

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradní a krajinné architektury



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Možnosti pěstování vybraných taxonů rostlin v
samozavlažovacích kaskádových vertikálních zahradách
ve venkovních podmínkách**

Bakalářská práce

Autor práce: Lenka Hlaváčková

Obor studia: Zahradnictví

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Kunt, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Možnosti pěstování vybraných taxonů rostlin v samozavlažovacích kaskádových vertikálních zahradách ve venkovních podmínkách" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 27. 4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Miroslavu Kuntovi, Ph.D. za vedení mé práce, za všechny odborné rady a připomínky. Také bych ráda poděkovala Ing. Kateřině Čechové Ph.D. za výstupy z její doktorské disertační práce, které byly velkým přínosem pro budoucí pěstování rostlin nejen ve vertikálních zahradách.

Dále bych chtěla poděkovat všem pedagogům, kteří mě vzdělávali. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat svým blízkým, hlavně mému manželovi a mým dětem.

Možnosti pěstování vybraných taxonů rostlin v samozavlažovacích kaskádových vertikálních zahradách ve venkovních podmínkách

Souhrn

V mé bakalářské práci jsem se zaměřila na představení možnosti pěstování rostlin v samozavlažovacích vertikálních zahradách ve venkovním prostoru. Byly popsány funkce vertikálních zahrad, jako jsou tepelné izolační vlastnosti, estetická hodnota, tlumení zvuku, zlepšení mikroklimatu a zvýšení biodiverzity. Dále jsou popsány používané systémy a způsoby závlahy, hnojení a pěstební médium.

Hlavním cílem bylo představit rostliny, které byly na základě dříve provedených studií považovány jako nejvhodnější pro vertikální zahrady. Dále byly představeny druhy rostlin, podle vhodnosti pro jednotlivé světové strany a rostliny, které byly vyhodnoceny jako nevyhovující pro pěstování ve vertikálních zahradách. Celkem bylo popsáno 27 druhů rostlin, *Andromeda polifolia*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Armeria maritima* 'Leuchtendrosa', *Berberis candidula*, *Campanula poscharskyana*, *Cotoneaster dammeri*, *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Euonymus fortunei* 'Emerald'n Gold', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Gaultheria procumbens*, *Juniperus communis* 'Repanda', *Koeleria glauca*, *Koeleria macrantha*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Laurocerasus officinalis* 'Caucasica', *Lysimachia nummularia*, *Pachysandra terminalis*, *Pachystima canbyi*, *Phleum pratense*, *Phlox subulata*, *Saponaria ocymoides*, *Stipa tenuissima* 'Pony Tails', *Taxus baccata* 'Repandens', *Thymus serpyllum* a *Vinca minor*.

Byla uvedena metodika, kterou zpracoval tým odborníků z Katedry zahradní a krajinné architektury pod vedení Ing. Miroslava Kunta, Ph.D., díky které prováděli studenti monitoringy různých druhů rostlin. Rostliny byly hodnoceny z hlediska fyziologických vlastností (vitalita, zdravotní stav, barevné změny a habitus) a estetických vlastností (rychlost zapojení do kompozice, estetická hodnota, celoroční působnost, kvetení, potřeba péče). Jako nejvhodnější rostliny do vertikálních zahrad vyhodnotili studenti druhy *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Koeleria glauca* a *Koeleria macrantha*. Výsledky byly porovnány s dostupnou literaturou.

Závěrečná část práce byla věnována návrhu osázení vertikální stěny v prostoru zahrady.

Klíčová slova: Vertikální zahrada, zelená stěna, druhy rostlin, vertikální stěna

Possibilities of cultivating selected taxons in self-watering cascading vertical gardens in outdoor conditions

Sumery

In my bachelor's thesis, I focused on introducing the possibility of growing plants in self-watering vertical gardens in outdoor spaces. I described the functions of vertical gardens, such as their thermal insulation properties, aesthetic value, sound attenuation, improvement of microclimate, and increase in biodiversity. Additionally, I outlined the systems used for irrigation, fertilization, and planting medium.

