

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**



## **Bakalářská práce**

**Testování vhodnosti rostlin v podmínkách  
vertikálních zahrad**

**Marie Rytychová**

© 2023 ČZU v Praze

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marie Rytychová

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

**Testování vhodnosti rostlin v podmínkách vertikálních zahrad**

Název anglicky

**Suitability of plant species for vertical garden conditions**

---

### Cíle práce

1. Posoudit životaschopnost rostlin pěstovaných ve shodných kontrolovaných podmínkách v inertním substrátu se shodným typem závlahy (dešťová voda, studniční voda).
2. Zhodnotit růstové charakteristiky vybraných druhů v testovaném prostředí s vyšší nadmořskou výškou v chladnějším podnebí 579 m. n. m. a průměrnými ročními teplotami o cca 5 °C nižšími než v nížinách.
3. Zhodnotit vliv nadmořské výšky a chladnějšího podnebí na růst rostlin.

### Metodika

Práce bude experimentálního charakteru, kdy bude sledován růst rostlin v nádobách k tomu určených, umístěných v kontrolovaných podmínkách z boku venkovní zdi rodinného domu. Část rostlin bude zalévána odstátou studniční vodou a část rostlin závlahou z přirozeného deště. V závěru budou zhodnoceny růstové charakteristiky vybraných druhů v prostředí s vyšší nadmořskou výškou a nižšími ročními průměrnými teplotami a vhodnost rostlin pro využití ve vertikální zahradě.

## Doporučený rozsah práce

50 stran, 2 grafy

## Klíčová slova

inertní substrát, růst v nádobách, odolnost rostlin, vhodnost rostlin, vertikální, dešťovka

---

## Doporučené zdroje informací

- ALEF, K. – MANNIPIERI, P. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. LONDON: ACADEMIC PRESS, 1997. ISBN 0-12-513840-7.
- BLANC, P. – NOUVEL, J. – LALOT, V. – BRUHN, G. *The vertical garden : from nature to the city*. New York ; London: W. W. Norton & Company, 2011. ISBN 978-0-393-73379-2.
- ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST MIKROBIOLOGICKÁ. MEZINÁRODNÍ SYMPOZIUM (1987 : LIBLICE, ČESKO), – KUNC, F. – VANČURA, V. *Interrelationships between microorganisms and plants in soil : international symposium Liblice June 22-27 1987, Czechoslovak Society for Microbiology, Czechoslovak Academy of Sciences, Prague : proceedings*. Praha: Elsevier, 1989.
- DUNNETT, N. – KINGSBURY, N. *Planting green roofs and living walls*. Portland, Or: Timber Press, 2008. ISBN 978-0-88192-911-9.
- DUNNETT, N. *Planting green roofs and living walls*. ISBN 9780881929119.
- GEODERMA : *an international journal of soil science*. Amsterdam: ISSN 0016-7061.
- KUNTE, L. – ZELENÝ, V. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA BOTANIKY A FYZIOLOGIE ROSTLIN. *Xerofytní společenstva aridních oblastí Mexika a jejich využití v evropských podmínkách : disertační práce*. 2003.
- MAAG, S K. – MAAG, R. – MAAG, M. – POMIKÁLKOVÁ, M. *Vertikální zeleninové zahrádky : skvělé nápady do malého prostoru*. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2242-4.
- SCHINNER, F. *Methods in soil biology*. Berlin: Springer-Verlag, 1996. ISBN 9783642646331.
- STAFFLER, M. – SMRČKOVÁ, L. *Vertikální zahrada : zelené nápady pro malé zahrádky, balkony a terasy*. Praha: Vašut, 2020. ISBN 978-80-7541-178-5.
- SYLVIA, D M. *Principles and applications of soil microbiology*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1998. ISBN 0134599918.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – FŽP

## Vedoucí práce

doc. Ing. Kateřina Berchová, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2023

**prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 3. 2023

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 27. 03. 2023

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Testování vhodnosti rostlin v podmínkách vertikálních zahrad, vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů. Jsem si vědoma, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 30. 3. 2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala své rodině a přátelům za láskyplnou a morální podporu při mém konání a dále za vytvoření podmínek pro realizaci této bakalářské práce.

# Testování vhodnosti rostlin v podmínkách vertikálních zahrad

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá posouzením životaschopnosti vybraných druhů rostlin při realizaci nádobového experimentu v extenzivní vertikální zahradě vytvořené na boční závětrné stěně rodinného domu ve shodných kontrolovaných podmínkách v inertním substrátu se shodným typem nepravidelné závlahy (dešťovka, studniční voda). Tato práce je experimentálního charakteru a jedná se o nádobový pokus, kdy dochází ke sledování růstu rostlin v předem vybraných nádobách umístěných v kontrolovaných podmínkách.

Pomocí použitých metod a analýz byly posuzovány jednotlivé parametry rostlin jako výška, počet listů, počet květů, případně i počet plodů včetně následného zhodnocení celkového stavu vybraných druhů a posouzení jejich životaschopnost pro využití ve vertikální zahradě bez zvláštní cílené péče s nepravidelnou zálivkou a bez přihnojování.

**Klíčová slova:** Vertikální zahrada, živá stěna, zelená stěna, sázení rostlin, nádobový experiment, vliv podnebí, Kostřava stříbrná, Trávnička přímošská, Jahodník obecný, Plamenka šídlolistá, Mateřídouška úzkolistá, vodní eroze

# Suitability of plant species for vertical garden conditions

## Abstract

This bachelor thesis deals with the assessment of the viability of selected plant species in the implementation of a container experiment in an extensive vertical garden created on the side leeward wall of a family house in the same controlled conditions in an inert substrate with the same type of irregular irrigation (rainwater, well water). This work is of an experimental character, and it is a container experiment where the growth of plants is monitored in pre-selected containers placed in controlled conditions.

Using the methods and analyses used, individual plant parameters such as height, number of leaves, number of flowers, or even the number of fruits were assessed, including the subsequent evaluation of the overall condition of selected species and assessment of their viability for use in a vertical garden without special targeted care with irregular watering and without additional fertilization.

**Keywords:** Vertical Garden, living wall, green wall, plant, planting, pot experiment, climate influence, Silver fescue, Seaside grass, Common strawberry, Clematis awl, Narrow-leaved thyme, water erosion.

## Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>3</b>
3.1 Definice vertikálních zahrad .....	3
3.2 Historie vertikálních zahrad .....	3
3.3 Charakteristika vertikálních zahrad .....	4
3.4 Typy vertikálních zahrad .....	5
3.4.1 Zelené fasády .....	5
3.4.2 Živé stěny .....	6
3.5 Způsob pěstování rostlin ve vertikální zahradě .....	9
3.5.1 Hydroponie .....	10
3.5.2 Bioponie .....	10
3.5.3 Aquaponie .....	11
3.6 Přezimování rostlin .....	11
3.7 Patentované vynálezy vertikálních zahrad .....	12
3.7.1 WHITE Stanley Hart – Vegetační architektonická struktura a systém	12
3.7.2 BLANC Patrick – Zařízení pro pěstování rostlin na svislé ploše .....	12
3.7.3 BRIBACH Christopher James, ROSSOMANO Daniel – Vertikální zahradní panel .....	13
3.7.4 MCGEHEE Thomas – Dekorativní držák na květníky .....	14
3.7.5 GOTTLIEB John a GOTTLIEB Wendy – Systém pěstování rostlin ve vertikále .....	15
3.7.6 FRIGERIO Alessandro– Modulární systém pro vertikální zahradu .....	15
3.7.7 DAVIS Kenneth. W.– Vertikální zahrady .....	16
3.8 Rostliny vhodné pro vertikální zahrady .....	17
3.9 Hnojiva .....	17
3.9.1 Biochar/Biouhel .....	18
3.9.2 Šedá voda .....	18
3.10 Benefity vertikálních zahrad .....	18
3.11 Nevýhody vertikálních zahrad .....	19
<b>4 Metodika</b> .....	<b>20</b>
4.1 Charakter práce .....	20
4.2 Lokalita .....	20
4.3 Podnebí .....	21
4.4 Charakteristika použité konstrukce .....	22
4.5 Charakteristika použitých pěstebních kontejnerů .....	22
4.6 Charakteristika použitého substrát .....	22
4.7 Výběr a stručná charakteristika rostlin .....	23
4.7.1 Kostřava stříbrná/sivá ( <i>Festuca glauca</i> „Uchte“ P9) .....	24
4.7.2 Trávníčka přímořská ( <i>Armeria maritima</i> „Dusseldorfer“) .....	24
4.7.3 Jahodník obecný/měsíční/lesní ( <i>Fragaria vesca</i> „Rujana“ K9) .....	24



4.7.4	Plamenka šídlolistá ( <i>Phlox subulata</i> „Purple beauty“ P9) .....	25
4.7.5	Mateřídouška úzkolistá ( <i>Thymus serpyllum</i> ) .....	25
4.8	Sázení rostlin .....	25
4.9	Způsob rozmístění rostlin .....	26
4.10	Popis nádobového experimentu .....	27
4.11	Způsob zavlažování a hnojení .....	28
4.12	Sběr a analýza dat .....	29
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>35</b>
<b>7</b>	<b>Závěr a přínos práce .....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Přehled literatury a použitých zdrojů .....</b>	<b>39</b>
8.1	Literatura .....	39
8.2	Legislativní materiály – zákon, vyhláška, norma .....	40
8.3	Časopisy, periodika, články .....	40
8.4	Elektronické zdroje .....	40
8.5	Diplomové a bakalářské práce .....	42
8.6	Patenty .....	43
<b>9</b>	<b>Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratek .....</b>	<b>43</b>
9.1	Seznam obrázků .....	43
<b>Přílohy</b>	<b>.....</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Realizace vertikální zahrady může plnit funkci praktickou, či estetickou, ale zpravidla plní obě. Zelená fasáda může v budoucnu představovat nezbytnou součást vznikajících staveb pro vytvoření přijatelného prostředí pro život nejen ve městech.

Vertikální zeleň dokáže zajistit chladící potenciál na povrchu budovy, snižuje spotřebu energie zvýšením tepelného výkonu budov, snižuje efekt městského tepelného ostrova, zvyšuje kvalitu vzduchu v interiéru, snižuje hlukovou zátěž (Lundholm, 2006).

Klimatické změny jsou součástí koloběhu globálních vlivů na planetě a působí na všechny živé organismy. V důsledku vnímáme především náhlé změny počasí, včetně kolísání teplot s extrémními výkyvy sucha a nadměrných srážek. To působí i na půdotvorné procesy. Půda, jakkoliv nezbytná pro člověka, je však zároveň negativně ovlivňována degradačními procesy, za nimiž stojí nejčastěji právě lidské vlivy. Nejzávažnějším z nich je vodní eroze v důsledku, které dochází ke snížení produktivity půdy, ochuzování edafonu, změně jeho druhového složení a v neposlední řadě i ke snížení schopnosti krajiny zadržovat vodu (Šarapatka a kol., 2018).

V posledních letech je kladen důraz na ekologické a efektivní hospodaření se srážkovými vodami, a to nejen v důsledku klimatických změn a ubývání zásob podzemních vod. Pojem srážkové (dešťové) vody je zohledněn i v legislativním rámci České republiky, ale neupravuje způsob nakládání s nimi (Vodní zákon 254/2001 Sb.). Vertikální zahrady nebo jinak zvané zelené stěny, mohou být jednou z možných cest jak se srážkovými vodami efektivně a udržitelně nakládat.

Tato práce je zaměřená na posouzení životaschopnosti vybraných druhů rostlin při realizaci nádobového experimentu v extenzivní vertikální zahradě vytvořené na boční závětrné stěně rodinného domu.

## 2 Cíl práce

Cílem mé práce je testování adaptability a sledování růstu vybraných druhů rostlin na zvolené prostředí. Své výsledky budu porovnávat s podobnými pracemi které cílily na podobné nebo odlišné faktory pěstování rostlin ve vertikálních zahradách v různých podmínkách. Svou pozornost jsem zaměřila na růst, vitalitu a celkový stav sledovaných rostlin bez zvláštní cílené péče. Rostliny měly nepravidelnou zálivku z různých zdrojů vody (dešťovka, studniční voda) a nebyly přihnojovány. Budu porovnávat, zda místo, kde se konkrétní rostlina pěstuje má či nemá vliv na její růst a celkový vizuální stav a zda výběr rostlin je adekvátní prostředí a způsobu pěstování. Ze seříděných informací vytvořím relevantní grafy.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Definice vertikálních zahrad

Pojmy zelená nebo živá stěna, rostlinná stěna nebo vertikální zahrada se používají v různých variantách a v posledních letech se objevila i řada různých technologií a způsobů jejich aplikace, ale lze je rozdělit na hydroponické a modulární systémy a zelené fasády (Weinmaster, 2010). Vertikální zahrada je termín používaný k označení všech forem stěn pokrytých vegetací (Köhler 2008), ale dodnes není stanoven jednoznačný klasifikační systém jednotlivých typů ozeleněných vertikálních systémů. Vertikální zahrady mohou absorbovat zahřátý plyn ze vzduchu, snížit vnitřní i venkovní teplotu, držet nebo zpomalit dešťovou vodu, poskytnout jídlo a přístřeší pro volně žijící živočichy (Yeh, 2012).

### 3.2 Historie vertikálních zahrad

Je naprosto zřejmé a historicky dokladovatelné, že vertikální zahrady nejsou dílem nového věku. Jejich stopy je možné nalézt již ve starověkých publikacích a antických dílech. Lidé a rostliny vždy koexistovali, ale teprve asi před 10 000 lety bylo vyvinuto skutečné zemědělství (Hamilton, 2009). Není známa přesná doba, kdy začali lidé pěstovat rostliny ve městech pro jejich krásu či k oblažení jiných smyslů, ale je doloženo, že mezi prvními staviteli zahrad, které by se svým vzezřením přiblížily ráji, byli Babyloňané a Asyřané. Epesní stavební dílo, které předčí i mnohé současné stavby, nechal dle legendy vystavět král Nabuchadnezar II v polovině 6. století př. n. l. pro potěchu své manželky Semiramis. Řeč je o jednom ze sedmi divů světa, a to o Semiramidiných visutých zahradách ve starověkém Babyloně. Dovolím si historickou polemiku. Jak tvrdí Dr. Stephanie Dalley, slavné visuté zahrady Babylonu, jeden ze sedmi divů pozdního starověku, byly nakonec identifikovány jako palácová zahrada asyrského krále Senacheriba, postavená nikoli v Babylonu, ale v Ninive, které bylo také známé jako „starý Babylon“, kolem roku 700. př. n. l. (Dalley, 1993).

První formu vertikálních zahrad, pomineme-li Visuté zahrady ze starého Babylonu, můžeme datovat k počátkům našeho letopočtu, kdy v oblasti středomoří starověkého Řecka začala být velice oblíbená vinná réva, která zdobila tehdejší úzké ulice a zdi paláců (Melnik, 2020). Od 17. a 18. století se rozšířilo používání popínavých rostlin k pokrytí stěn budov většinou ve Velké Británii a střední Evropě (Newton a kol. 2007). Prvky rostlin na stěnách se objevovaly i v dobách Baroka

a v následujícím období Rokoka se na mnohých dílech malířů i sochařů objevují motivy popínavých rostlin.

Dalším důležitým zásahem, který spadá do vznikající myšlenky vertikálního zahradnictví je bezesporu teorie Zahradního města. Jedná se o postupně se rodící myšlenku vznikajících sídel (zahradních měst) v blízkosti měst velkých, popř. hlavních a začlenění ozeleňování do urbanismu. Nový pohled na vytvoření systému satelitních měst a systému zeleně v nich podala teorie zahradního města formulovaná Ebenezerem Howardem na samém konci 19. století (Jebavý, 2012).

Zálibu v ornamentech a květinových koncepcí pozvedl britský textilní designér William Morris společně s hnutím Arts and Crafts, které podporovalo návrat k lidovým tradicím, romantismu a kvalitě zpracování výrobků. Německé secesní hnutí označované jako Jugendstil razilo novou myšlenku zelených fasád, které mají přispívat k ekologickému zlepšení města. V průběhu 80. let 20. stol. vznikly některé motivační programy pro instalaci zelených fasád. Ostatně Berlín je toho skvělým příkladem, že v letech 1983–1997 bylo instalováno okolo 245 584 m<sup>2</sup> zelených fasád (Köhler, 2008).

Jako první si vegetační architektonickou strukturu neboli zelenou zeď nechal patentovat profesor krajinářské architektury na univerzitě v Illinois Stanley Hart White už v roce 1938. Za novodobého objevitele vertikálních zahrad v podobě, jak ji dnes známe za použití speciálních sázecích kapes, můžeme považovat botanika Patricka Blanca, který je držitelem prvního patentu vertikální zahrady jako takové. Tento patent získal v roce 1988.

