTRADE, 2009 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: [https://atelier-dek.cz/docs/atelier\\_dek\\_cz/publikace/PROJEKCNI-PRIRUCKY/vegetacni-strechy-2009-02.pdf](https://atelier-dek.cz/docs/atelier_dek_cz/publikace/PROJEKCNI-PRIRUCKY/vegetacni-strechy-2009-02.pdf)



- [12] IRIMON, spol. s r. o. *Technologický předpis*. Praha: IRIMON, spol. s r. o., 2020.
- [13] SCHWARZOVÁ, Pavla. *Závlahové stavby 1. přednáška 13.4.2011. Prezentace* [online]. Katedra hydromeliorací a krajinného inženýrství, 2011 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: [http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YHYS/zavlahy\\_2011\\_1.pdf](http://storm.fsv.cvut.cz/data/files/p%C5%99edm%C4%9Bty/YHYS/zavlahy_2011_1.pdf)
- [14] SCHWARZOVÁ, Pavla. *VÚMOP 2017: příprava FAO 56 pro převzetí na české poměry*. 2020.
- [15] ČSN 75 0434. *Meliorace – Potřeba vody pro doplňkovou závlahu*. 3. návrh. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [16] KOŽÍŠEK, František. *Šedé vody z pohledu hygienika a legislativy* [online]. 2012 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/sede\\_vody\\_SOVAK\\_2\\_2012.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/sede_vody_SOVAK_2_2012.pdf)
- [17] TUMOVÁ, Kateřina. *Uživatelé šedé vody – motivace a zkušenosti*. Brno, 2019. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Tomáš Chabada.
- [18] Pražské vodovody a kanalizace: Cena vodného a stočného. *Pražské vodovody a kanalizace* [online]. Praha, 2020 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.pvk.cz/vse-o-vode/cena-vodneho-a-stocneho/>
- [19] Zákon č. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: *Sbírka zákonů*. 2001. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
- [20] BERÁNKOVÁ, Martina, Dagmar VOLOŠINOVÁ, Lada STEJSKALOVÁ a Elžbieta ČEJKOVÁ. V ČR se začalo využívání tzv. šedých vod skloňovat ve všech pádech. In: *TZB-info* [online]. 2017 [cit. 2020-05-18]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/16101-v-cr-se-zacalo-vyuzivani-tzv-sedych-vod-sklonovat-ve-vsech-padech>
- [21] SCHWARZOVÁ, Pavla. *ASIO koference: Poznámky*. 2019.
- [22] SFŽP. O programu. In: *Nová zelená úsporám* [online]. Praha: Státní fond životního prostředí ČR [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <https://www.novazelenausporam.cz/o-programu/>
- [23] *Dešťovka II - text výzvy: 2. vydání*. In: . Praha: Státní fond životního prostředí ČR, 2018. Dostupné také z: <https://www.narodniprogramzp.cz/dokumenty/detail/?id=639>
- [24] HŘEBCOVÁ, Simona. *Zelené stěny*. Praha, 2020. Bakalářská práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Pavla Schwarzová.
- [25] *Mapy.cz* [online]. 2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://en.mapy.cz/zakladni?x=14.5419600&y=50.0937962&z=17>
- [26] Územní teploty. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. MŽP, 2020 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-teploty>