The main objective was to present plants that were considered most suitable for vertical gardens based on previous studies. I also introduced different plant species categorized by suitability for different cardinal directions, as well as plants evaluated as unsuitable for vertical gardens. In total, 27 plant species were described, including *Andromeda polifolia*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Armeria maritima* 'Leuchtendrosa', *Berberis candidula*, *Campanula poscharskyana*, *Cotoneaster dammeri*, *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Euonymus fortunei* 'Emerald'n Gold', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Gaultheria procumbens*, *Juniperus communis* 'Repanda', *Koeleria glauca*, *Koeleria macrantha*, *Lamium galeobdolon*, *Laurocerasus officinalis* 'Caucasica', *Lysimachia nummularia*, *Pachysandra terminalis*, *Pachystima canbyi*, *Phleum pratense*, *Phlox subulata*, *Saponaria ocymoides*, *Stipa tenuissima* 'Pony Tails', *Taxus baccata* 'Repandens', *Thymus serpyllum* and *Vinca minor*.

I provided a methodology developed by a team of experts from the Department of Garden and Landscape Architecture under the leadership of Mr Miroslav Kunt, Ph.D., which involved monitoring various plant species. Plants were evaluated based on physiological properties (vitality, health status, color changes and habitus) and aesthetic properties (speed of integration into composition, aesthetic value, year-round impact, flowering, and care requirements). Students identified *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Koeleria glauca* and *Koeleria macrantha* as the most suitable plants for vertical gardens. The results were compared with available literature.

The final part of the thesis focused on designing the planting of a vertical wall in the garden space.

Keywords: Vertical garden, green wall, plant species, vertical wall.

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Funkce vertikálních zahrad	10
3.1.1 Tepelně izolační vlastnosti	10
3.1.2 Estetická hodnota	11
3.1.3 Tlumení zvuku	11
3.1.4 Zlepšení mikroklimatu	11
3.1.5 Zvýšení biodiverzity	11
3.2 Rozdělení vertikálních zahrad	12
3.2.1 Policový systém	12
3.2.2 Modulární systém	13
Koryta a květináče	13
Kazety	13
Substrátové kazety	13
LIKOše	14
Plošný systém	14
Samostatně stojící vertikální stěny	14
3.3 Závlahový systém, hnojení a substrát	14
3.3.1 Závlahový systém	14
Typy závlahových systémů	15
Vrchní závlaha	15
Spodní závlaha	15
Příklad řešení závlahového systému od firmy Němec	15
Kořenové čistírny	16
Zdroje závlahové vody	16
3.3.2 Hnojení	16
3.3.3 Substrát a bezsubstrátový systém	17
Použití substrátu	17
Bezsubstrátový systém	18
3.4 Výběr rostlin	18
3.4.1 Rostliny nejčastěji používané ve vertikálních zahradách	19
3.4.2 Rostliny vhodné pro jih a východ	21
3.4.3 Rostliny vhodné pro sever a západ	22

3.4.4	Rostliny nevhodné pro vertikální stěny	24
3.5	Péče o vertikální zahrady	27
4	Materiál a metody	28
5	Výsledky	34
5.1	Monitorované rostliny	34
5.2	Hodnocené rostliny podle metodiky	34
5.2.1	Rostliny vhodné do vertikálních stěn pro všechny světové orientace	34
5.2.2	Rostliny vhodné do vertikálních zahrad orientovaných na jih a východ..	35
5.2.3	Rostliny vhodné do vertikálních zahrad orientovaných na sever a západ	36
5.2.4	Rostliny, které nelze doporučit pro pěstování v zelených stěnách	36
5.3	Vlastní projekt zelené stěny.....	38
5.3.1	Technická zpráva	38
5.3.2	Popis vybraných rostlin	39
5.3.3	Návrh osazovacího plánu	41
5.3.4	Vizualizace návrhu zelené stěny	42
5.3.5	Ekonomické zhodnocení	43
6	Diskuze	44
7	Závěr.....	47
8	Literatura.....	48
9	Seznam použitých zkratk a symbolů	53
10	Seznam obrázků a tabulek	54

1 Úvod

Vertikální zahrada, známá také jako zelená stěna, zelená fasáda nebo vegetační stěna je oblast, kde je vegetace umístěna takřka nebo úplně ve svislém směru (Simpson 2017).