### **3.3 Charakteristika vertikálních zahrad**

Jak již název sám napovídá, vertikální zahrada umožňuje originální způsob pěstování rostlin. Je to specifická a důmyslná ozeleněná konstrukce s prvky klasické zahrady ve vertikální orientaci, osázena vhodnými rostlinami označovaná jako živá či zelená stěna, též zelená fasáda, vegetační stěna nebo zelená zeď. Je v ní možné pěstovat různé druhy rostlin, které jsou schopné prosperovat i s minimálním množstvím substrátu. Je velmi populární jimi oživit nejen exteriér budov, ale i jejich interiér. Vertikální zahradnictví, které zahrnuje současné technologické nástroje a aktualizuje monitorování životního prostředí, se ukazuje jako slibný nástroj, který nabízí hmatatelné svědectví nejen v oblasti zdraví měst, ale také při zmírňování změny klimatu (Thomas a kol., 2022). Pomocí vhodně vybraných rostlin napomáhá čistit a zvlhčovat vzduch, ochlazovat přehřáté prostory a absorbovat hluk. Rostliny mají schopnost měnit oxid uhličitý na kyslík, který jak známo působí blahodárně i na

činnost mozku. Často je užívané slovní spojení vertikální stěna, které vyjadřuje jakýkoliv způsob ozelenění svislých povrchů. Díky inovativním technologiím jsme schopni ozelenit jakoukoliv svislou plochu. Nejedná se ovšem pouze o rostliny, které by byli schopné porůst celou stěnu, ale o systém, ve kterém můžeme pěstovat širší okruh rostlin, který můžeme zapěstovat do zelené souvislé plochy (Manso and Castro-Gomez, 2014).

### **3.4 Typy vertikálních zahrad**

V současné době jsou vertikální zahrady bez konkrétního rozdělení, ale dle všeobecného povědomí můžou být děleny do dvou hlavních kategorií, ačkoliv se názvosloví může u jednotlivých autorů lišit a mnohdy i liší, a to na „Zelené fasády“ (Green facades) a „Živé zdi“ či „Živé stěny“ (Living walls).

#### **3.4.1 Zelené fasády**

Zelené fasády jsou založeny na aplikaci popínavých nebo závěsných rostlin podél zdi. Rostliny mohou růst směrem nahoru k vertikálnímu povrchu, jak bývá obvykle vidět, nebo rostou směrem dolů k vertikálnímu povrchu, pokud visí v určité výšce. (Dunnett, Kingsbury, 2004). Tyto fasády lze dále dělit na přímé, na které jsou rostliny připevněny přímo na stěnu, nebo na nepřímé, u kterých musí být instalována pro vegetaci nosná konstrukce, ať už volně stojící či ukotvená k vertikální zdi, ke které se rostliny přichytí díky své schopnosti přilnavosti. Zelenou fasádu lze použít jako plášť budovy (Obrázek 1), což je přínosné jak pro člověka a jeho komfort, tak pro blízké okolí. Běžně se používají popínavé rostliny, které jsou nejjednodušší a zpravidla levnější, zatímco ostatní typy vyžadují složitější systém a multifunkčnost podle potřeb návrhu. Systémy, které podporují živé a popínavé rostliny, jsou známé jako mřížkový systém, systém květináčů a systém plstěných vrstev.



Obrázek 1: Předsazená zelená fasáda. Zahradní laboratoř botanické zahrady Univerzity Vilnius, Litva, foto: Norbert Tukaj 2017

### 3.4.2 Živé stěny

Živé stěny umožňují oproti zeleným fasádám daleko rychlejší pokrytí velké plochy vegetací a použití vertikální zahrady na vysokých budovách (Bribach, 2011). Jsou tvořeny jednotlivými částmi (panely) či závěsnými kapsami, ve kterých jsou zasazeny rostliny. Jsou velmi oblíbené pro svou variabilitu použití materiálů (kovy, plast, geotextilie), v široké škále tvarů a v neposlední řadě pestřejší výběr rostlin. Jejich další nespornou výhodou v interiéru je možnost využití v temnějším zákoutích, jelikož nepotřebují nezbytně přísun denního světla. Ten dokáže v dnešní době nahradit speciální výbojka.

S vědomím jistého zjednodušení lze systémy bez spojení s volnou půdou rozdělit na tři základní skupiny: policové, modulární a plošné (upraveno dle Kaltenbach, 2008; Pfoser, 2016 a Köhler, 2010):

Policové systémy mají na stěně předvěšené nádoby či koryta, ve kterých se rostliny pěstují obdobným způsobem jako tzv. mobilní zeleň v terestrické úrovni či na plochých střeších. Tomuto způsobu ozelenění nebude proto dále věnována pozornost.

Modulární systémy umožňují pomocí prefabrikovaných prvků zavěšovaných na nosnou konstrukci celoplošně pokrýt stěnu, na kterou mohou být instalovány

s předem v nich předpěstovanými rostlinami, v případě potřeby mohou být i poměrně snadno vyměňovány. Prostředím pro rostliny jsou nejčastěji:

- Kazety z kovového či umělohmotného pletiva, vyplněné pěstebním substrátem. Buďto jde o materiály používané v produkčním zahradnictví v hydroponických systémech (kamenná vlna, recyklované textilie, formaldehydová pěna, mech a kokosové vlákno), nebo se využívají obdobné materiály jako pro extenzivní ozeleňování střech, především jednovrstevné stavby (drobný štěrk z porézních vulkanických materiálů a recyklovaných cihel, drcená zrna expandovaného jílu).

- Substrátové desky z modifikovaných pěnových hmot či minerálních vláken.

- Žlabové systémy vyplněné obvykle substrátem obdobných vlastností jako při extenzivním ozeleňování střech.

- Porézní povrchy jako bezprostřední nosné médium pro rostliny; nejčastěji se používají keramické či kamenné desky (travertin) (Pejchal, 2011).

O živých stěnách je v dnešní době možné vyhledat dostatek literatury a informací, ale pro potřeby této práce bych se ráda zaměřila na stěny modulové a stěny souvislé.

Modulové živé stěny, jak už označení napovídá, tvoří samostatné pěstební kontejnery různě tvarované květníky a nádoby, které jsou samostatně připevněny na zeď, dřevěnou stěnu či jinou vertikálu do požadovaného tvaru. Mezi živé stěny tvořené z jednotlivých modulů lze zařadit i nové technologie. Kupříkladu praktický systém betonových tvarovek, který dokáže nejen zajistit stabilitu svahu, ale poslouží i jako okrasná či užitková zahrada. Betonové moduly je možné na sebe vrstvit do různých tvarů i ve volném prostoru (Obrázek 2).





Obrázek 2: Instalace "Symfonie květin" architekta Zdeňka Kupilka na náměstí v Olomouci z r. 2022, zdroj: foto Origami, Jaroslav Juřica

Na rozdíl od modulových stěn jsou souvislé stěny tvořeny, jak už název sám napovídá, souvislou vrstvou zeleně. Tento typ živé stěny sestává z geotextilie, která nahrazuje půdní substrát a je přikotvena k pevnému podkladu zpravidla sponkovačkou. Nemůže být přichycena přímo na fasádu, vzhledem k větru, hmotnosti rostlin a závlaze. Je potřeba podpůrná konstrukce, která musí být stabilní, pevná, voděodolná, netoxická a odolná proti plísním. Používá se zpravidla expandované PVC (polyvinylchlorid), které je lehké a na rozdíl od tvrdého plastu odolné proti prasknutí při sponkování (Hřebcová, 2020). Pro zelené stěny jsou využívány již vzrostlé sazenice. Předpěstované rostliny se vkládají do děr (5-10 cm) vyříznutých v geotextilii kde si vytvářejí svůj kořenový systém (Oldham a Karima, 2018). Velkým popularizátorem a inovátorem vertikálního pěstování rostlin formou souvislých živých stěn je již zmiňovaný botanik a vynálezce Vertikální zahrady (Múr Végétal – zelená stěna) Patrick Blanc. Příklady jeho práce najdeme po celém světě, ale ráda bych

zmínila méně gigantickou, ale neméně krásnou živou stěnu, kterou vytvořil v roce 2010 v Bratislavě (Obrázek 3).



Obrázek 3: J&T CAFÉ BANKA, BRATISLAVA, zdroj Patrick Blanc 2010.

### **3.5 Způsob pěstování rostlin ve vertikální zahradě**

V současné době je nejrozšířenějším lety praxe prověřeným způsobem pěstování rostlin ve vertikálních zahradách jejich zásobování kontinuální dodávkou vody ať už ke kořenovému systému či rozstříkáváním vody do prostoru (zamlžováním). Zálivka

bývá nasycena makroživinami pro podporu růstu či výnosu rostlin. Jedná se o kontrolovaný způsob pěstování rostlin. Jsou známy základní tři způsoby pěstování, a to pěstování rostlin přímo ve vodním roztoku (hydroponie), dále pak pěstování v živném roztoku (bioponie) či v neposlední řadě pěstování rostlin za pomoci organického hnojiva, které poskytují chované ryby (aquaponie).

### 3.5.1 Hydroponie

Hydroponie je způsob pěstování různých druhů rostlin ve vodním roztoku bez použití půdního substrátu. Jsou umístěny v hydroponických systémech tak, aby byly kořeny rostlin ponořeny do kapalných roztoků nasycených makroživinami. Díky hydroponickému řízenému způsobu pěstování lze zamezit výskytu škůdců, alergenů a plísní což při aplikaci inovativních technologií omezí nutnost přesazování rostlin, stejně tak uspoří vodu a hnojiva. Tímto způsobem se dají pěstovat nejen okrasné rostliny, ale i užitkové jako rajčata, okurky, papriky, listové saláty i bylinky. Voda je



médium, kterým rostliny přijímají minerály z půdního roztoku nebo živného roztoku, v případě hydroponie. Kořeny rostlin aktivně absorbují živiny z vody a transportují všechny chemické sloučeniny do a z buněk vodou (Resh, 2015).

České republice jsou s úspěchem hydroponicky pěstována třeba rajčata v zemědělském družstvu Haňovice skleníky (Obrázek 4). Tyto skleníky jsou postaveny v místě bioplynové stanice jako snaha o využití tehdy bezúčelně mařených přebytků tepelné energie. (BIOM, 3/2020)

Obrázek 4: Produkce hydroponicky pěstovaných rajčat, Foto ZD Haňovice, zdroj Časopis BIOM 3/2020

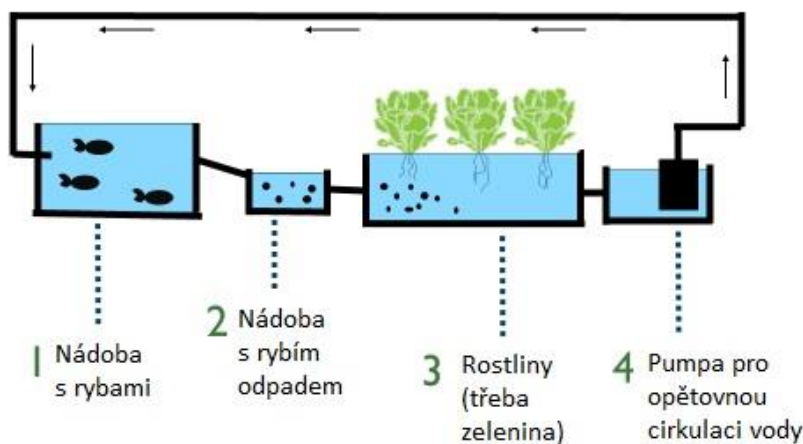
### 3.5.2 Bioponie

Na rozdíl od hydroponie je při bioponickém způsobu pěstování rostlin použit živný roztok tvořený rostlinou či živočišnou hmotou. V některých análech je uvedeno, že se jedná, o organický způsob pěstování rostlin, ale ve skutečnosti jde spíše o organo-minerální způsob. Minerály přijímané ve stopových množstvích rostlinami se skládají

z železa, chloru, manganu, bóru, zinku, mědi a molybdenu. Jsou klasifikovány jako mikroživiny (Resh, 1995).

### 3.5.3 Aquaponie

Jedná se o unikátní technologický systém spojující pěstování rostlin, především zeleniny bez použití substrátu s chovem ryb. Jedná se o symbiotický koloběh bezesporu inspirovaný přírodními pochody. Voda nasycená organickým hnojivem, které poskytují ryby je používána k hydrataci rostlin. Způsoby jsou různé. Rostliny mohou být pěstovány v nádobách či přepravekách umístěných na hladině



čisté vody, ve které jsou současně chovány ryby, nebo může být použit složitější systém filtrací a čerpadla pohaněný elektrickou energií, jako na Obrázku 5.

Obrázek 5: Znárodnění aquaponického systému, zdroj: *Rehabilitace.info* © 2023

Tato bakalářská práce je zaměřena na pěstování rostlin v přírodním univerzálním substrátu, který je vyrobený ze směsi kvalitních rašelin.

## 3.6 Přezimování rostlin

Aby byly některé nejen nepůvodní druhy rostlin schopné úspěšně překonat zimní měsíce v klimatu střední Evropy a pokračovat i v další dekádě svého života silné a zdravé, vyžadují některé jejich druhy specifický přístup a pomoc. Schopnost rostlin překonat různé teplotní rozdíly, je dalším neméně důležitým faktorem při výběru sadby do vertikální zahrady. Pro přezimování rostlin, které není možné přesunout do optimálního prostoru jako je uzavřená a dobře větraná chladná místnost s optimalizací denního světla, je ideálním řešením jejich překrytí či zabalení buď přírodním, či přírodě blízkým materiálem. Pokud jsou rostliny u země, přikryjí se ideálně přírodním materiálem, který rostlinu chrání, ale zároveň jí dokáže zajistit dostatečný přísun kyslíku. Z praxe používáme větve, kletí, ale můžou to být i části zaschlých ostříhaných rostlin (Vinš, 2016). V případě venkovních vertikálních zahrad, kdy rostliny nelze vymístit do komfortní zóny interiéru se jako jediná možnost jeví

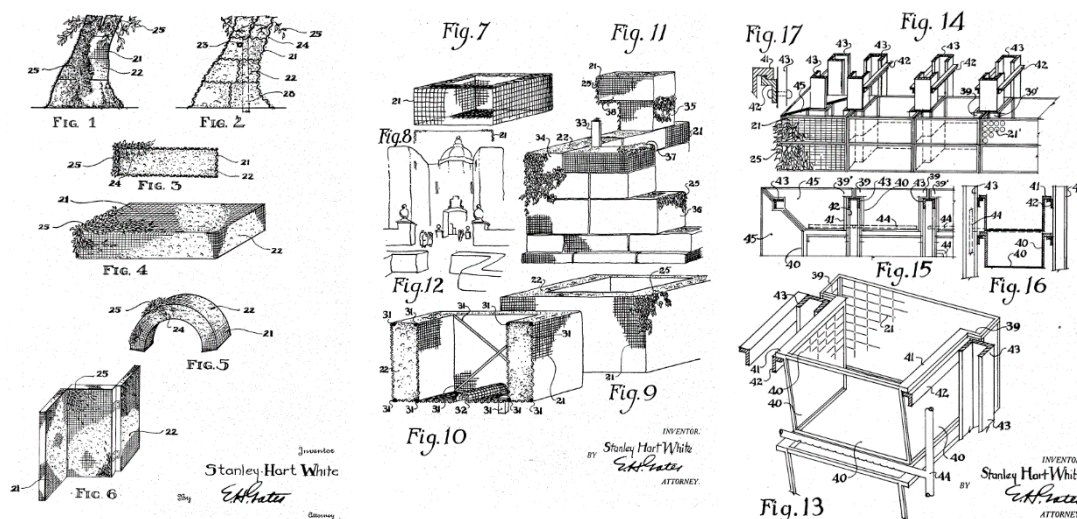
použití překryvného materiálu, který dokáže odolávat teplotním i povětrnostním podmínkám. Při našem pokusu jsme použili netkanou textílii.

### 3.7 Patentované vynálezy vertikálních zahrad

Domnívám se, že je vhodné se zmínit i o několika zajímavých a přínosných patentech, které umožnily efektivnější pěstování rostlin ve vertikálních systémech, pomohly vylepšit způsob pěstování, a především pravidelného a kontrolovaného zavlažování, hnojení a výživy.

#### 3.7.1 WHITE Stanley Hart – Vegetační architektonická struktura a systém

V roce 1938 byl patentován snad první náznak vertikální zahrady, jak ji známe dnes, později nazývaný jako „Botanické cihly“ (Obrázek 6), což by se dalo označit jako specifické stavební moduly uspořádané do různých výškových a prostorových úrovní jejichž viditelné a exponované povrchy mohou představovat trvale rostoucí vegetaci. Cílem bylo vytvořit takovou stavební jednotku, která může být zavlažitelná, přenosná, zaměnitelná a aby byla dostatečně pružná a deformovatelná do různých tvarů (White, 1938).