- [27] VINKLER, Miroslav. Proč se o suchu v ČR přestalo psát?. *Ekolist* [online]. 2020 [cit. 2020-05-25]. ISSN 1802-9019. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/miroslavn-vinkler-proc-se-o-suchu-v-cr-prestalo-psat>
- [28] LIKO-S. *LIKO-S* [online]. Brno: LIKO-S, 2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.liko-s.cz/>
- [29] *Coleman S.I., a. s.: Rhenofol CG* [online]. Coleman S.I., c2002-2019 [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://e.coleman.cz/rhenofol-cg-cz-1>
- [30] Drainage boards. *DIADEM* [online]. DIADEM, c2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://greenuptheroof.com/green-roof/green-roof-products/layer-components/drainage-boards>
- [31] *ACRE* [online]. ACRE, 2014 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <http://www.acre.cz/cs/>
- [32] *DEK* [online]. DEK, 2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>
- [33] Základy správného navrhování zelených střech. *TZB-info* [online]. Topinfo s.r.o, c2001-2020 [cit. 2020-05-21]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/strechy/4921-zaklady-spravneho-navrhovani-zelenych-strech>
- [34] *BAUDER* [online]. BAUDER, 2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.bauder.cz/cz/gruendach-eu/produkty-pro-zelene-strechy/prislusenstvi/kacirkova-zachytna-lista-al10080.html>
- [35] PEUKERTOVÁ, Lucie. Rostliny na extenzivní střešní zahradu. *Magazín zahrada* [online]. 2017 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.magazinzahrada.cz/rostliny-na-extenzivni-stresni-zahradu/>
- [36] Seznam rostlin pro vegetační střechy. In: *ISOVER* [online]. ISOVER, SGCP CZ, 2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/aktuality/seznam-rostlin-pro-vegetacni-strechy>
- [37] *FORESTINA* [online]. FORESTINA, 2014 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <http://www.forestina.cz/produkty/hnojiva>
- [38] HORSKÝ, Vladimír a Libor VYKYDAL. Údržba vegetačních plochých střech. In: *Technická komise pro hydroizolační fólie* [online]. Praha: Technická komise pro hydroizolační fólie, 2018 [cit. 2020-05-16]. Dostupné z: <http://www.tkhif.cz/cs/udrzba-vegetacnich-plochych-strech/>
- [39] POLLERTOVÁ, Hana. *Výpočet potřeby vody*. 2019.
- [40] ADENSAMOVÁ, Šárka. *Využívání dešťové vody pro automatické závlahové systémy*. Praha, 2018. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Pavla Schwarzová.
- [41] *IRIMON* [online]. IRIMON [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://www.irimon.cz/>
- [42] *Archiv IRIMON*. Praha: IRIMON.





- [43] Nophadrain Extensive Green Roof System. In: *Nophadrain* [online]. [cit. 2020-05-20]. Dostupné z: <https://www.nophadrain.com/utility-roof-systems/nophadrain-extensive-green-roof-system/>
- [44] Zelená střecha: Technické detaily. In: *Živé stavby* [online]. LIKO-S, c2020 [cit. 2020-05-21]. Dostupné z: <https://www.zivestavby.cz/files/467a6d4d6988f54b6d125937fb9938fc.pdf>
- [45] TAVARES, Nuno. Ogrody Semiramidiny. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2005 [cit. 2020-05-22]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ogrody\\_semiramidy.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ogrody_semiramidy.jpg)
- [46] *Intenzita sucha* [online]. Ústav výzkumu globální změny AV ČR, 2020 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/mapy/intenzita-sucha/>
- [47] LAPORTA, Mario. Villa dei Misteri. In: *Yahoo News* [online]. 2014 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://news.yahoo.com/pompeii-villa-mysteries-opens-fresh-start-italy-heritage-222643563.html>
- [48] JEWELL, Nicole. Iceland's Green-Roofed Hofskirkja Church. In: *Inhabitat* [online]. [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://inhabitat.com/19th-century-green-roofed-icelandic-church-is-straight-out-of-a-fairy-tale/hofskirkja-green-roof-church-iceland-lead/>
- [49] ZEIJST, Vincent. Funningur church. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2020 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Funningur\\_Church#/media/File:Faroe\\_Islands,\\_Eysturoy,\\_Funningur\\_\(4\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Funningur_Church#/media/File:Faroe_Islands,_Eysturoy,_Funningur_(4).jpg)
- [50] GODEL, Addison. Villa mairea 8. In: *Flickr* [online]. [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/doctorcasino/8036733537/in/photostream/>
- [51] MAYORAL, Scott. House Millard. In: *Inhabitat* [online]. [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://inhabitat.com/frank-lloyd-wrights-iconic-la-miniatura-millard-house-now-up-for-sale-in-pasadena-california/la-miniatura-millard-house-flw-19/>
- [52] BURO SANT EN CO. Four Harbour Roof Park. In: *Landezine* [online]. 2009-2018 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: [http://landezine.com/wp-content/uploads/2014/12/Four\\_Harbour\\_Roof\\_Park-by-Buro\\_Sant\\_en\\_Co-01.jpg](http://landezine.com/wp-content/uploads/2014/12/Four_Harbour_Roof_Park-by-Buro_Sant_en_Co-01.jpg)
- [53] REDFIN. 10 Nouvelle Way Unit T822. In: *Redfin* [online]. 2020 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: [https://ssl.cdn-redfin.com/photo/52/mbpaddedwide/164/genMid.72215164\\_2.jpg](https://ssl.cdn-redfin.com/photo/52/mbpaddedwide/164/genMid.72215164_2.jpg)
- [54] CO ARCHITECTS. Health Education Building at the University of Kansas Medical Center. In: *Education snapshots* [online]. Office Snapshots, 2020 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://educationsnapshots.com/wp-content/uploads/2018/11/health-education-building-university-of-kansas-kansas-city-3-1050x750.jpg>
- [55] OPTIGREEN. *Technical Brochure: Green roofs* [online]. PU UK Stand, 2017 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://www.optigreen.com/fileadmin/05-prospekte/pu/en/optigruen-technical-brochure.pdf>