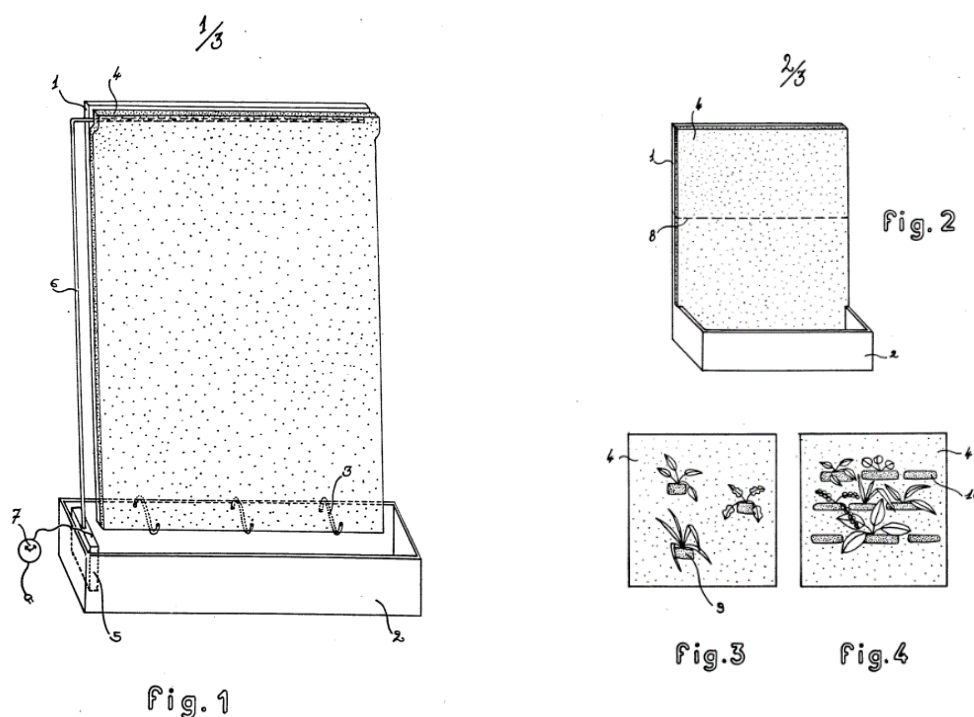


Obrázek 6: Znárodnění systému Botanických cihel, zdroj: Patent WSH 1938

#### 3.7.2 BLANC Patrick – Zařízení pro pěstování rostlin na svislé ploše

Jedná se o první patent vztážený ke způsobu uchycení vegetace do vertikální zahrady. Patric Blanc podal žádost o jeho schválení již 8.8.1988, ale k jeho uveřejnění došlo až 9.2.1990. Vynález popisuje zařízení, které umožňuje pěstování a údržbu

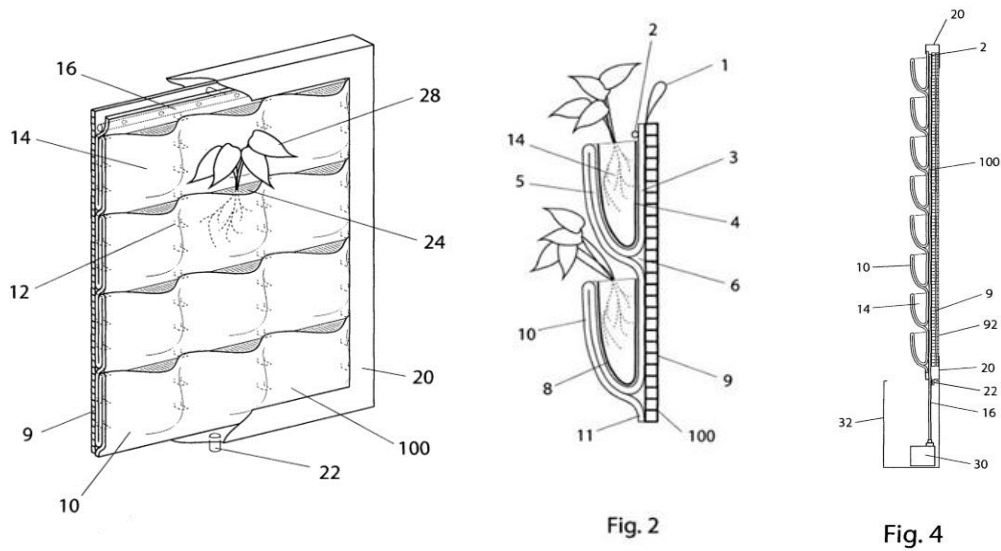
rostlin na svislém povrchu. Základem konstrukce jsou dva hlavní prvky, a to hnilobě odolný vertikální panel pokrytý syntetickou plstí a nádržka na vodu. Na této konstrukci jsou umístěny prvky, které umožňují fungování zařízení. Jsou to vodní čerpadlo, potrubí pro rozvod vody, programovatelný časovací mechanismus a případně systém vytvářející osvětlení a mlhu. (Blanc 1988). Patricku Blancovi se podařilo objevit takový typ vodotěsné plastové desky, která nerozpadla a rostliny dostatečně podepřela tak, aby si zachovaly svůj strukturální růst (Obrázek 7). Zařízení je určeno primárně pro nové sazenice a tento princip sestavování zahrad se používá dodnes.



Obrázek 7: Vertikální panel odolný proti hnilobě pokrytý syntetickou plstí. Č. 7 (vlevo dole) je volitelný systém osvětlení a mlžení s programovatelnými hodinami, zdroj: Patent PB 1988

### 3.7.3 BRIBACH Christopher James, ROSSOMANO Daniel – Vertikální zahradní panel

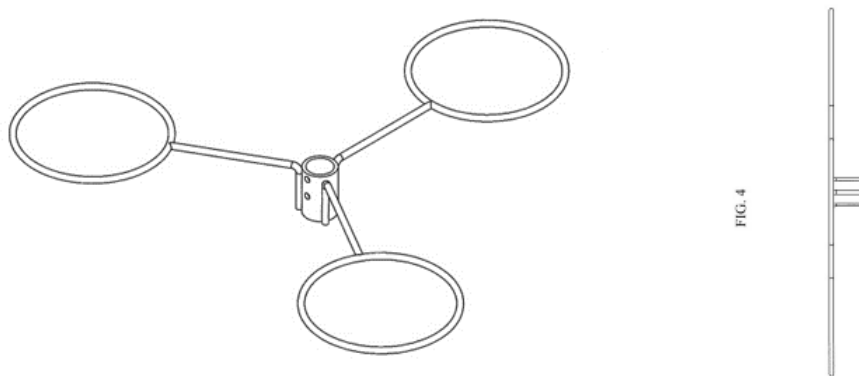
Vynález zahrnuje systém sázcích kapes na svislém povrchu směřovaných vzhůru. Celý systém je vyroben z tkaniny, která je uspořádaná do jednoho či více vrstevných nožových záhybů které jsou upevněny a drží médium pro růst rostlin. Mezi další aspekty vynálezu patří jednoduchý systém pro odstraňování selhávajících rostlin a jejich nahrazení zdravými rostlinami, které jsou již vloženy do růstového média v sáčku s kořenovou vložkou. Vynález dále zahrnuje zavlažovací systém.



Obrázek 8: Úhly pohledu na provedení vertikálně uspořádaného sázeního systému z tkaniny (plsti) v konfiguraci nožového záhybu, zdroj: patent CH.J.Bribach at al. 2011

### 3.7.4 MCGEHEE Thomas – Dekorativní držák na květníky

Jedná se o držák na květníky pro nádobové pěstování rostlin ve specifickém designu, který je možné umísťovat nad sebou na tyč a otočný, což usnadňuje pěstování rostlin i v rozích interiérů (Obrázek 9). Na tomto patentu jsem chtěla poukázat na skutečnost, že i jednoduché věci mají svou hodnotu a kouzlo.

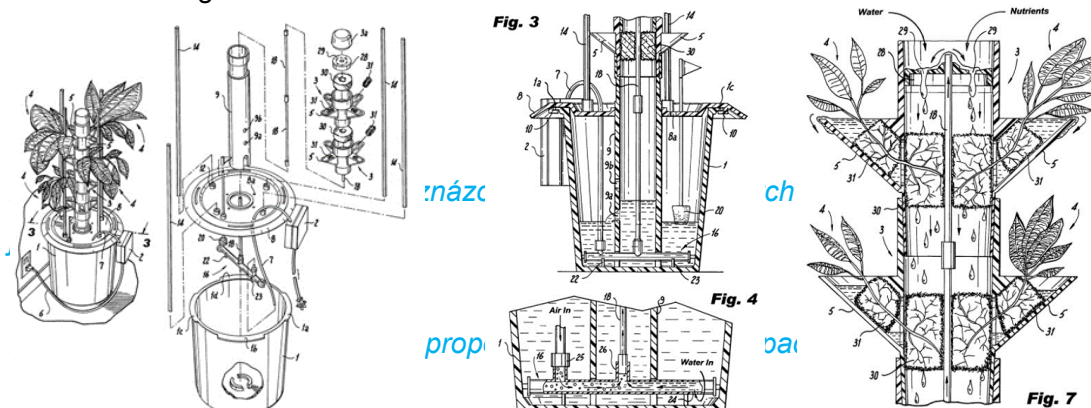


Obrázek 9: Dekorativní držák na květníky, zdroj: patent T. McGehee 2011

### 3.7.5 GOTTLIEB John a GOTTLIEB Wendy – Systém pěstování rostlin ve vertikále

Tento způsob pěstování rostlin ve vertikální poloze umožňuje systematické zavlažování především v interiérech a spadá do kategorie hydroponického zavlažování. Jedná se o nádrž, ve které je tekutina bohatá na živiny. Do nádrže je vložen modulární systém, který je napojen na kolmou trubici vedoucí středem, na které jsou umístěny jednotlivé kontejnery osázené rostlinami. Specifický způsob osazení a umístění rostlin (Obrázek 10) umožňuje kořenovému systému rostlin přímá přístup ke kapající závlaze se shora systému. Voda je z nádrže vedena vzhůru pomocí vzduchového čerpadla.

Systém potrubí a tlaku vzduchu tohoto vynálezu je schopen zvednout vzduch a živiny do výšky 15 palců nebo více, čímž se zvýší výška rostoucího květináče. (Gottlieb a Gottlieb, 2009). Tento způsob pěstování rostlin vyžaduje přístup ke zdroji elektrické energie.

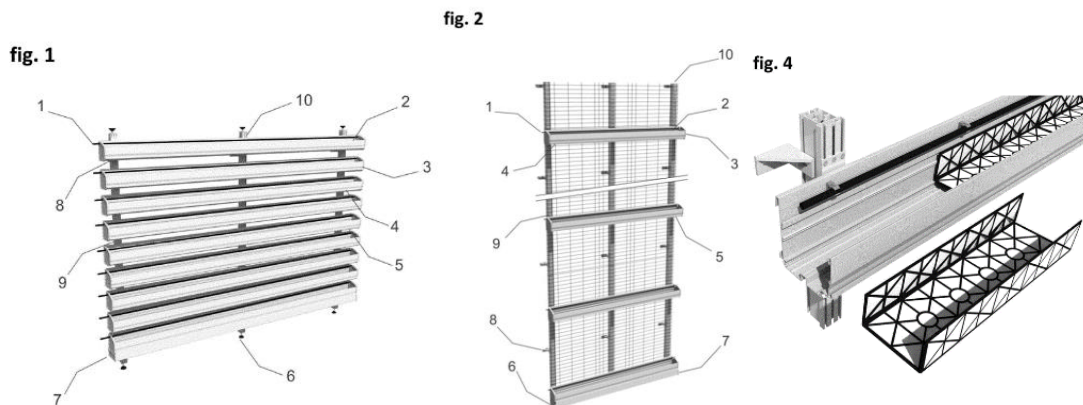


Obrázek 10: Pohled v řezu na horní část vertikální trubice se zasazenými rostlinami a způsob jejich růstu, zdroj: patent Gottlieb a Gottlieb 2009

### 3.7.6 FRIGERIO Alessandro– Modulární systém pro vertikální zahradu

Tento patent se týká již modulárních systémů založených na smontovaných květináčích ve tvaru dlouhých úzkých žlábků libovolné velikosti z extrudovaného hliníku lakovaného s epoxidovými prášky (Obrázek 11). Výhodou je, že v případě údržby je možné jednotlivé žlábků samostatně vyjmout. Tento systém se hodí pro vnitřní i venkovní fasády a je vybaven osvětlením i systémem zavlažování.



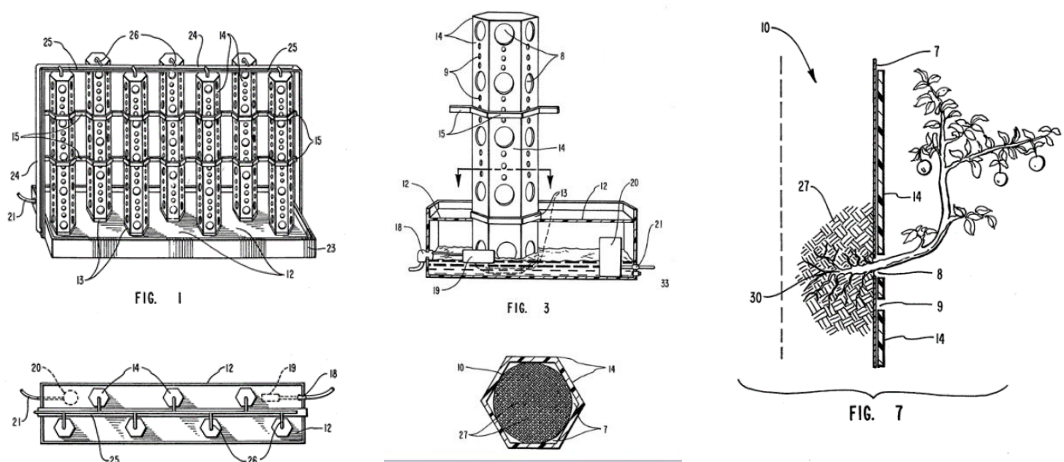


Obrázek 11: Soustava květináčů s integrovaným zavlažovacím systémem, zdroj: patent A. Frigerio 2020.

**3.7.7 DAVIS Kenneth. W.– Vertikální zahrady**

Skládá se z řady vertikálních, samostatných nádob pro pěstování rostlin nebo plodin, s pěstebními otvory umístěnými na vnější straně šestiúhelníkového tvaru, s dutým otvorem uprostřed obsahujícím organické růstové médium bez půdy (Obrázek 12). Rostoucí otvory jsou odděleny řadou provzdušňovacích otvorů. Rostliny nebo kořeny plodin se vkládají do růstových otvorů a ukládají se do organického růstového média. Zavlažovací systém směsi vody a živin protéká organickým růstovým materiálem a recykluje se. Růstové nádoby slouží k dodávání kontrolovaného vzduchu, vody, živin a minerálů a jako podpora pro vertikální růst sklizňových produktů. Jednotlivé růstové nádoby montované za sebou jsou ukotveny v uzavřeném společném základovém zásobníku, který je zdrojem do (Davis, 1994).

Tento způsob se je vhodný spíše do větší prostor s dosahem elektrického zdroje.



Obrázek 12: Čelní a horní pohled na hlavní provedení růstových nádob ukotvených ve společně uzavřené nádrže, zdroj: patent K. W. Davis 1994

### 3.8 Rostliny vhodné pro vertikální zahrady

Domnívám se, že je nesmírně důležité stanovit účel, k jakému má vertikální zahrada sloužit. Pokud má být pro potěchu oka či duše, pro zakrytí nevzhledných částí objektu, zajišťovat čištění vzduchu či vytvořit příjemné klima pro ty, kteří se v její blízkosti vyskytují, relaxují či provádějí fyzická cvičení, eventuelně zda má vertikála zajistit i jistý teplotní a klimatický komfort uvnitř i vně budovy a jejího blízkého okolí.

Pro vertikální zahrady lze použít mnoho druhů rostlin. Rozhodujícími faktory pro výběr správných rostlin budou zvolený typ vertikální zahrady, klimatické podmínky, ve kterých se bude rostlinám dařit, finální podoba, kterou má zahrady mít a světovou stranu, na kterou bude zeleň směřovat (Johnston a Newton, 2004). Rostliny mají rozdílné nároky na stanoviště i na své sousedy. Sousedící rostliny na sebe vzájemně působí.

### 3.9 Hnojiva

Ačkoliv v naší experimentální vertikální zahradě nepoužíváme žádná přidaná hnojiva, je jisté vhodné se o nich zmínit, jelikož jsou napříč ostatními tvůrci a uživateli zahrad hojně využívána pro rostlinou produkci a následný výnos.

Pro výživu rostlin jsou nejvýznamnější živiny, které se nacházejí v rozpustné formě v půdní vodě (roztoku), a ty, které jsou sorpčně vázány v pevné fázi půdy (výměnné na sorpčním komplexu, v chemických sloučeninách a organické hmotě) a mohou dostatečně rychle půdní roztok doplňovat (Kalina, 2005).

Rostliny ve vertikálních zahradách je nezbytné systematicky sledovat a dopřávat jim pravidelnou dávku makroživin pro jejich správný a zdravý růst. K tomuto účelu si užívají různé druhy hnojiv a směsí, které lze rozdělit do tří základních typů a to Biochar, v poslední době diskutovaná šedá voda a další množství směsí pro zlepšení růstu rostlin ať už aplikovaných přímo do půdy ke kořenům rostlin nebo na jejich listy. Je všeobecně známo, že hnojiva by měla obsahovat především tři základní prvky k prosperitě rostlin, a to dusík, draslík a fosfor a pak především hořčík, vápník a síru. Je užitečné, když obsahují i stopové prvky jako chlor, bor železo a zinek.

Pro vertikální zahrady není vždy vhodné používat statková (organická) hnojiva, kterými jsou hnůj, kompost, močůvka či hnojůvka. Vždy záleží na jejím umístění a funkci kterou plní a podle toho se musí hnojení přizpůsobit.

### 3.9.1 Biochar/Biouhel

Biouhel je dřevěné uhlí, celulózový materiál, který byl pyrolyzován – červený v prostředí s nízkým obsahem kyslíku, jako je pec, takže bylo spáleno všechno kromě uhlíku. Jako čisté dřevěné uhlí je tvrdé (v Japonsku z něj vyrábějí klávesy pro xylofony), černé a z velké části postrádá jakoukoli nutriční hodnotu. Významnější hodnotou pro naši nemocnou planetu je jedinečná kvalita biouhlu jako půdního kondicionéru. Biouhel je jako korálový útes v půdě. Pokud je přeměněn na hromadu živin (postačí jakýkoli kompost) a poté zpracován do země, okamžitě ji kolonizují půdní mikroby, podobně jako korálové útesy obývají všechny druhy mořského života (Bates. 2010).

### 3.9.2 Šedá voda

Dle české státní normy č. EN 12056-1 jsou za šedou vodu (grey water) považovány plaškové odpadní vody, které neobsahují fekálie a moč. Šedou vodu, především z koupelen, je možné po její úpravě využívat jako vodu provozní (tzv. bílou vodu) pro splachování záchodů, pisoárů a zalévání zahrad.

## 3.10 Benefity vertikálních zahrad

Vertikální zahrady mají nejen estetický rozměr blahodárný na lidskou psychiku a duševní pohodu, ale i nemalý efekt pro zdraví. Taková venkovní ale i vnitřní zelená stěna může fungovat i jako tepelná izolace budov, v pomáhá ochlazovat blízký prostor a zpříjemňovat klima v horkých měsících a v zimě může zastávat pomocnou funkci při tepelné izolaci budov. Tepelný výkon jako výhoda zelených fasád a obývacích stěn závisí na mnoha faktorech, z nichž některé zahrnují klima, typ pláště budovy a hustotu pokrytí rostlinami. Pečlivým začleněním stínění, izolace a vegetace může být teplo blokováno a vnitřní teploty sníženy o 10 °C (Haggag, 2010).

Dřívější experimenty měřící tepelné účinky popínavých rostlin na fasádách budov v létě prokázaly snížení teploty okolního vzduchu o méně než 1 °C (Susorova a kol., 2013). Toto tvrzení vychází ze souboru modelových experimentů, které sledovali vegetační tepelné vlastnosti fasády vzdělávací budovy v Chicagu, IL během léta.

Zpravidla je systém závlah přizpůsobený rostlinám tak, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám vody a do jisté míry funguje i jako zvuková izolace. Se zelenou fasádou si člověk připadá o krok blíže k přírodě i v zastavěném městě. Díky schopnosti rostlin vypouštět do okolního prostředí kyslík, a tím pádem i čistit vzduch, lze jejich

přirozených přírodních pochodů využít i pro zlepšení kvality ovzduší v místě vysazených rostlin.

Různé zdroje uvádějí, že ozeleněná stěna dokáže snížit okolní hluk či dokonce i snížit efekt městského tepelného ostrova (tj. oblast v zastavěné části města, kde je vyšší teplota než v jejím okolí). Tato problematika byla zkoumána i v rámci projektu Urban Heat Island (UHI), který byl zaměřen na urbanistická řešení na monitorování, modelování a stále častějších extrémně vysokých teplot tzv. tepelných ostrovů v sídelních aglomeracích následně zvýšeného znečištění ovzduší ve střední Evropě. Jak uvádí Ing. Mária Kazmuková z Institutu plánování a rozvoje hl. m. Prahy v rozhovoru pro českou televizi: „Výstavba zeleně, zelených střeš nebo popínavé zeleně na jižní fasádě budov pomáhá snižovat teplotu. Tím, že zeleň vytváří evapotranspiraci – vytváří pocit chládku – může tepelný ostrov výrazně snižovat“.

### **3.11 Nevýhody vertikálních zahrad**

Bezpochyby jednou z hlavních nevýhod jsou vysoké pořizovací (realizační) náklady a následně i neustálé provozní náklady na uskutečnění tohoto záměru. Záleží na velikosti, typu a sklonu povrchu, poté se stanoví způsob uchycení (umístění) rostlin, materiály, ze kterých budou tyto komponenty vyrobeny. Pořizovací cena substrátů, hnojiv a rostlin je též nezanedbatelná a následné provozní náklady na energie (elektřina, voda) a lidský faktor, který bude tyto systémy udržovat a kontrolovat jsou též trvalé. Vertikální zahrada vytvořená uměle není trvalá bezúdržbová záležitost. Časem je třeba sadbu obnovovat, kontrolovat zdravotní stav rostlin, odstraňovat škůdce a nežádoucí plísňe. Jedná se o časově a technologicky náročný provoz.

Vertikální zahrady nelze vytvořit na jakémkoliv místě. Záleží na celkové orientaci světových stran, přísunu světla, zeměpisné šířce obvyklých hydrometeorologických podmínkách v místě budoucí vertikály apod.

Celkově se dá konstatovat, že nelze jednoznačně zhodnotit, zda benefity převyšují nad nevýhodami, každopádně jde o pocitový a empirický počín.

## 4 Metodika

### 4.1 Charakter práce

Práce je experimentálního charakteru, jedná se o nádobový experiment, kdy je sledován růst rostlin v kontejnerech k tomu určených, umístěných v kontrolovaných podmínkách z boku venkovní zdi rodinného domu. Rostliny jsou vystaveny přirozenému dešti a dle potřeby v závislosti na klimatických podmínkách zavlažovány odstátou studniční vodou.

V závěru jsou posouzeny sledované parametry jako výška, počet listů, počet květů, eventuálně i počet plodů. Následně pak jsou zhodnoceny růstové charakteristiky vybraných druhů, jejich života schopnost s ohledem na stanoviště, vhodnost testovaných rostlin pro využití ve vertikální zahradě a jejich vitalita po vegetačním klidu.

### 4.2 Lokalita

Projekt je realizován v obci Hutě pod Třemšínem, přibližně 4 km západně od Rožmitálu pod Třemšínem v okrese Příbram. Obec zasahuje částí svého území do jižní oblasti CHKO Brdy (Obrázek 13).



Obrázek 13: Lokalita vertikály (<https://www.arcgis.com> upravila autorka 2023).

Testovací vertikální zahrada je umístěna na vnější dřevěné stěně na budově staré chalupy jejíž existence je datována z konce 19. století orientovaná na východ

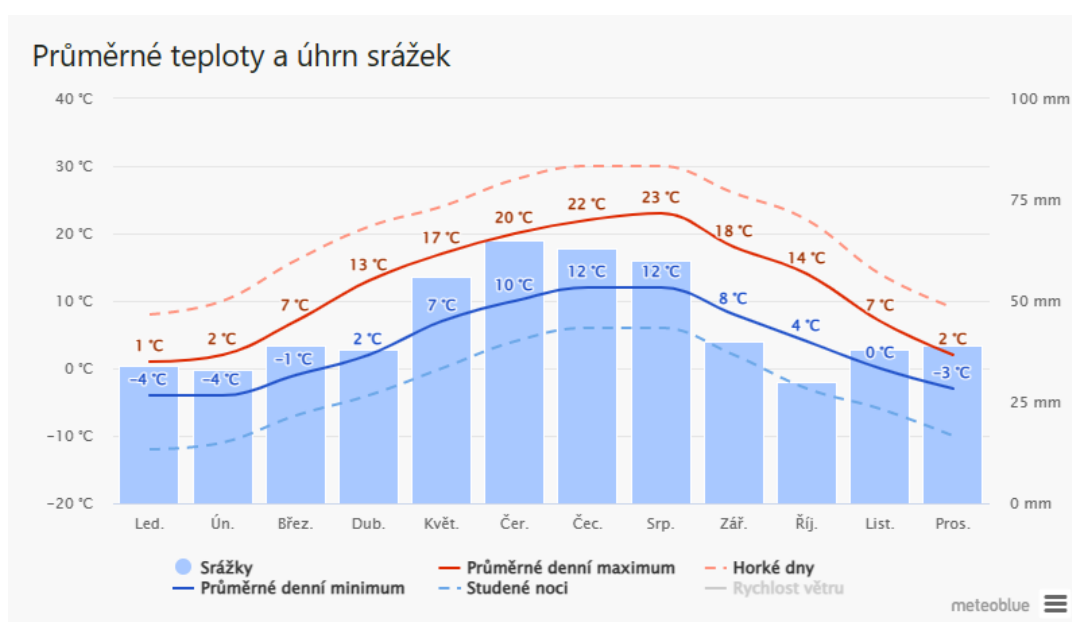
ve výšce 575 m. n. m. z boku rodinného domu na jihovýchodní straně, v závětrí a v polostínu. Přímé slunce na toto stanoviště svítí přibližně třetinu dne. Z obrázku je patrné, že se jedná o stanoviště v těsné blízkosti lesů.

### 4.3 Podnebí

Území leží v mírném podnebném pásmu, střídají se zde čtyři roční období ale s ohledem na nadmořskou výšku a místní terén je zde průměrná roční teplota o 5 °C nižší než na většině území ČR.

Podnební poměry středních Čech jsou závislé na nadmořské výšce a terénu. Kraj patří do mírně teplé oblasti. Nejchladnější místa paradoxně nenajdeme na vrcholech kopců, ale na jejich zalesněných severních svazích a ve stinných potoky chlazených údolích. Proto jsou Brdy místem horské přírody uprostřed Čech. Nejtepleji je v dolním Povltaví, nejchladněji je v Brdech. Nejvyšší srážky: Ondřejov, nejnižší: Velké Přítočno (AOPK, 2023).

Na následujícím grafu (Obrázek 14) jsou zobrazeny průměrné teploty vzduchu (°C) a úhrn srážek (mm) v období od ledna do prosince roku 2022 v Rožmitále pod Třemšínem, který je vzdálen od místa mé testovací zahrady přibližně 4 km. Relevantní data pro Hutě pod Třemšínem, jsem nedohledala, ale vzhledem k tomu, že Rožmitál pod Třemšínem leží v nadmořské výšce 524 metrů nad mořem, dají se tato relevantní data demonstrativně použít pro naše sledování a následná měření.



Obrázek 14: Průměrné teploty a úhrn srážek v Rožmitále pod Třemšínem od 1.1.2022 do 31.12.2022, zdroj: Meteoblue © 2006–2023

## 4.4 Charakteristika použité konstrukce

Vertikální zahrada je situována v závětrné části starého domu s dřevěným obložením, na kterém jsou vytvořeny police z dřevěných prken zaklíněné či samořeznými šrouby přichycené mezi dva trámy, které zde zůstaly z předchozí konstrukce a na dvou místech podepřené běžně dostupnými držáky na odolávajících venkovním vlivům počasí, aby nedošlo k jejich prohnutí. Tyto držáky mají vysokou nosnost, jelikož jsou určeny pro umístění cyklistických kol do výšky na zeď.

Je třeba zmínit, že na tyto rostliny nepůsobily nečekané teplotní výkyvy způsobené rozpálenou zdí, jelikož policová konstrukce byla připevněna na dřevěné zdi, nikoliv na rozpálené betonové stěně, skleněné či kovové konstrukci, jelikož se jedná o boční zeď chalupy tvořenou dřevěnými trámy pobitých prkny. V minulosti byla natřena pouze základním nátěrem proti škůdcům, ale „impregnace“ již neplní žádnou funkci. Historický nátěr netvoří pro naši práci žádnou překážku ani omezení. S ohledem na umístění testované vertikální zahrady lze předpokládat, že tato práce má jiné vstupní parametry na rozdíl od rostlin, které jsou vysázeny přímo na betonovou, cihlovou či kovovou stěnu z čehož vyplývá, že zeď nebyla v letních měsících rozpálena na tolik, aby ubližovala vysázeným rostlinám.

Květníky byly v konstrukci nakloněny tak, aby rostliny absorbovaly denní světlo svou co největší nadzemní částí a stejně tak byly vystaveny větru, dešti, kroupám a jiným vlivům počasí.

## 4.5 Charakteristika použitých pěstebních kontejnerů

Pěstební kontejnery byly vybrány z černého tvrzeného plastu, pro každou rostlinu jeden samostatný, tedy celkem 25 kusů. Jedná se o květníky čtvercového půdorysu vysoké 13 cm, jejichž horní část má rozměr 13×13 cm a postupně se zužuje ke spodní části, která má rozměry 10×10 cm. Ve dně nádob jsou otvory pro neregulovaný odtok vody.

## 4.6 Charakteristika použitého substrát

Jedná se o přírodní univerzální substrát vyrobený ze směsi kvalitních rašelin přechodového, slatinného a vrchovištního typu, přírodní jílové složky a organických hnojiv. Substrát neobsahuje minerální (průmyslová) hnojiva. Půdní reakce je upravena jemně mletým dolomitickým vápencem. Výrobce uvádí, že struktura substrátu a další fyzikální vlastnosti zajišťují dobrý přístup vzduchu, což příznivě

ovlivňuje zakořeňování rostlin a rozvoj kořenového systému. Kýženou předností je dobrá jímavost zásobní vody, což je u nádobového experimentu žádoucí a příznivá záhřevnost i při nižších teplotách okolního vzduchu což opět vyhovuje místnímu klimatu podbrdské nížiny. Obsah jílovitých částic zvyšuje poutání živin a omezuje možnost jejich ztrát vyplavováním. Obsažená rašelina omezuje rozvoj kořenových chorob. Výrobce dále uvádí, že substrát obsahuje potřebné množství základních i stopových živin. Na dno každé nádoby byl nasypán Keramzit. Jedná se o expandované jílové granuláty s hladkou povrchovou úpravou, jehož uplatnění je především při hydroponickém pěstování rostlin, což je praktické i v případě tohoto experimentu, jelikož pomáhá zadržovat vodu u kořenového systému rostlin. Velikost frakce je 8-16 mm.

#### 4.7 Výběr a stručná charakteristika rostlin

Rostliny byly vybírány s ohledem na jejich vlastnosti a schopnosti přežití v proměnlivém podnebí podbrdské oblasti v nadmořské výšce přibližně 591 m n. m. s průměrnými ročními teplotami přibližně o 5 °C nižšími, než je dlouhodobý průměr v ČR. Mým cílem bylo vyzkoušet, které z rostlin se bude dařit ve vertikální poloze nejlépe. Některé z nich pěstujeme běžně v záhonu vytvořeném v zemi, či na skalce,



Obrázek 15: Každý jeden zástupce rostlin ze sledovaných vzorků vysazených do vertikální zahrady



kde má ovšem kořenový systém rostlin možnost načerpat makroživiny z půdy a deště. Ale jak jsem již uvedla, substrát rostlin ve zkušební vertikální zahradě nebyl nijak obohacován a rostliny si musely poradit s tím, co získali na začátku od pěstitele a ze substrátu, do kterého byly zasazeny. Každá vybraná rostlina byla řádně vizuálně zkontrolována, zda je silná, zdravá a není napadena škůdci (Obrázek 15). Všechny rostliny byly vitální bez známek poškození či napadení. Substrát, ve kterém byly umístěny byl dostatečně zvlhčený a nevyskytovali se na něm žádné známky plísně.

#### **4.7.1 Kostřava stříbrná/sivá (*Festuca glauca* „Uchte“ P9)**

Kostřavy patří mezi velice komplikované rody. S více než 570 druhů je *Festuca* nejbohatším rodem trav, jen v Evropě jich roste téměř 200 druhů, mnohé z nich jsou si velice podobné a postrádají „user friendly“ determinační znaky. Reliktní druh skal a skalních stepí, typicky v oblastech se strmým reliéfem, velmi vzácně i na píscích. Vyskytuje se v místech, kde i v minulosti bylo alespoň částečně primární bezlesí. Osidluje zásadité i kyselé horniny, na vápenci vystupuje až do nadmořské výšky 1500 m n. m. Kvete od konce dubna do června (Prančl, 2011; Atlas online, 2023b).

#### **4.7.2 Trávnička přímořská (*Armeria maritima* „Dusseldorfer“)**

Tato rostlina se rozšířila z pobřeží severozápadní Evropy, kde roste na kamenitých a písčitých půdách. Trávnička přímořská je stálezelená rostlina odolná proti mrazu. Připomíná travu – odtud její jméno. Nádherně kvete od května do června růžovými květy. Listy jsou úzce kopinaté. Rostlina je asi 30 cm vysoká (Atlas online, 2023a). Patří do kategorie trvalek. Roste jak na slunci, tak ve vlhku a vybrala jsem si ji pro její schopnost odolávat mrazu. Má ráda různé druhy půd (písčité, kyselé, hlinité i kamenité). Roste na skalách a útesech, také na písčinách, na zasolených půdách, často v dosahu mořského příboje, halofyt. Druhotně roste i podél silnic, proniká také do okolí lidských sídel. Kvete od května do září. Pěstuje se velmi často v našich zahradách, je to populární a poměrně nenáročná skalnička. V kultuře se objevuje řada kultivarů, které se odlišují především velikostí a barvou květů (Hoskovec, 2007).