- [56] HOSKOVEC, Ladislav. AURINIA SAXATILI. In: *Botany* [online]. 2007-2019 [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/aurinia-arduini/>
- [57] ŽELIEZKO, Petr. Levandule lékařská. In: *CK Mundo* [online]. [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://www.mundo.cz/levandule-lekarska#>
- [58] Mateřídouška úzkolistá. In: *Venkovská zahrada* [online]. [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <http://www.venkovskazahrada.cz/wp-content/uploads/2012/12/MATE%C5%98%C3%8DDOU%C5%A0KA-%C3%9AZKOLIST%C3%81-Thymus-serpyllum.jpg>

## 5 Seznam obrázků

Obr. č. 1: Skladba extenzivní zelené střechy [43].....	11
Obr. č. 2: Skladba intenzivní zelené střechy [43] .....	12
Obr. č. 3: Visuté zahrady Semiramidiny [45] .....	17
Obr. č. 4: Vila Mystérií [47] .....	18
Obr. č. 5: Kostel Funninger [49] .....	19
Obr. č. 6: Kostel Hofskirkja [48] .....	19
Obr. č. 7: Vila Mairea – část se zelenou střechou [50] .....	20
Obr. č. 8: Dům Millard [51].....	21
Obr. č. 9: Střešní park v Nizozemském Rotterdamu [52] .....	22
Obr. č. 10: Střešní zahrada v Natick, USA [53].....	22
Obr. č. 11: Budova pro vzdělávání lékařů a zdravotníků v Kansasu, USA [54].....	23
Obr. č. 12: Spon kapkovačů [12] .....	24
Obr. č. 13: Obr. č. 12: Detail kapkovače potrubí TANDEM-IR [12] .....	24
Obr. č. 14: Kapkovač s jednoduchým .....	25
Obr. č. 15: Schéma rozmístění podzemního kapkovacího potrubí [12].....	25
Obr. č. 16: Schéma uložení podzemní zavlažovací rohože ECO-MAT [12] .....	25
Obr. č. 17: Kapkovač „Shrubbler“ [41] .....	26
Obr. č. 18: Kapkovač „iDROP“ .....	26
Obr. č. 19: Sestava se zavlažovací jehlou [41].....	26
Obr. č. 20: Kapkovač „Mini Bubbler“ [41].....	26
Obr. č. 21: Rotační tryska Hunter „MP ROTATOR“ [41].....	27
Obr. č. 22: Rozprašovací tryska Hunter „A“ [12].....	27
Obr. č. 23: Akumulovaná vody v drenážní vrstvě zelené střechy [55] .....	28
Obr. č. 24: Schéma zapojení komponentů hlavní sestavy automatického závlahového systému [12].....	35
Obr. č. 25: Poloha objektu [25].....	41
Obr. č. 26: Intenzita sucha – červenec 2019 [46].....	42
Obr. č. 27: Širší pohled na objekt s vyznačením řešených ploch v rámci práce (foto: Ing. Lukáš Mihula).....	43
Obr. č. 28: Obr. č. Pohled na sokly nacházející se na ploše řešené střechy .....	44
Obr. č. 29 Pohled na stávající střechu s vyznačenou řešenou plochou (foto: Ing. Lukáš Mihula) .....	44
Obr. č. 30: Schéma souvrství extenzivní zelené střechy LIKO-S. [44] .....	45
Obr. č. 31: Hydroizolace Rhenofol CG [29] .....	46
Obr. č. 32: Ochranná folie FLW - 400 [28] .....	46
Obr. č. 33: Netkaná filtrační textilie VLF-150 [28] .....	46
Obr. č. 34: Drenážní deska DIADRAIN 25 H [28].....	46
Obr. č. 35: Detail napojení souvrství na atiku [44] .....	48
Obr. č. 36: Detail řešení střešní vpusti [44].....	48
Obr. č. 37: Thymus serpyllum – mateřídouška úzkolistá [58] .....	50
Obr. č. 38 :Lavandula angustifolia – levandule lékařská [57].....	50
Obr. č. 39: Aurinia saxatilis – tařice skalní [56] .....	50
Obr. č. 40: Kamenné šlapáky na střeše výrobní haly firmy LIKO-S .....	55
Obr. č. 41: Studie akumulace dešťové vody u řešeného objektu .....	56
Obr. č. 42: Umístění přívodního potrubí a lišty s elektrickým vedením v 2.NP objektu.....	58
Obr. č. 43: Umístění prostupu z interiéru do exteriéru uvnitř kolektoru.....	59
Obr. č. 44: Realizované prostupy pro přívod vody do AZS.....	59