#### **4.7.3 Jahodník obecný/měsíční/lesní (*Fragaria vesca* „Rujana“ K9)**

Jahodník jinak též nazývaný lesní jahoda je víceletá rostlina z čeledi Růžovité. Ve Francii byl vysazován již ve 14. století a od těch dob bylo vypěstováno mnoho kulturních odrůd. Přirozeným stanovištěm jahodníku obecného jsou polo stinná místa na mírně vlhkých, humózních půdách. Daří se jim dobře i pod dřevinami, zatímco plody na plně osluněných místech rychle zasychají. Jahodník vytváří přizemní růžice,

složené z trojčetných zubatých listů. Obsahují mnoho éterických olejů, hořčiny a flavony. Měsíční jahody kvetou a plodí až do podzimu, doba zrání je v červnu a červenci (Rausch, Lotz, 2004).

#### **4.7.4 Plamenka šídlolistá (*Phlox subulata* „Purple beauty“ P9)**

Jedná se o trvalku, která se daří na slunci i v polostínu, v suchu i vlhku a má ráda propustné půdy. Plamenka šídlolistá je velmi rozšířená a vděčná, rozrůstá se do šířky a často vytváří velké, v dubnu až červnu bohatě kvetoucí koberce. Bylo vyšlechtěno mnoho kultivarů s velkými květy různých barev (Atlas online, 2023d). Roste na kamenitých a skalnatých svazích, na písčínách, ale také na stanovištích dotčených lidskou činností, v okolí lidských sídel. Vytrvalá bylina, trsnatá, s lodyhou poléhavou až vystoupavou, 5–15 cm dlouhou, od báze větvenou, olistěnou, jemně chlupatou až olysalou. Kvete od května do srpna. Ve střední Evropě se vysazuje v zahradách jako okrasná trvalka, pěstuje se především jako skalnička, objevuje se však také v záhonech a na hrobech. V kultuře najdeme plamenku šídlovitou v řadě kultivarů, které se odlišují především barvou květů (Hoskovec, 2021).

#### **4.7.5 Mateřídouška úzkolistá (*Thymus serpyllum*)**

Mateřídoušky jsou trvalky, které mají rády slunce, sucho a chudé propustné půdy. Mateřídoušky jsou vytrvalé byliny s poléhavými, hustě olistěnými lodyhami, některé dřevnatější. Listy mají křížmostojné, celokrajné, žláznatě tečkované, vonné. Pyskaté květy vyrůstají v úžlabí horních listů a zpravidla skládají hustá koncová květenství. Základní barvou květů je fialově růžová, kultivary jsou barevně odlišné. Kvete od května do září. Plod je tvrdka (Atlas online, 2023c). Psamofyt boreokontinentálního charakteru, roste na písčínách, vátých písčích, na okrajích borových lesů, na písčítých půdách, na pískovcových skalách a v opuštěných pískovnách. Vyhledává minerálně chudé písčité půdy, slabě kyselé až neutrální, zpravidla nehumózní, v planárním až suprakolinním stupni. Kvete od července do září (Podešva, 2009).

### **4.8 Sazení rostlin**

Experiment probíhal v období od dubna 2022 do března 2023 na soukromém pozemku. Rostliny byly vysázeny 30. dubna 2022 do samostatných pěstebních kontejnerů a sázeny následujícím způsobem. Do spodní části všech nádob byl umístěn keramzit (keramické kamenivo) pro zajištění vhodného odvodňování

kořenového systému a pak byly rostliny sázeny do přírodního univerzálního substrátu. Rostliny nebyly vypěstovány od semene, nýbrž pořízeny již vzrostlé sazenice (předpěstovaná sadba).

## 4.9 Způsob rozmístění rostlin

Zkušební vertikální zahrada je vytvořena dne 30.4.2022. Jednotlivé testovací vzorky rostlin jsou vysázeny do samostatných nádob s přírodním univerzálním substrátem smíchaným s keramzitem pro odlehčení a rozmístěny ve shodných rozestupech pro jejich lepší manipulaci při měření a v mírném náklonu pro shodný přísun slunečního záření. S ohledem na nadmořskou výšku a datum, kdy došlo k vysazení a umístění rostlin (30. 4. 2022) a stále v této oblasti ještě nepřešli tzv. „tři zmrzlí muži“, jsme pro zajištění přežití maximálního počtu vysazených vzorků použili k jejich překrytí netkanou textilií (Obrázek 16) která byla po odeznění ranních mrazivých teplot odhrnuta do stran. Nebyla zcela odstraněna pro případné další použití. Vzhledem k tomu, že jsou porovnávány rostliny i mezi sebou, byly na policové



Obrázek 16: Netkaná textilie k překrytí vertikální zahrady

konstrukci rozmístěny ve formě tzn. modulové živé stěny.

Tento typ umístění rostlin v samostatných nádobách jsem si vybrala především proto, abych s nimi mohla lépe manipulovat při následném sběru a analýze dat. Dalším faktorem je sledování růstu v nádobě v případě, kdy má každá rostlina kolem sebe dostatek prostoru k růstu a možnému vytvoření dalších výhonů, aniž by ji omezovala sousední rostoucí rostlina. Dalším motivem pro toto uspořádání byl záměr v porovnání fitness rostlin ve vztahu ke zvolenému stanovišti

a zda jsou patrné rozdíly i mezi jednotlivými rostlinami stejného druhu v závislosti na umístění v policovém systému. Způsob rozmístění rostlin je graficky znázorněn na

(Obrázek 17). Pro následnou lepší analýzu dat prostřednictvím tabulkového procesu a vytvoření grafů, byly jednotlivé rostliny očíslovány (Obrázek 18).



Obrázek 18: Vertikální zahrada v den založení, přímý a boční pohled, zdroj: autorka 2022

	A	číslo rostliny (pro účely evidence)	B	číslo rostliny (pro účely evidence)	C	číslo rostliny (pro účely evidence)	D	číslo rostliny (pro účely evidence)	E	číslo rostliny (pro účely evidence)
1	Trávnička přímošská ( <i>Armeria maritima</i> "Dusseldorf")	1	Mateřídouška úzkolistá ( <i>Thymus</i> <i>serpyllum</i> )	6	Jahodník obecný/měsíční ( <i>Fragaria vesca</i> "Rujana" K9)	11	Plamenka šidlovitá ( <i>Phlox subulata</i> "Purple beauty" P9)	16	Kostřava stříbrná ( <i>Festuca glauca</i> "Uchte" P9)	21
2	Kostřava stříbrná ( <i>Festuca glauca</i> "Uchte" P9)	22	Trávnička přímošská ( <i>Armeria maritima</i> "Dusseldorf")	2	Mateřídouška úzkolistá ( <i>Thymus</i> <i>serpyllum</i> )	7	Jahodník obecný/měsíční ( <i>Fragaria vesca</i> "Rujana" K9)	12	Plamenka šidlovitá ( <i>Phlox subulata</i> "Purple beauty" P9)	17
3	Plamenka šidlovitá ( <i>Phlox subulata</i> "Purple beauty" P9)	18	Kostřava stříbrná ( <i>Festuca glauca</i> "Uchte" P9)	23	Trávnička přímošská ( <i>Armeria maritima</i> "Dusseldorf")	3	Mateřídouška úzkolistá ( <i>Thymus</i> <i>serpyllum</i> )	8	Jahodník obecný/měsíční ( <i>Fragaria vesca</i> "Rujana" K9)	13
4	Jahodník obecný/měsíční ( <i>Fragaria vesca</i> "Rujana" K9)	14	Plamenka šidlovitá ( <i>Phlox subulata</i> "Purple beauty" P9)	19	Kostřava stříbrná ( <i>Festuca glauca</i> "Uchte" P9)	24	Trávnička přímošská ( <i>Armeria maritima</i> "Dusseldorf")	4	Mateřídouška úzkolistá ( <i>Thymus</i> <i>serpyllum</i> )	9
5	Mateřídouška úzkolistá ( <i>Thymus</i> <i>serpyllum</i> )	10	Jahodník obecný/měsíční ( <i>Fragaria vesca</i> "Rujana" K9)	15	Plamenka šidlovitá ( <i>Phlox subulata</i> "Purple beauty" P9)	20	Kostřava stříbrná ( <i>Festuca glauca</i> "Uchte" P9)	25	Trávnička přímošská ( <i>Armeria maritima</i> "Dusseldorf")	5

Obrázek 17: Grafické znázornění umístění rostlin ve vertikální zahradě

#### 4.10 Popis nádobového experimentu

Vzhledem k tomu, že se jedná nejen o sledování vhodnosti a odolnosti pěstovaných rostlin, ale především o experiment vytvořit modulární systém vertikální zahrady pro zakrytí nevzhledných částí objektu pro běžného zahradního nadšence bez zvláštního odborného vzdělání v dané oblasti, je tento nádobový experiment

plánován v krátkodobém horizontu jedenácti měsíců ve vegetačním období od dubna roku 2022 do března roku 2023, nicméně relevantní data pro následné hodnocení byla použita z měření v termínu duben – listopad. Nebyl kladen důraz na estetický vzhled, ale na příslušné stanoviště.

#### **4.11 Způsob zavlažování a hnojení**

Závlaha na rostliny ve vertikální zahradě byla používána dvojí. Buď byla využívána odstátá dešťová voda, která je v místě jímána do velkého plastového barelu, který je v případě zanesení nečistotami pravidelně čištěn, a tím pádem je minimalizována možnost zánosu plísní či nežádoucích bakterií k rostlinám, nebo v případě suchého období bez dostatečných srážek, byly rostliny zavlažovány odstátou vodou z místní studny, která je běžně užívána pro chod domácnosti jako užitková a její kvalita je pravidelně ověřována v akreditované laboratoři. Rostliny byly zavlažovány nepravidelnou zálivkou, která byla vždy uzpůsobena aktuálnímu počasí a jejich vegetačnímu stavu. Při vegetačním růstu byly rostliny zalévány 1x denně, vždy v podvečer, když na ně nemířily sluneční paprsky, aby nedošlo k jejich spálení a to tak, že do každé nádoby s rostlinou byla voda nalévána do té chvíle, dokud nezačala vytékat dírami na dně kontejneru. Na konci podzimu, a především v zimních měsících byla zálivka aplikována velmi sporadicky, ba skoro vůbec. Rostliny přešly do fáze vegetačního klidu, jejich životní funkce se zpomalily a s ohledem na aktuální chladné klima, vydatné srážky i vysokou vzdušnou vlhkost v místě zahrady, nebyla zálivka potřeba.

Jedná se o extenzivní experimentální zahradu bez použití hnojiv či jiných speciálních přísad do zeminy. Rostliny nejsou záměrně hnojeny, jelikož součástí experimentu je ověření, zda je nezbytné rostliny ve vertikální zahradě speciálně obhospodařovat, či zda je možné docílit jejich životaschopnosti a růstu bez použití jakýchkoliv hnojiv či obohacených příměsí substrátu.

## 4.12 Sběr a analýza dat

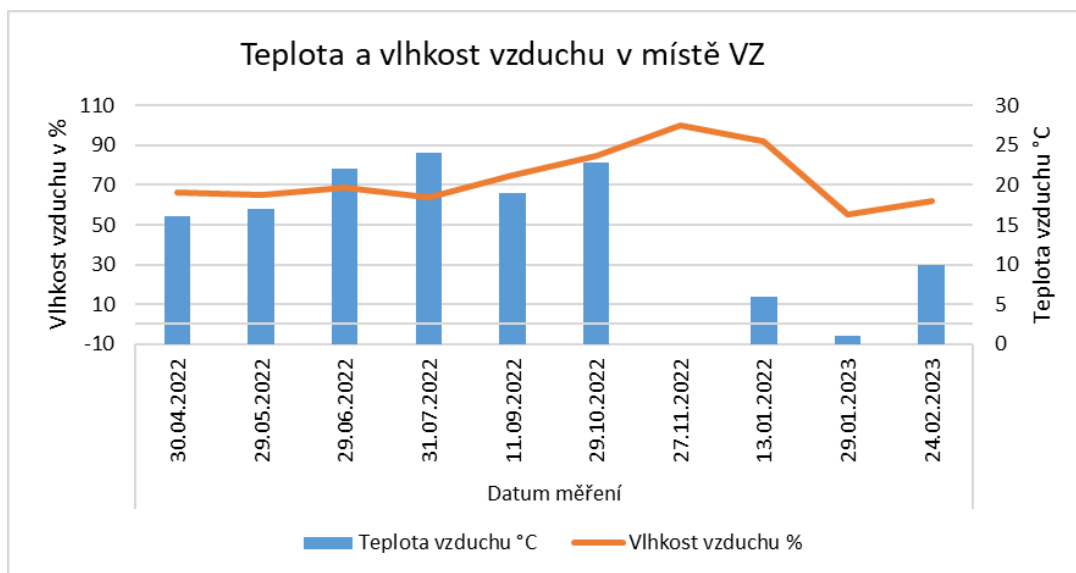
Jak bylo uvedeno výše, rostliny byly pořízeny již ve fázi vzrostlých sazenic. Každá sazenice byla obnažena, byl odstraněn její kořenový bal. Nejlépe se v této fázi pracovalo s jahodníkem obecným a nejhůře se odstraňoval bal z kostřavy stříbrné



Obrázek 19: Názorná ukázka způsobu prvotního měření a vážení rostlin

a trávníčky přímořské. Rostliny byly zváženy na kuchyňské váze (Obrázek 19), změřena jejich výška, resp. délka listů či stvolů nadzemní části, spočítány listy, eventuelně i květy, vše je řádně zapsáno v tabulkách z jednotlivých měření.

Při měření jsem používala běžně dostupné pásmo v metrické soustavě. Jednotlivá měření probíhala od zasazení přibližně jednou měsíčně. Při měření jsem každou rostlinu sundala z police, prohlédla, zda není napadena škůdci a vizuálně zkontrolovala jejich celkový stav. Poté proběhlo měření nadzemní části rostliny a následný zápis výsledků měření do samostatných tabulek, které jsou přílohou této práce. V průběhu měření jsem sledovala i celkový stav počasí dle dostupných meteorologických záznamů z místa experimentu, a to teplotu vzduchu a jeho vlhkost. Data jsem shrnula do grafu (Obrázek 23).



Obrázek 20: Graf měření teploty a vlhkosti vzduchu v místě experimentu v období 30.4.2022-24.2.2023

Z grafu měření teploty a vlhkosti vzduchu v místě vertikální zahrady je zřejmé, že v tomto období nedocházelo k žádným extrémním výkyvům teplot a vlhkost vzduchu se i v letních měsících pohybovala kolem 70 %, což je pro růst rostlin příznivé.

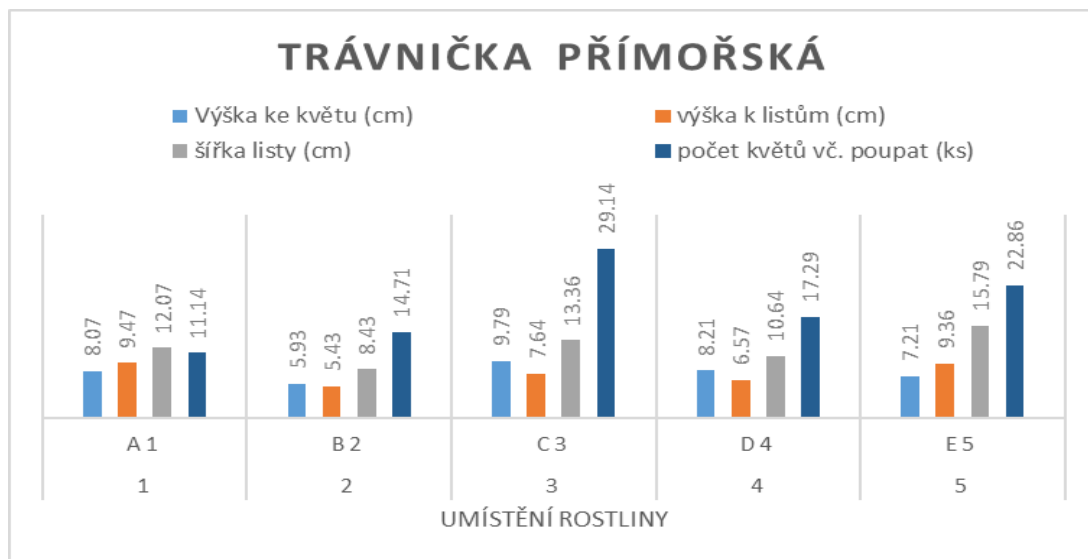
## 5 Výsledky

Z výsledků mého experimentu, tedy zhodnotit životaschopnost vybraných druhů rostlin a jejich růstové charakteristiky v extenzivní vertikální zahradě umístěné v policovém systému bez hnojení, s nepravidelnou zálivkou v prostředí s průměrnými teplotami o několik stupňů nižšími, než bývá průměr v ČR vyplývá, že každá z rostlin více či méně prosperovala. Některé vykazují známky zdárného překonání zimního období, některé se jeví jako uschlé. Vzhledem k faktu, že experiment byl ukončen v březnu, kdy rostlinám končí vegetační klid, nejsem schopna prokázat, která z rostlin přežila zimu, ale dle stavu kořenového systému se tento fakt dá odhadnout.

V průběhu celého experimentu proběhlo celkem 10 měření ale já jsem se při vyhodnocování výsledků zaměřila především na období od výsadby do vegetačního klidu, tedy od dubna do listopadu téhož roku. Tabulky jednotlivých měření jsou přiloženy v Příloze č. 1. Pro grafické znázornění hodnot růstu, počtu listů či květů, ev. výnosu (počet plodů u jahodníku) jednotlivých druhů sledovaných rostlin ve vertikále byly vytvořeny grafy průměrných měřených hodnot za sledované období.

Z těchto grafů vyplývá následující. Trávnička přímořská (Obrázek 21) splnila očekávání. Dle obecných informací, se jedná o rostlinu stálezelenou a mrazu odolnou, která prosperuje v různých druzích půd a roste na skalách a útesech. Od přesazení byly všechny rostliny vitální a života schopné. Jejich zbarvení se výrazně

neměnilo a prosperovaly i v průběhu různých teplotních výkyvů, které ovšem ve sledovaném období nebyli nijak markantní (Obrázek 20). Nejlépe kvetla rostlina č. 3 na stanovišti C3, která je umístěna přímo uprostřed a nejméně květů měla rostlina č. 1 v místě vertikály A1. Jedná se o krajní rostlinu a dá se předpokládat, že



Obrázek 21: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu travníčky přímořské za celé období

s ohledem na umístění v zahradě je v místě, které není zcela v zástřešku a je vystavena bočním poryvům větru. Jako nejzdatnější zástupce travníčky přímořské se jeví rostlina č. 5 umístěna vpravo dole v místě E5.

Mateřídouška úzkolistá si od začátku sadby držela svůj přiměřený tvar i velikost a rostla rovnoměrně do všech stran. Po celou dobu měření si držela přiměřenou šířku i výšku (Obrázek 22). Nejširší byla rostlina č. 10 v místě nejspodnější police A5, zato nejvíce výhonů měla rostliny č. 6 v místě B1 což je nejvyšší police. Ke konci vegetačního období každá rostlina zavadla a seschla v určitém tvaru a zůstala tak po celou zimu.



Obrázek 22: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu mateřídoušky úzkolisté za celé období

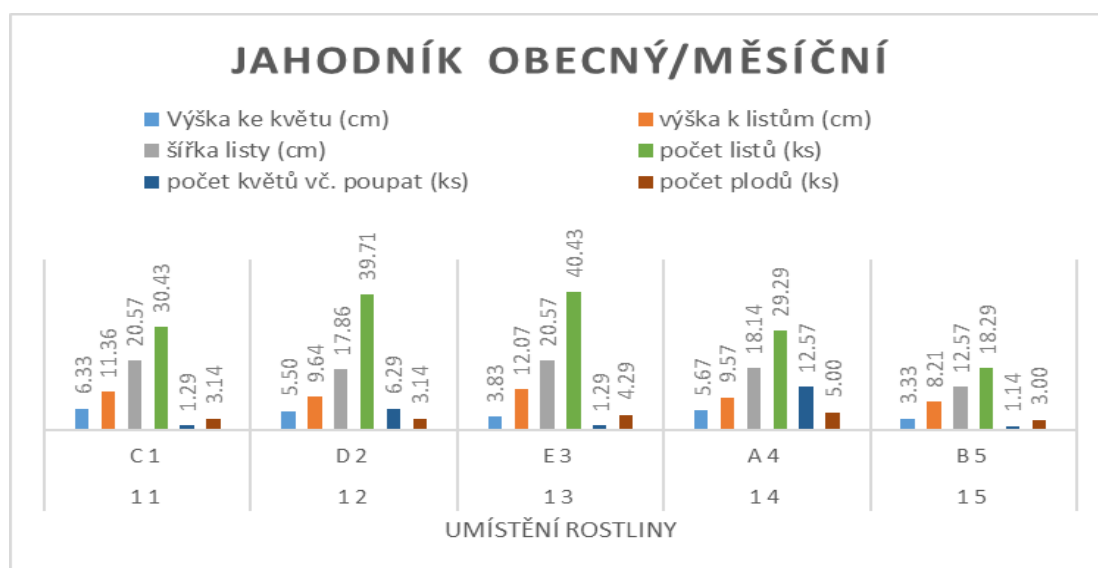


Jediným vyčnívajícím vzorkem mezi všemi byl vzorek č. 8 umístěn na pozici D3 (Obrázek 23). Při měření dne 29.6.2022 je znatelné, že část vlevo roste ve směru ven, tedy se stálým přísunem denního světla. Stonky jsou silnější s množstvím květů a rostlina působí vitálnějším dojmem, kdežto pravá část rostliny, jejíž výhony rostly ve směru dovnitř, ke zdi domu jsou slabší, světlejší barvy s méně hustým porostem květů.



Obrázek 24: mateřídouška úzkolistá č. 8, pozice D3, při měření dne 29.6.2022

Průměrné hodnoty měření jahodníku obecného jsou konstantní. Všechny rostliny byly přiměřeně stejné vysoké i široké s průměrně shodným výnosem



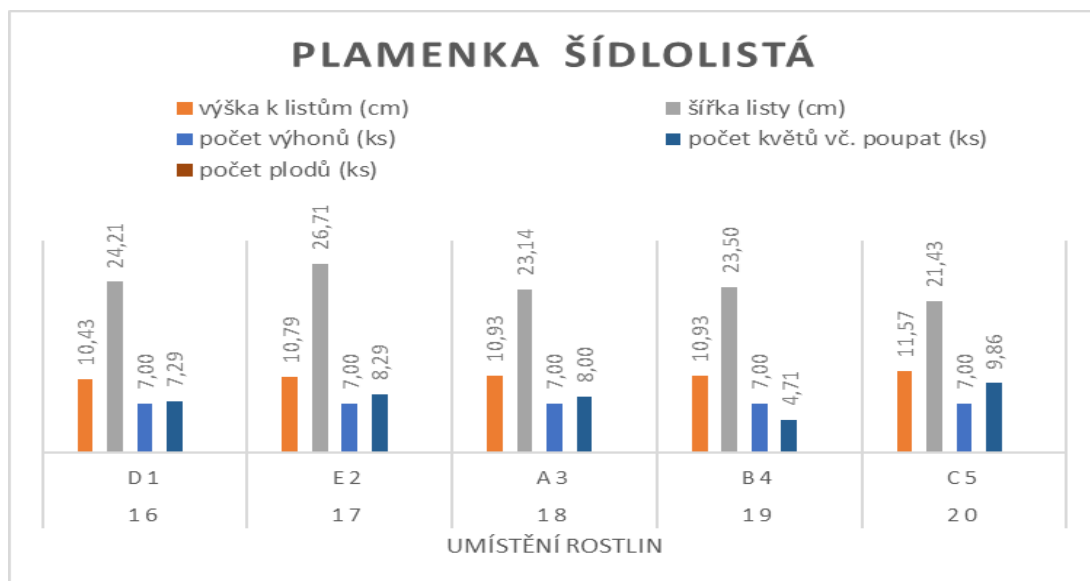
Obrázek 23: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu jahodníku obecného/měsíčního za celé období

plodů. Nejvyšší výnos měl jahodník č. 14 v sektoru A4 při květnovém měření (29. května 2022) s počtem 30 ks jahod nejméně jahodník č. 15 v sektoru B5 s počtem 10 ks. Největší rozdíly byly v počtu listů a v počtu květů. Z grafu vyplývají zajímavé údaje v tomto měření, a to, že počet květů neodpovídá počtu sklizených plodů. Při měření dne 29.6.2022 došlo k tomu, že Jahodník obecný/měsíční umístěný pod č. 13 (E3) viditelně zcela uschl, ale v rámci projektu jsem jej nechala v pěstební nádobě kvůli další analýze a po přibližně měsíci, tzn. při následujícím měření rostlin, které proběhlo dne 11.9.2022 z něj vyrašily nové listy (Obrázek 26). Z této zkušenosti, pro mě plyne ponaučení, že i zdánlivě odumřelým rostlinám, dáváme prostor a šanci



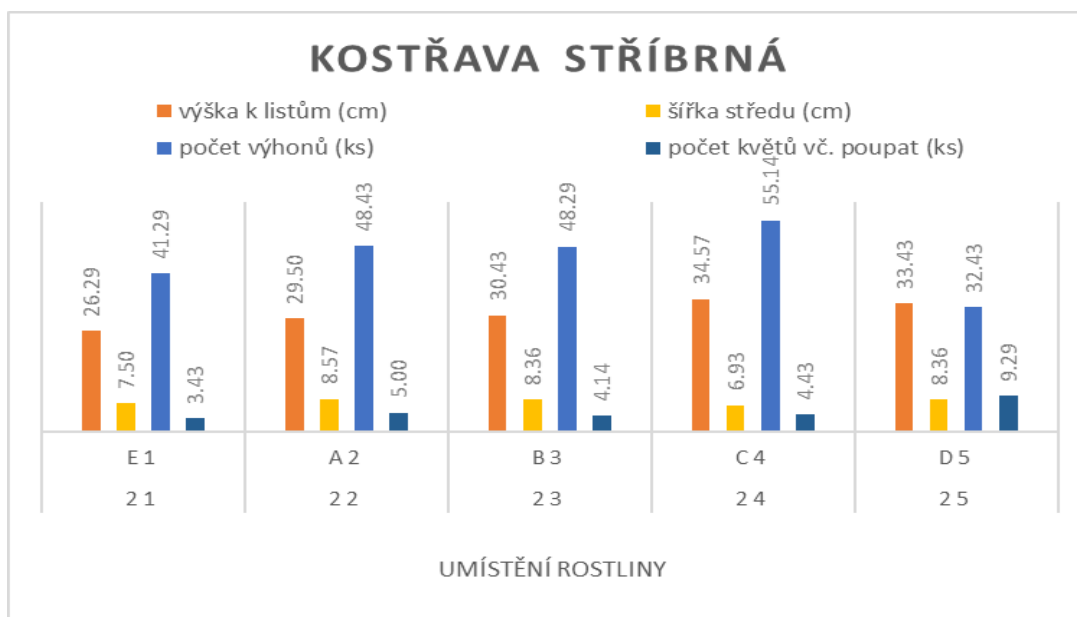
Obrázek 25: Vlevo zdánlivě suchý jahodník a vpravo nové výhony téhož vzorku č. 13 (E3)

pro další život.



Obrázek 26: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu plamenky šídlolisté za celé období

Plamenka šídlořistá splnila očekávání. Dobře rostla bez výrazných výkyvů, všechny vzorky kvetly poměrně stejně a zachovávaly si shodný tvar, barvu listů i květů a stejně tak i shodnou výšku i šířku.



Obrázek 27: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu kostřavy stříbrné za celé období

Kostřava stříbrná/sivá stejně jako plamenka šídlořistá splnila očekávání. Všechny vzorky rostly poměrně stejně bez větších výkyvů (Obrázek 27). Nejvíce květů měla rostlina v umístění D5 pod číslem 25 a nejvíce výhonů rostlina pod č. 24



Obrázek 28: Nový výhon Kostřavy stříbrné/sivé, vzorek č. 24, umístěný na pozici C4

umístěna v sektoru C4.

Při měření rostlin dne 31.7.2022 jsem objevila u kostřavy stříbrné umístěné pod č. 24 (C4) nový výhon (Obrázek 28).

## 6 Diskuse

Bakalářská práce je zaměřena na posouzení především životaschopnosti rostlin ve shodných přiměřeně kontrolovaných podmínkách bez přihnojování či zvláštního přístupu. Na rostliny působily všechny meteorologické jevy a vlivy počasí včetně nekontrolovaných aktuálních venkovních teplot. Přiměřeně kontrolovanými podmínkami se rozumí kupříkladu to, že v případě shozu květníku větrem, byla rostlina umístěna zpět na své původní místo a zpětným nasypáním téže zeminy. Experiment nebyl zaměřen na výnos či užitek, ale na přirozenou schopnost přežití jednotlivých vzorků rostlin.

Hlavním kritériem výběru všech testovaných druhů rostlin byla jejich deklarovaná schopnost odolávat mrazu, jelikož extenzivní experimentální zahrada je umístěna v podbrdské nížině, kde se průměrné roční teploty pohybují v letních měsících nad 30 °C a v zimních měsících méně než -5 °C. (Meteoblue, 2023). Dalším kritériem bylo testování víceletých rostlin a trvalek. Z těchto úhlů pohledu se jako jedna z ideálních rostlin jevila kostřava stříbrná, která si dokáže zachovat pěkný vzhled i v zimním období. Vizuální stránku zahrady zajišťovaly kvetoucí rostliny, a to trávnička přímořská a plamenka šídlolistá. Mateřídouška byla zástupcem aromatické byliny, která dokáže do vertikály nalákat opylovače a drobný hmyz a výnos plodů zajistil jahodník obecný.

Nezbytným faktorem pro růst rostlin je stálý přísun světla. Stejně jako Bc. Libor Sedlecký ve své diplomové práci při hodnocení růstových parametrů rostlin při svých pokusech prokázal změnu úhlu stonku rostlin, které se po 80 minutách expozice vždy klonily za světlem (Sedlecký, 2013), tak i při našem experimentu bylo prokázáno, že části rostlin, jejichž výhony směřovaly ke zdi, tzn. do stinné části vertikály byly vizuálně slabší, světlejší barvy a méně olistěné, na rozdíl od těch částí, které rostly za světlem k venkovní části vertikály. Tyto rozdíly jsou nejlépe patrné u mateřídoušky úzkolisté (Obrázek 23).

Pokládám si otázku, zda je možné, aby déšť a nepravidelná zálivka z různých zdrojů (dešťovka, studniční voda) stačily k výživě a dostatečné zálivce rostlin pro jejich adekvátní růst a prosperitu. Testování vybraných rostlin ve stanoveném termínu (duben–listopad) prokázalo, že je to možné. Předmětem experimentu není laboratorní práce, a proto nestanovím měřitelné hodnoty vitálního zdraví rostlin, ale z empirického hlediska a následně i z výsledků měření vyplývá, že všechny rostliny více či méně prosperovaly, kvetly, plodily, zvětšovaly svůj objem, rašily jim nové výhony.

Použití květníků v tomto experimentu bez spodní misky mělo prokázat, zda použitý substrát vykazuje výrobcem uváděné zádržné vlastnosti (viz odstavec č. 4.6). Rostliny byly manuálně zalévány do doby, než tekutina začala pozvolna vytékat ven, aby substrát dostatečně absorboval tekutiny. Díky tomuto postupu, nevykazoval kořenový systém rostlin žádnou hnilobu. Na druhou stranu bylo nezbytné hlídat vysychání substrátu, aby nedošlo k uhynutí celé rostliny, což vyžadovalo pravidelné sledování meteorologické situace. Tedy zvolený substrát s keramzitem více či méně tuto funkci splnil. Problém vysychajícího substrátu by mohlo vyřešit vysazení rostlin do samo zavlažovacích nádob, ale je to velmi diskutabilní. Kateřina Landová ve své bakalářské práci prokázala uhnívání rostlin *Festuca ovina* a *Festuca glauca* v důsledku jejich přemokření při pěstování v samozavlažovacích systémech vertikálních zahrad ve venkovních podmínkách (Landová, 2020). Tento systém je vhodný jen pro některé druhy rostlin.

Průměrné teploty na sledovaném stanovišti v měřeném období byly velmi stabilní, s pozvolnými přestupy mezi ročními obdobími bez zvláštních teplotních skoků, kromě rozdílu mezi měsícem září a říjnem, kdy došlo mezi jednotlivými měřeními k razantnímu poklesu teploty vzduchu z 23 °C na 0 °C (Obrázek 20). Tento experiment pokračoval i v zimních měsících až do jara a bude zajímavé sledovat, jak a které rostliny přežily a pokračují ve svém růstu.

V průběhu experimentu nedošlo k napadení rostlin škůdci či plísněmi, kromě okusu od malých hlodavců (blíže nespecifikován druh) a oklování drobným ptactvem (v případě jahody). Kvetoucí rostliny k sobě přilákaly množství opylovačů, jasným důkazem jsou plody jahody. Před lety se začal profilovat jeden z oborů biologie na pomezí botaniky a zoologie, a to studium společenstev rostlin a jejich hmyzích opylovačů (Janovský, 2012). Promyšlený způsob cíleného pěstování vybraných druhů rostlin ve vertikále by mohl pomoci přilákat opylovače i do míst s nižším výskytem těchto živočišných druhů.

Sběr dat byl zajišťován pouze autorkou práce, tedy by se dalo předpokládat shodným způsobem. Vždy byly měřeny hodnoty nejdelšího stvolu či listu. V případě, že tento vlivem seschnutí, ulomení či jiných faktorů odpadl či uhynul, mohly měřené hodnoty vykazovat větší přírůstek či úbytek. V následujícím odstavci jsou porovnávány růstové charakteristiky rozdílů výšky a šířky rostlin a počtu květů mezi stanoveným prvním a posledním měřením.