Obr. č. 45: Trubní přípravy pro napojení hlavní sestavy a příprava kabeláže k ovládací jednotce .....	59
Obr. č. 46: Trubní Přípravy pro přívod vody a elektrického vedení uvnitř kolektoru .....	59
Obr. č. 47: Přívod vody a elektroinstalace v exteriéru objektu .....	60
Obr. č. 48: Hlavní sestava závlahového systému zelené střechy .....	61
Obr. č. 49: Síťový filtr mechanických nečistot MINI PLUS – FK s redukčním ventilem [42]...	62
Obr. č. 50: Dávkovací čerpadlo hnojiva Minidos 12 gpm [41].....	62
Obr. č. 51: Ovládací jednotka Hunter PRO-HC a úvodní uživatelská obrazovka softwaru Hydrawise [42].....	63
Obr. č. 52: Srážkové čidlo RAIN CLICK [42] .....	63
Obr. č. 53: Vodoměr s impulsním výstupem HC-075-FLOW [42] .....	63
Obr. č. 54: Mechanická spojka CONNECTO – koleno 90° [42].....	64
Obr. č. 55: Polypropylenové koleno 90° [41] .....	64
Obr. č. 56: Elektromagnetický ventil PGV 1“ [42].....	66
Obr. č. 57: Tlakový regulátor ACCU SYNC „ADJ“ instalovaný na elektromagnetickém ventilu PGV 1“ [42] .....	66
Obr. č. 58: Rozměry ventilové šachtice STANDARD „NÍZKÁ“ [41] .....	66
Obr. č. 59: Kabel CYKY (4vodičový) [42].....	67
Obr. č. 60: Vodotěsný konektor DBR – Y-6 [42] .....	67
Obr. č. 61: Kapkovač integrovaný v potrubí ROOTGUARD MULTIBAR [41] .....	67
Obr. č. 62: Realizace podzemního kapkovacího potrubí ROOTGUARD MULTIBAR [41] ....	68
Obr. č. 63: Schéma instalace kapkové závlahy a připojení kapkovacího potrubí na sekční rozvod .....	68
Obr. č. 64: Mechanické DF tvarovky pro spojování kapkovacího potrubí ROOTGUARD MULTIBAR a TANDEM-IR [41] .....	69
Obr. č. 65: Přívzdušňovací ventil VFL 3/4“ [41].....	70
Obr. č. 66: Schéma připojení přívzdušňovacího ventilu na kapkovací potrubí [42].....	70
Obr. č. 67: Zahradní sloupkový hydrant [41].....	71
Obr. č. 68: Kalkulace ceny extenzivní zelené střechy včetně její montáže pomocí nástroje na webu firmy LIKO-S [28].....	72
Obr. č. 69: Vizualizace střešní terasy, severozápadní pohled .....	75