Z výsledků měření rostlin vyplývá, že kostřavy sivé prosperovaly velmi obdobně jako při podobném experimentu, s testováním vlivu biocharu na růst rostlin vertikálních zahrad (Mašek, 2020). Autor uvádí, že v případě kostřavy (*Festuca ovina*), jejíž substrát byl obohacen o biochar byla průměrná výška měřených rostlin

16,26 cm a v případě inertního substrátu výška 27,95 cm. Průměrná výška kostřav v námi vytvořené experimentální zahradě činila 30,8 cm. Jediným rozdílným aspektem je fakt, že experiment pana Maška probíhal v zimních měsících v uzavřených kontrolovaných podmínkách areálu České zemědělské univerzity v Praze ve výzkumném skleníku Fakulty životního prostředí od září do března. Z těchto srovnání se dá konstatovat, že kostřava z našeho experimentu (jaro-podzim) prosperovala obdobně jako kostřava z citované práce (podzim-jaro) a byla v průměru o 2 cm vyšší.

Průměrná délka nadzemní části – trávničky přímořské činila 7,69 cm, květy 19 ks a šířka 12 cm. Na konci měření byly trávničky v průměru o 0,5 cm nižší než na začátku měření, což se dá předpokládat s ohledem na blížící se zimní měsíce, nicméně jejich šířka byla větší o 3,4 cm. Mateřídouška úzkolistá si od začátku sadby držela svůj přímo úměrný tvar i velikost. Jedná se o bylinku, u které se předpokládá průběžné odstraňování výhonů pro následně použití v gastronomii či kosmetice. Díky tomuto pravidelnému odstraňování výhonů vytvoří nové mladé výhony a roste dál. V našem experimentu výhony ani listy nebyly odstraňovány, a proto nelze jasně určit, zda by rostliny lépe prosperovaly i za těchto podmínek. U jahodníku byl mimo dalších měření sledován počet plodů. Dle Rausch a Lotz jahodníky kvetou a plodí až do podzimu a doba jeho zrání je v červnu a červenci (Rausch, Lotz, 2004). Při našem měření se toto tvrzení potvrdilo, jelikož poslední plody byly napočítány v zářijovém měření v průměrném počtu 2 ks na rostlinu. Plamenka přímořská nevykazovala žádné extrémní výkyvy. Všechny rostly i kvetly přiměřeně svému druhu.

Aktuálně není možné s ohledem na časový horizont experimentu prokázat, v jakém rozsahu rostliny přežily zimní měsíce. Jelikož experiment pokračuje dál budu se těmito otázkami pravděpodobně zabírat v navazující diplomové práci.

## 7 Závěr a přínos práce

Z výsledků práce vyplývá, že nejlépe ve vertikální zahradě prosperovala kostřava stříbrná a ostatní rostliny přiměřeně svým růstovým vlastnostem a potvrdila se mi domněnka, že v takto malém prostoru vertikálního uzpůsobení květníků není prokázán vliv umístění květníku na růst rostlin. Stále záleží na světle, extenzivních vlivech a zálivce. Záměrně nezmiňuji obohacování roztoku či substrátu o různé typy hnojiv, jelikož rostliny nebyly hnojeny, a přesto všechny více či méně prosperovaly.

Vertikální způsob pěstování široké škály plodin a rostlin má nezastupitelnou úlohu v budoucnosti. S rostoucí populací a omezeným prostorem zemského povrchu, je to jistě jedna z cest, jak nasycit lidstvo na omezeném prostoru. Dalším sledovaným trendem v rámci prvků modrozelené infrastruktury, které jsou již povinně zahrnuty do většiny stavebních projektů a úprav především ve velkých městech, je způsob řešení městského tepelného ostrova a s tím může být aplikace vertikální zeleně velmi nápomocná.

Myslím si, že ve vertikálních zahradách je velký inspirující potenciál. S ohledem na vysoké pořizovací náklady a současné trendy je jistě výzvou tyto náklady snižovat a umožnit tak čerpání benefitů z vertikální zeleně širší škále obyvatel. Možným řešením by mohlo být propracované nastavení dotačních titulů. Správně zpracovaný projekt na vytvoření tohoto druhu dotací ze státního rozpočtu nebo evropských fondů by mohl odstartovat velký boom v této oblasti.

Při celkovém zhodnocení růstových faktorů sledovaných rostlin a nově získaných zkušeností jsem došla k závěru, že proces jednoho vegetačního období rostliny (buť víceleté rostliny či trvalky) nemá jasně vypovídající hodnotu pro jednoznačného stanovení její vhodnosti pro pěstování ve vertikální zahradě. Práce mě naučila systematicky a cíleně pracovat se zdroji a měřenými daty.

## 8 Přehled literatury a použitých zdrojů

### 8.1 Literatura

Bates A. K., 2010: *The Biochar Solution: Carbon Farming and Climate Change*, New Society Publishers. ProQuest Ebook Central, Canada, 225 s. eISBN: 978-1-55092-459-6.

Dunnett N., Kingsbury N., 2004: *Planting green roofs and living walls*. Timber Press, Portland, 254 s. ISBN 0-8819-2640.

Johnston J., Newton J., 2004: *Building Green “A guide to using plants on roofs, walls and pavements”*. Greater London Authority, London, 124 s. ISBN: 1-85261-637-7.

Kalina M., 2005: *Hnojení v zahradě. Česká zahrada – Svazek 69*. Grada Publishing a.s., Praha, 114 s. ISBN 802471275.

Köhler M., 2008: *Green facades—a view back and some visions*. *Urban Ecosystems*, 2008. Springer Science + Business Media, LLC 2008, 11(4). 423–436 s. DOI: 10.1007/s11252-008-0063-x.

Lundholm J. T., 2006: *Green roofs and facades: a habitat template approach*. *Urban habitats*, Halifax, 4(1), 87-101 s. ISSN 1541-7115.

Manso M. and Castro-Gomes J., 2015: *Green wall systems: A review of their characteristics*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41. Elsevier, Amsterdam, 863–871 s. DOI: 10.1016/j.rser.2014.07.203.

Pejchal M., 2011: *Rostliny pro „vertikální zahrady“ ve venkovním prostoru. A zelené fasády: jednodenní odborný seminář. Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu*, Praha, 6 s. + CD-ROM.

Rausch A., Lotz B., 2004: *Lexikon bylinek*. REBO Productions, Čestlice, 302 s. ISBN 80-7234-374-2.

Resh H. M., 1995: *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook Of Soilless Food Growing Methods*. Woodbridge. Press Pub. Co, Santa Barbara, 536 s. ISBN 0880072121.

Resh H. M., 2015: *Hydroponics for the home grower*. CRC Press, Florida, 352 s.

Thomas J. J., Geropanta V., Karagianni A., Panchenko V., Vasant P. [eds.] 2022: *Smart Cities and Machine Learning in Urban Health*. IGI Global, Pennsylvania, 269 s. ISBN13: 9781799871767, DOI: 10.4018/978-1-7998-7176-7.



## 8.2 Legislativní materiály – zákon, vyhláška, norma

ČSN EN 12056-1 (756760): Vnitřní kanalizace – Gravitační systémy – část 1: Všeobecné a funkční požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha, 2014. 52 s.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

## 8.3 Časopisy, periodika, články

Dajčl J., Moravec. A., 2020: Rozhovor s oceněným podnikem ZD Haňovice. BIOM, č. 3. s. 6-8. [cit. 2023.03.01]. ISSN 1801-2655.

Janovský Z., 2012: Vztahy rostlin a opylovačů na louce aneb nejen botanici určují Rostliny. Živa, č. 4. s. 210 [cit. 2023.03.20].

Kaltenbach K., 2008: Lebende Wände, vertikale Gärten – vom Blumentopf zur grünen Systemfassade / Living Walls, Vertical Gardens – from the Flower Pot to the Planted System Facade. Detail, München, n. 12, P. 1454-1466. [cit. 2023.01.02].

Köhler M., 2010: Lebende Wände – Dekoration versus Klimatisierung. Garten und Landschaft n. 9, s. 34-37. [cit. 2023.03.02].

Šarapatka B., Bednář M., Kuras T., Mazalová M., Tuf I. H., 2018: Posílení biologické rozmanitosti a ochrany půdy v zemědělské krajině s využitím konceptu konektivity. Životní prostředí, č. 52, 4, s. 221-227. [cit. 2023-01-05].

Weinmaster M., 2010: Are green walls as “green” as they look? An introduction to the various technologies and ecological benefits of green walls. Journal of greenbuilding, n. 4, s. 3-18. [cit. 2023-02-03]. ISSN: 1552-6100, eISSN.

## 8.4 Elektronické zdroje

Atlas rostlin, ©2023a: Atlas rostlin (online) [cit. 2023.02.05], dostupné z <<https://www.atlasrostlin.cz/kvetiny/travnicka-primorska>>.

Atlas rostlin, ©2023b: Atlas rostlin (online) [cit. 2023.02.05], dostupné z <<https://www.atlasrostlin.cz/bambusy-travy/kostrava-siva>>.

Atlas rostlin, ©2023c: Atlas rostlin (online) [cit. 2023.02.05], dostupné z <<https://www.atlasrostlin.cz/kvetiny/materidouska-uzkolista>>.

Atlas rostlin, ©2023d: Atlas rostlin (online) [cit. 2023.02.05], dostupné z <<https://www.atlasrostlin.cz/kvetiny/plamenka-sidlolista>>.

Česká televize © Česká televize 1996–2021 (online) [cit. 2023.03.02], dostupné z <<https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1028598-prazsky-tepelny-ostrov-v-centru-je-o-2-stupne-tepleji-muze-byt-hur>>.

Dalley, S., 1993 Ancient Mesopotamian Gardens and the Identification of the Hanging Gardens of Babylon Resolved (online) [cit. 2023.02.02], dostupné z <<https://www.jstor.org/stable/1587050>>. DOI:10.2307/1587050.

Gurley, T. W., 2020 Aeroponics: Growing Vertical (1st ed.) (online) [cit. 2022.11.25], dostupné z <<https://doi.org/10.1201/9780367810078>>.

Haggag, M. A., 2010 The Use of Green Walls in Sustainable Urban Context: With Reference to Dubai, UAE. WIT Trans. Ecol. Environ (online) [cit. 2023.02.12], dostupné z <<https://www.witpress.com/Secure/elibrary/papers/ARC10/ARC10022FU1.pdf>>.

Hamilton, R., 2009 Agriculture's Sustainable Future: Breeding Better Crops. (online) [cit. 2022.30.11] dostupné z <<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=agricultures-sustainable-future>>.

Hoskovec, L., 2007: *Armeria Maritima* (Mill.) Willd /Trávnička přímořská / Trávnička přímorská (online) [cit. 2023.02.05], dostupné z <<https://botany.cz/cs/armeria-maritima/>>.

Hoskovec, L., 2021: *Phlox Subulata* L. / Plamenka šídlovitá (online) [cit. 2023.02.05], dostupné z <<https://botany.cz/cs/phlox-subulata/>>.

Jebavý, M., 2012: Zahradní města – teorie zahradního města, příklady založení zahradních měst na počátku 20. století, vliv na současné zakládání městských čtvrtí (online) [cit. 2023.02.04], dostupné z <[https://home.czu.cz/storage/425/54383\\_Zahradn%C3%AD%20m%C4%9Bsta\\_p%C5%99%C3%ADsp%C4%9Bvek%20do%20katalogu%20konference%20v%20Luha%C4%8Dovic%C3%ADch%202012.pdf](https://home.czu.cz/storage/425/54383_Zahradn%C3%AD%20m%C4%9Bsta_p%C5%99%C3%ADsp%C4%9Bvek%20do%20katalogu%20konference%20v%20Luha%C4%8Dovic%C3%ADch%202012.pdf)>.

METEOBLUE, ©2006–2023: Meteoblue, weather close to you. ISO 9001:2015 certificate (online) [cit. 2023.02.04], dostupné z <[https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/ro%c5%bemit%c3%a1l-pod-t%c5%99em%c5%a1%c3%adnem\\_%c4%8cesko\\_3066659](https://www.meteoblue.com/cs/po%C4%8Das%C3%AD/historyclimate/climatemodelled/ro%c5%bemit%c3%a1l-pod-t%c5%99em%c5%a1%c3%adnem_%c4%8cesko_3066659)>.

Newton, J., Gedge, D., Early, P., Wilson, S., 2007: Building Greener: Guidance on the use of green roofs, green walls and complementary features on buildings (online) [cit. 2023.02.15.], dostupné z <[https://www.ciria.org/CIRIA/CIRIA/Item\\_Detail.aspx?iProductCode=C644&Category=BOOK](https://www.ciria.org/CIRIA/CIRIA/Item_Detail.aspx?iProductCode=C644&Category=BOOK)>.

OAPK ČR, ©2023: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (online) [cit. 2023.01.20], dostupné z <<https://brdy.nature.cz/charakteristika-oblasti>>.

Oldham, C. & Karima, A., 2018 Performance of green walls in Mediterranean climates: A literature review (online) [cit. 2023.02.02], dostupné z <[https://www.researchgate.net/profile/Azrina-Karima/publication/341927653\\_Performance\\_of\\_green\\_walls\\_in\\_Mediterranean\\_climates\\_A\\_literature\\_review/links/5ed9bdaf45851529453703db/Performance-of-green-walls-in-Mediterranean-climates-A-literature-review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Azrina-Karima/publication/341927653_Performance_of_green_walls_in_Mediterranean_climates_A_literature_review/links/5ed9bdaf45851529453703db/Performance-of-green-walls-in-Mediterranean-climates-A-literature-review.pdf)>.

Podešva, Z., 2009: Thymus Serpyllum L. / Mateřídouška úzkolistá / Dúška materina (online) [cit. 2023.02.10], dostupné z <<https://botany.cz/cs/thymus-serpyllum/>>.

Prančl, J., 2011: Festuca Pallens Host /Kostřava sivá / Kostřava tvrdá (online) [cit. 2023.02.10], dostupné z <<https://botany.cz/cs/festuca-pallens/>>.

Susorova, I., Angulo, M., Bahrami, P., Stephens, B., 2013: A Model of Vegetated Exterior Facades for Evaluation of Wall Thermal Performance. Build. Environ (online) [cit. 2023.02.12.], dostupné z <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132313001388>>.

Vinš, M., 2016: Jak zazimovat zahradu (online) [cit. 2023.02.10], dostupné z <<https://www.ceskenapady.cz/jak-zazimovat-zahradu-cnp-1039-9034.html>>.

Yeh, Y. P., 2012 Green Wall – The Creative Solution in Response to the Urban Heat Island Effect (online) [cit. 2022.11.25], dostupné z <[https://www.nodai.ac.jp/cip/iss/english/9th\\_iss/fullpaper/3-1-4nchuyupengyeh.pdf](https://www.nodai.ac.jp/cip/iss/english/9th_iss/fullpaper/3-1-4nchuyupengyeh.pdf)>.

## 8.5 Diplomové a bakalářské práce

Hřebcová, S., 2020: Zavlažované zelené stěny a zelené Fasády a jejich přínos pro Modro-zelenou infrastrukturu. České vysoké učení technické, Stavební fakulta v Praze, Praha. 50 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČVUT v Praze.

Landová, K., 2020: Možnosti pěstování vybraných taxonů rostlin v samozavlažovacích kaskádových vertikálních zahradách ve venkovních podmínkách. Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Praha. 116 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Mašek, P., 2020: Vliv biocharu na růst rostlin vertikálních zahrad. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Praha. 63 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Melnyk, J., 2020: Testování vhodnosti rostlin pro vertikální zahrady. Česká zemědělská univerzita, Fakulta životního prostředí, Sušany. 55 s. (bakalářská práce). „nepublikováno“. Dep. SIC ČZU v Praze.

Pfoser, N., 2016: Fassade und Pflanze. Potenziale einer neuen Fassadengestaltung. Technische universität Darmstadt, Fachbereich architektur, Darmstadt. 367 s. (Dizertační práce). „nepublikováno“. Dep. SIC TU Darmstadt.

Sedlecký, L., 2013: Fotomorfogeneze: vliv světla na procesy vývoje rostlin ve výuce biologie na školách. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta v Praze, Praha. 147 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. SIC UK v Praze.

## 8.6 Patenty

BLANC, P. Dispositif pour la culture sans sol des plantes sur une surface verticale. FR2634971A1. 09.02.1990.

BRIBACH, CH. J. et al. Vertical garden panel. US 2011/0059518 A1. 10.03.2011.

DAVIS, K. W. Vertical gardens. US 5363594 A. 15.11.1994

FRIGERIO, A. Modular system for vertical garden. EP 3 970 475 A1 19.09.2020

GOTTLIEB, J., GOTTLIEB, W. Vertical garden. US 7,516,574 B2. 14.04.2009

MCGEHEE, T. The ornamental design for a vertical garden as shown described. US D845,661 S. 16.04.2019

WHITE, S. H. Vegetation bearing architectonic structure and systems. US 2,113,523. 05.04.1938

## 9 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

### 9.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Předsazená zelená fasáda. Zahradní laboratoř botanické zahrady Univerzity Vilnius, Litva, foto: Norbert Tukaj 2017.....	6
Obrázek 2: Instalace "Symfonie květin" architekta Zdeňka Kupilíka na náměstí v Olomouci z r. 2022, zdroj: foto Origami, Jaroslav Juřica.....	8
Obrázek 3: J&T CAFÉ BANKA, BRATISLAVA, zdroj Patrick Blanc 2010.....	9
Obrázek 4: Produkce hydroponicky pěstovaných rajčat, Foto ZD Haňovice, zdroj Časopis BIOM 3/2020 .....	10
Obrázek 5: Znárodnění aquaponického systému, zdroj: Rehabilitace.info © 2023 ...	11
Obrázek 6: Znárodnění systému Botanických cihel, zdroj: Patent WSH 1938 .....	12

Obrázek 7: Vertikální panel odolný proti hnilobě pokrytý syntetickou plstí. Č. 7 (vlevo dole) je volitelný systém osvětlení a mlžení s programovatelnými hodinami, zdroj: Patent PB 1988 .....	13
Obrázek 8: Úhly pohledu na provedení vertikálně uspořádaného sázecího systému z tkaniny (plsti) v konfiguraci nožového záhybu, zdroj: patent CH.J.Bribach at al. 2011 .....	14
Obrázek 9: Dekorativní držák na květníky, zdroj: patent T. McGehee 2011 .....	14
Obrázek 10: Pohled v řezu na horní část vertikální trubice se zasazenými rostlinami a způsob jejich růstu, zdroj: patent Gottlieb a Gottlieb 2009 .....	15
Obrázek 11: Soustava květináčů s integrovaným zavlažovacím systémem, zdroj: patent A. Frigerio 2020 .....	16
Obrázek 12: Čelní a horní pohled na hlavní provedení růstových nádob ukotvených ve společné uzavřené nádržce, zdroj: patent K. W. Davis 1994 .....	16
Obrázek 13: Lokalita vertikály ( <a href="https://www.arcgis.com">https://www.arcgis.com</a> upravila autorka 2023. ....)	20
Obrázek 14: Průměrné teploty a úhrn srážek v Rožmitále pod Třemšínem od 1.1.2022 do 31.12.2022, zdroj: Meteoblue © 2006–2023 .....	21
Obrázek 15: Každý jeden zástupce rostlin ze sledovaných vzorků vysazených do vertikální zahrady .....	23
Obrázek 16: Netkaná textilie k překrytí vertikální zahrady .....	26
Obrázek 17: Grafické znázornění umístění rostlin ve vertikální zahradě .....	27
Obrázek 18: Vertikální zahrada v den založení, přímý a boční pohled, zdroj: autorka 2022 .....	27
Obrázek 19: Názorná ukázka způsobu prvotního měření a vážení rostlin .....	29
Obrázek 20: Graf měření teploty a vlhkosti vzduchu v místě experimentu v období 30.4.2022-24.2.2023 .....	30
Obrázek 21: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu trávničky přímořské za celé období .....	31
Obrázek 22: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu mateřídoušky úzkolisté za celé období .....	31
Obrázek 24: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu jahodníku obecného/měsíčního za celé období .....	32
Obrázek 23: mateřídouška úzkolistá č. 8, pozice D3, při měření dne 29.6.2022 .....	32
Obrázek 26: Vlevo zdánlivě suchý jahodník a vpravo nové výhony téhož vzorku č. 13 (E3) .....	33
Obrázek 25: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu plamenky šídlolisté za celé období .....	33

Obrázek 27: Graf průměrných měřených hodnot sledovaného růstu kostřavy stříbrné za celé období .....	34
Obrázek 28: Nový výhon Kostřavy stříbrné/sivé, vzorek č. 24, umístěný na pozici C4 .....	34

# Přílohy

## Příloha 1: Tabulky jednotlivých měření

Měření dne 30.4.2022						
Počasí: Jasnó - polojasno; 16°C, vítr 2 km/h (S); vlhkost vzduchu 66%						
měřené hodnoty jsou udávány v cm						
<b>Trávníčková přímoušková (Armeria maritima "Düsseldorfer")</b>	výška ke květu	výška zelených listů	šířka zelených listů	počet květů vč. poupat (ks)		
A1	11,5	7	8,5	12		
B2	7	4,5	5	12		
C3	9,5	6	9	33		
D4	7,5	5	6	12		
E5	10	7	9,5	34		
<b>Mateřidouska úzkolistá (Thymus serpyllum)</b>	Výška zelených listů	šířka zelených listů	počet výhonů od kořene (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A5	14	19	19	0		
B1	17	20	9	0		
C2	11	22	15	0		
D3	13	28	15	0		
E4	17	28	23	0		
<b>Jahodník obecný/měsíční (Fragaria vesca "Rujana" KG)</b>	výška ke květu	výška listy	šířka listy	počet listů (ks)	počet květů vč. poupat (ks)	počet plodů (ks)
A4	11,5	10,5	13	25	7	0
B5	9	10,5	15	5	36	0
C1	11,5	10	13,5	27	7	0
D2	14	13	15	11	40	0
E3	10	9	13	26	5	0
<b>Plamenka šídlovitá (Phlox subulata "Purple beauty" P9)</b>	výška	šířka	počet zelených výhonů (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A3	7	7	7	0		
B4	8	8	7	0		
C5	7	11	7	0		
D1	6,5	11	7	0		
E2	6	12	7	0		
<b>Kostřava stříbná (Festuca glauca "Uchte" P9)</b>	výška (k nejvyššímu střípu)	šířka středu	počet zák. odnoží střípací (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A2	24,5	5	11	2		
B3	29,5	8	33	1		
C4	24,5	8	21	0		
D5	29	6	33	4		
E1	32,5	5,5	16	1		

Měření dne 29.5.2022						
Počasí: Jasnó - polojasno, mistry přehánky; 17°C, vítr 5 km/h (S2); vlhkost vzduchu 65%						
měřené hodnoty jsou udávány v cm						
<b>Trávníčková přímoušková (Armeria maritima "Düsseldorfer")</b>	výška ke květu	výška zelených listů	šířka zelených listů	počet květů vč. poupat (ks)		
A1	20	9,8	10	16		
B2	15,5	6	8	15		
C3	18	7	9,5	37		
D4	18,5	7,5	10	17		
E5	19	11	13	34		
<b>Mateřidouska úzkolistá (Thymus serpyllum)</b>	Výška zelených listů	šířka zelených listů	počet výhonů od kořene (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A5	20	29	26	25		
B1	19	26	9	22		
C2	14	27	19	0		
D3	19	29	15	13		
E4	16,5	30	23	17		
<b>Jahodník obecný/měsíční (Fragaria vesca "Rujana" KG)</b>	výška ke květu	výška listy	šířka listy	počet listů (ks)	počet květů vč. poupat (ks)	počet plodů (ks)
A4	15	17	19	35	1	11
B5	16,5	15,5	20	41	5	17
C1	11,5	10	17,5	33	0	20
D2	16	14,5	23	4	46	30
E3	10	14	17	33	3	10
<b>Plamenka šídlovitá (Phlox subulata "Purple beauty" P9)</b>	výška	šířka	počet zelených výhonů (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A3	17	23	7	51		
B4	10,5	24	7	56		
C5	13	20	7	56		
D1	13,5	13	7	33		
E2	17	20	7	59		
<b>Kostřava stříbná (Festuca glauca "Uchte" P9)</b>	výška (k nejvyššímu střípací)	šířka středu	počet zák. odnoží střípací (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A2	25,5	6	25	3		
B3	29,5	12	33	4		
C4	27	9	26	5		
D5	30	9	33	6		
E1	32,5	7	29	11		

Měření dne 29.6.2022						
Počasí: polojasno až zataženo, mistry přehánky; 22°C, vítr 9 km/h (JV); vlhkost vzduchu 69%						
měřené hodnoty jsou udávány v cm						
<b>Trávníčková přímoušková (Armeria maritima "Düsseldorfer")</b>	výška ke květu	výška zelených listů	šířka zelených listů	počet květů vč. poupat (ks)	z celkového počtu květů vč. poupat je suchých	
A1	25	11	12	17	13	
B2	19	10	12	22	3	
C3	22	10	15	42	30	
D4	22	9	12	26	9	
E5	21,5	13	21	30	25	
<b>Mateřidouska úzkolistá (Thymus serpyllum)</b>	Výška zelených listů	šířka zelených listů	počet výhonů od kořene (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A5	24	27	12	21		
B1	20	33	10	59		
C2	14	29	16	14		
D3	19	30	14	54		
E4	18	29	29	17		
<b>Jahodník obecný/měsíční (Fragaria vesca "Rujana" KG)</b>	výška ke květu	výška listy	šířka listy	počet listů (ks)	počet květů vč. poupat (ks)	počet plodů (ks)
A4	bez květů	15,5	21	33	0	5
B5	bez květů	12,5	20	45	1	3
C1	bez květů	17	23,5	48	2	5
D2	bez květů	13,5	21	37	0	3
E3	bez květů	15,5	24	44	0	11
<b>Plamenka šídlovitá (Phlox subulata "Purple beauty" P9)</b>	výška	šířka	počet zelených výhonů (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A3	10	29,5	7	0		
B4	11	31	7	0		
C5	12	29	7	0		
D1	10	26,5	7	0		
E2	14	27	7	0		
<b>Kostřava stříbná (Festuca glauca "Uchte" P9)</b>	výška (k nejvyššímu střípací)	šířka středu	počet zák. odnoží střípací (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A2	26	7,5	33	4		
B3	28	7	46	7		
C4	33	8,5	43	6		
D5	37	6,5	48	5		
E1	33	10	26	11		

Měření dne 31.7.2022						
Počasí: oblačno, mistry přehánky; 24°C, vítr 6 km/h (Z); vlhkost vzduchu 64%						
měřené hodnoty jsou udávány v cm						
<b>Trávníčková přímoušková (Armeria maritima "Düsseldorfer")</b>	výška ke květu	výška zelených listů	šířka zelených listů	počet květů vč. poupat (ks)	z celkového počtu květů vč. poupat je suchých	
A1	odkvětá	11	18	0	18	
B2	odkvětá	4,5	10	0	26	
C3	19	8,5	16	2	37	
D4	9,5	9	14,5	1	23	
E5	odkvětá	8	23,5	0	22	
<b>Mateřidouska úzkolistá (Thymus serpyllum)</b>	Výška zelených listů	šířka zelených listů	počet výhonů od kořene (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A5	23,5	32	21	6		
B1	23	36	10	12		
C2	13	30	14	3		
D3	24	32	14	2		
E4	22	43,5	17	2		
<b>Jahodník obecný/měsíční (Fragaria vesca "Rujana" KG)</b>	výška ke květu	výška listy	šířka listy	počet listů (ks)	počet květů vč. poupat (ks)	počet plodů (ks)
A4	11,5	15	27	37	1	1
B5	7,5	12	21	53	2	0
C1	bez květů	18	24,5	52	0	3
D2	4cm začínající	10,5	20	39	2	0
E3	uschnu	uschnu	uschnu	uschnu	uschnu	uschnu
<b>Plamenka šídlovitá (Phlox subulata "Purple beauty" P9)</b>	výška	šířka	počet zelených výhonů (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A3	11	27	7	0		
B4	12	31	7	0		
C5	9,5	29	7	0		
D1	12	26	7	0		
E2	8	24	7	0		
<b>Kostřava stříbná (Festuca glauca "Uchte" P9)</b>	výška (k nejvyššímu střípací)	šířka středu	počet zák. odnoží střípací (ks)	počet květů vč. poupat (ks)		
A2	27	9	55	4		
B3	28,5	9	57	7		
C4	32,5	9	62	4		
D5	39	8	66	4		
E1	34	8	40	11		

**Měření dne 11.9.2022**

Počasí: jasno, polojasno, mistry přehánky; 19°C, vítr 6 km/h (Z); vlhkost vzduchu 75%

měřené hodnoty jsou udávány v cm

Trávníčka pířmořská ( <i>Armeria maritima</i> "Dusseledorfer")	výška ke květu	výška zelených listů	šířka zelených listů	počet květů vč. poupát (ks)	z celkového počtu květů vč. poupát je suchých	
A1	suché	10,5	16	13	13	
B2	suché	9	9	20	20	
C3	suché	11	18	38	38	
D4	suché	6,5	13	23	23	
E5	suché	7,5	13,5	24	24	
Maleřidouška úzkolistá ( <i>Thymus serpyllum</i> )	Výška zelených listů	šířka zelených listů	počet výhonů od kořene (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A5	28	28	21	0		
B1	25	32	10	0		
C2	14	24	14	0		
D3	22	33	14	0		
E4	18	38	17	0		
Jahodník obecný/měsíční ( <i>Fragaria vesca</i> "Rujana" K9)	výška ke květu	výška listy	šířka listy	počet listů (ks)	počet květů vč. poupát (ks)	počet plodů (ks)
A4	0	10,5	24	33	0	5
B5	0	7	18	54	0	2
C1	0	16,5	29	53	0	2
D2	0	8,5	18	54	0	2
E3	0	7	8	13	0	0
Plamenka šidlovitá ( <i>Phlox subulata</i> "Purple beauty" P9)	výška	šířka	počet zelených výhonů (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A3	8	31	7	0		
B4	13	29	7	0		
C5	13	27	7	0		
D1	11,5	28	7	0		
E2	12	23	7	0		
Kostřava stříbrná ( <i>Festuca glauca</i> "Lichte" P9)	výška (k nejdelšímu střípku)	šířka středů	počet zák. odnož střípaců (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A2	27	7	55	3		
B3	31	6	57	6		
C4	33	6	62	4		
D5	37	5	68	4		
E1	34	10	40	11		

**Měření dne 29.10.2022**

Počasí: jasno, polojasno; 22,8°C, vítr 0 km/h (proměnlivý); vlhkost vzduchu 85%

měřené hodnoty jsou udávány v cm

Trávníčka pířmořská ( <i>Armeria maritima</i> "Dusseledorfer")	výška ke květu	výška zelených listů	šířka zelených listů	počet květů vč. poupát (ks)	z celkového počtu květů vč. poupát je suchých	
A1	suché	8,5	10	0	10	
B2	suché	4	7,5	0	20	
C3	suché	5,5	13	0	29	
D4	suché	4,5	9,5	0	23	
E5	suché	9,5	15	0	20	
Maleřidouška úzkolistá ( <i>Thymus serpyllum</i> )	Výška zelených listů	šířka zelených listů	počet výhonů od kořene (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A5	21,5	38	10	0		
B1	22	40	10	0		
C2	12	30	10	0		
D3	17,5	30	10	0		
E4	9	36	10	0		
Jahodník obecný/měsíční ( <i>Fragaria vesca</i> "Rujana" K9)	výška ke květu	výška listy	šířka listy	počet listů (ks)	počet květů vč. poupát (ks)	počet plodů (ks)
A4	0	5,5	20	25	0	0
B5	0	5,5	15,5	40	0	0
C1	0	5,5	20	35	0	0
D2	0	3,5	15	30	0	0
E3	0	7	13	6	0	0
Plamenka šidlovitá ( <i>Phlox subulata</i> "Purple beauty" P9)	výška	šířka	počet zelených výhonů (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A3	12	26	7	0		
B4	10,5	32	7	0		
C5	11	23	7	0		
D1	11,5	29	7	0		
E2	12	22	7	0		
Kostřava stříbrná ( <i>Festuca glauca</i> "Lichte" P9)	výška (k nejdelšímu střípku)	šířka středů	počet zák. odnož střípaců (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A2	27	9	55	4		
B3	30	9	57	5		
C4	31,5	9	62	5		
D5	37	7	68	4		
E1	34	9	40	10		

**Měření dne 27.11.2022**

Počasí: polojasno, mistry mlha; 0°C, vítr 11 km/h (J); vlhkost vzduchu 100%

měřené hodnoty jsou udávány v cm

Trávníčka pířmořská ( <i>Armeria maritima</i> "Dusseledorfer")	výška ke květu	výška zelených listů	šířka zelených listů	počet květů vč. poupát (ks)	z celkového počtu květů vč. poupát je suchých	
A1	suché	8,5	10	0	10	
B2	suché	4	7,5	0	17	
C3	suché	5,5	13	0	26	
D4	suché	4,5	9,5	0	20	
E5	suché	9,5	15	0	19	
Maleřidouška úzkolistá ( <i>Thymus serpyllum</i> )	Výška zelených listů	šířka zelených listů	počet výhonů od kořene (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A5	21	38	21	0		
B1	21	40	10	0		
C2	11	30	14	0		
D3	16,5	30	14	0		
E4	9	36	17	0		
Jahodník obecný/měsíční ( <i>Fragaria vesca</i> "Rujana" K9)	výška ke květu	výška listy	šířka listy	počet listů (ks)	počet květů vč. poupát (ks)	počet plodů (ks)
A4	0	5,5	20	25	0	0
B5	0	5	15,5	40	0	0
C1	0	6,5	20	35	0	0
D2	0	3,5	15	30	0	0
E3	0	6	13	6	0	0
Plamenka šidlovitá ( <i>Phlox subulata</i> "Purple beauty" P9)	výška	šířka	počet zelených výhonů (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A3	9	26	7	0		
B4	10,5	32	7	0		
C5	11	23	7	0		
D1	11,5	29	7	0		
E2	12	22	7	0		
Kostřava stříbrná ( <i>Festuca glauca</i> "Lichte" P9)	výška (k nejdelšímu střípku)	šířka středů	počet zák. odnož střípaců (ks)	počet květů vč. poupát (ks)		
A2	27	9	55	4		
B3	30	9	57	5		
C4	31,5	9	62	5		
D5	37	7	68	4		
E1	34	9	40	10		