## 6 Seznam tabulek

Tabulka 1: Funkční vrstvy vegetačního souvrství [3].....	10
Tabulka 2: Mocnost souvrství využitelná pro kořenění rostlin u různých způsobů ozelenění a forem vegetace [3] .....	13
Tabulka 3: Tabulka součinitele využitelnosti srážek $\alpha$ [15].....	31
Tabulka 4: Tabulka ztrátového součinitele $k_z$ [15].....	31
Tabulka 5: Tabulka redukčních součinitelů $r_1$ a $r_2$ [15].....	31
Tabulka 6: Tabulka redukčního součinitele využitelné zásoby vody ze zimního období dle sklonu terénu $r_3$ [15].....	31
Tabulka 7: Oblasti a jejich bodové ohodnocení systémů BREEAM a LEED pro novostavbu administrativní budovy [24].....	39
Tabulka 8: Klasifikace systému BREEAM [24].....	39
Tabulka 9: Klasifikace systému LEED [24] .....	39
Tabulka 10: Klasifikace systému SBToolCZ [24].....	39
Tabulka 11: Koncepty pro hodnocení dle systému WELL [24] .....	40
Tabulka 12: Tabulka průměrných teplot pro lokalitu Praha a Středočeský kraj pro rok 2019 [26] .....	42
Tabulka 13: Tabulka průměrných teplot pro lokalitu Praha a Středočeský kraj pro rok 2018 [26] .....	42
Tabulka 14: Tabulka průměrných teplot pro lokalitu Praha a Středočeský kraj pro rok 2015 [26] .....	42
Tabulka 15: Modelové příklady složení substrátů zelených střech ACRE [31] .....	47
Tabulka 16: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky v programu MS Excel pro klimatický normál z let 1981–2010 pro trávník v oblasti Praha. ....	51
Tabulka 17: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky v programu MS Excel pro rok 2015 pro trávník v oblasti Praha .....	52
Tabulka 18: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky v programu MS Excel pro rok 2018 pro trávník v oblasti Praha .....	52
Tabulka 19: Výpočet vláhového množství dle Klatta a Hemerky v programu MS Excel pro rok 2019 pro trávník v oblasti Praha .....	52
Tabulka 20: Výpočet vláhového množství dle specialistky Hany Pollerotvé [39] .....	53
Tabulka 21: Voda spotřebovaná plochou o výměře 460 m <sup>2</sup> s travním porostem v Praze ve vegetačním období roku 2018, přepočteno na výměru navrhované plochy zelené střechy .....	53
Tabulka 22: Porovnání získaných hodnot potřeby vody .....	53
Tabulka 23: Výřez tabulky pro stanovení ztrát třením pro potrubí PN 6 a PN 7,5 [12] .....	65
Tabulka 24: Výpočet spotřeby vody v kapkovacím potrubí ROOTGUARD MULTIBAR .....	69
Tabulka 25: Tabulka výtoku vody kapkovacího potrubí ROOTGUARD MULTIBAR (upraveno z [41]).....	69



## 7 Seznam grafů

Graf č. 1: Grafické znázornění potřeby vody získané jednotlivými metodami stanovení

Graf č. 2: Spotřeba vody pro závlahu

## 8 Seznam příloh

Příloha č. 1: Schéma uložení elektromagnetických ventilů v šachtici pomocí rozdělovače

Příloha č. 2: Vizualizace zelené střechy

Příloha č. 3: Vizualizace architektonického řešení výhledové střešní terasy

## 9 Seznam výkresů

Výkres č. 1: Studie akumulace dešťových vod

Výkres č. 2: Půdorys střechy

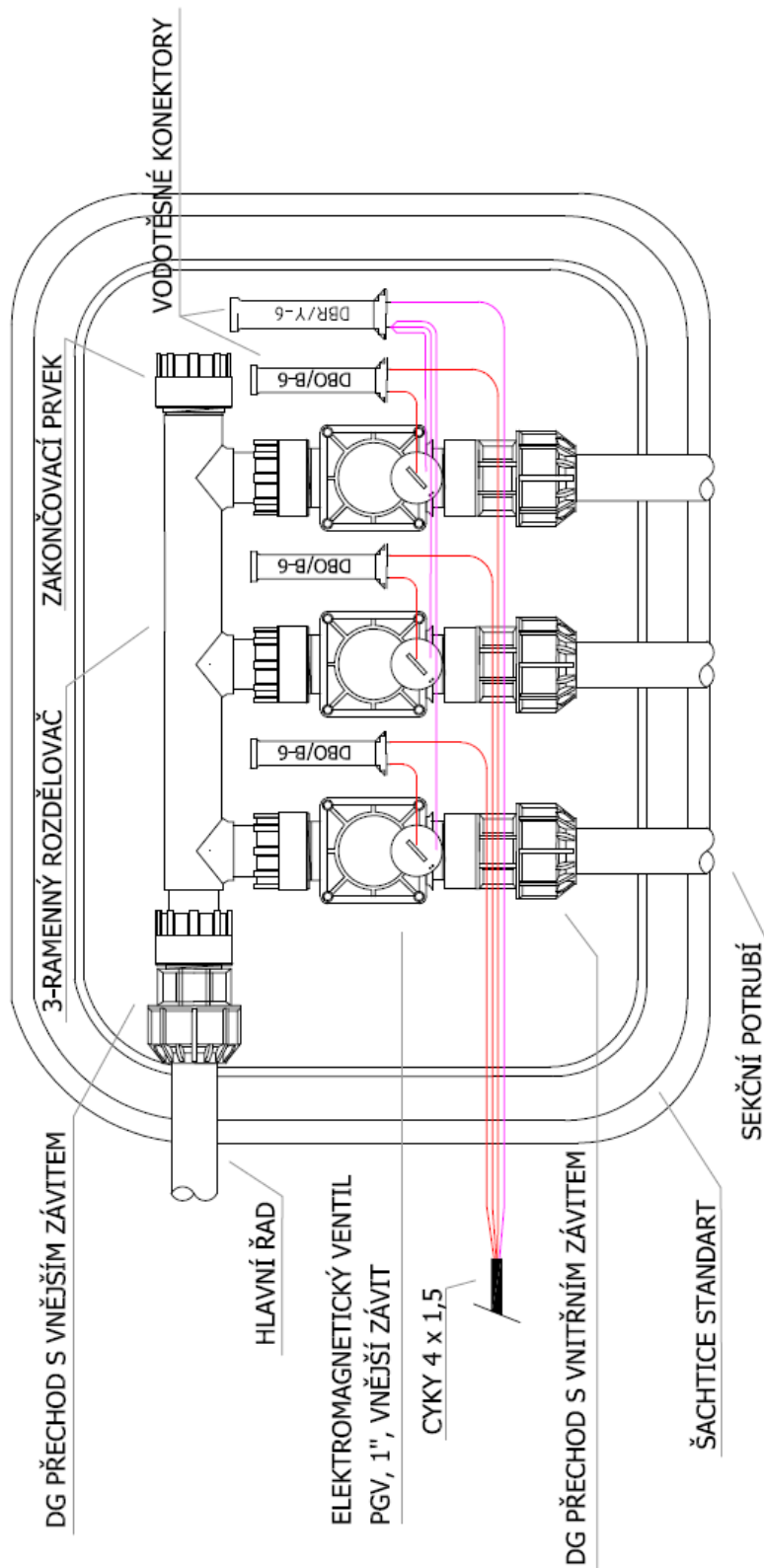
Výkres č. 3: Řez A-A', Řez B-B', Detail skladby střešní konstrukce

Výkres č. 4: Návrh zavlažovacího systému

Výkres č. 5: Detail hlavní sestavy

Příloha č.1: Schéma uložení elektromagnetických ventilů v šachtici pomocí rozdělovače [42]

## Schéma uložení tří ventilů PGV 1" pomocí rozdělovače



**AUTOMATICKÝ ZÁVLAHOVÝ SYSTÉM - Hunter®**  
VNĚRES: 3 x ELEKTROMAGNETICKÝ VENTIL PGV 1"

Příloha č. 2: Vizualizace zelené střechy





Příloha č. 3: Vizualizace architektonického řešení výhledové střešní terasy