Vertikální zahrady, jako jedna z kategorií zelených stěn, hrají klíčovou roli v moderní architektuře. Vzhledem k postupnému úbytku půdy pro výstavbu v městských oblastech se stává stále obtížnější najít dostatek místa pro zelené plochy. Tento trend vedl k novým přístupům v architektuře, zahrnujícím ozelenování vnějších povrchů budov. Původně byly svislé stěny ozeleněny pomocí rostlin, které se volně pnou po povrchu nebo za pomoci podpůrných konstrukcí. I když tento způsob pěstování rostlin přináší několik výhod, může působit esteticky jednotvárně kvůli omezenému sortimentu rostlin. Vertikální zahrady představují řešení tohoto problému, neboť technologie, kterou využívají, umožňuje pěstování rostlin přímo na svislých plochách. Široká paleta rostlin vhodných pro vertikální zahrady umožňuje vytváření rozmanitých kompozic. Proto lze vertikální zahrady přirovnat k uměleckým dílům (Hrabětová 2017).

Zelené fasády jsou tradičním prvkem v architektonickém designu a mají dlouhou historii. Nejčastěji se skládají z popínavých rostlin, ale mohou zahrnovat i ovocné rostliny a jiné druhy rostlin upravených speciálním způsobem, aby se přilnuly ke stěně. Kořeny popínavých rostlin jsou obvykle zakotveny v půdě, ale mohou být také umístěny v nádobách nebo na střešních zahradách, čímž vytvářejí efekt kaskády dolů (Ottelé et al. 2010). Byly využívány ovocné dřeviny, jako je například vinná réva, k ozelenění okolí, k vytvoření příjemnějšího prostředí a jako prostředek k ozdobení rezidencí a dalších budov (Köhler 2008).

I když jsou vertikální zahrady obdivovány zejména pro svou estetickou hodnotu, přinášejí řadu dalších pozitivních funkcí. Zelené stěny umístěné v interiéru výrazně ovlivňují mikroklima uvnitř a pozitivně působí na lidskou psychiku. Vědecké studie dokazují, že lidé pracující v prostředí s výhledem na zeleň vykazují výrazně vyšší pracovní výkonnost a celkově působí šťastnějším dojmem (Hrabětová 2017).

Zelené prvky v městském prostředí mohou pozitivně ovlivňovat vlhkost vzduchu, redukovat emise a snižovat výskyt prachových částic ve vzduchu. Nejvíce snižují teplotu povrchů a vzduchu, což je zejména v letním období v hustě zastavěných oblastech významné. Přítomnost rostlin na površích má další výhodu v tom, že zároveň fungují jako izolanty. Tento fakt vede k redukci energetické náročnosti na vytápění a chlazení budov, což přináší ekonomické úspory (Coma et al. 2017).

V našich podmínkách se v zimním období často potýkáme s výzvami, které způsobuje chladné počasí, na které mnoho rostlin není příliš odolné. V tradičních pěstelských podmínkách mají rostliny dostatek izolace v půdě, která je chrání před promrznutím. Avšak ve vertikálních zahradách je půdní profil obvykle mnohem slabší, což vede k možnosti promrzání půdy při teplotách pod bodem mrazu. Tento faktor může být problematický nejen pro rostliny samotné, ale také pro zavlažovací systémy, které mohou být poškozeny mrazem. Proto se v poslední době provádí výzkumy zaměřené na inovace, které by mohly tyto problémy řešit. Součástí těchto výzkumů je i výběr vhodných druhů rostlin, které by dokázaly prospívat i za obtížných podmínek (Stiburková 2022).

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo představení možností pěstování rostlin ve vertikální poloze za pomoci dostupné literatury. Popis taxonů rostlin, které se nejčastěji používají v samozavlažovacích vertikálních zahradách. V metodice byly představeny rostliny, na kterých byl prováděn monitoring v minulých letech. Závěrečná část se zabývala návrhem osázení konkrétního prostoru.

3 Literární rešerše

Francouzský botanik Patrick Blanc je pokládán za zakladatele a hlavního propagátora moderních vertikálních zahrad. Inspiraci k jejich vytvoření našel během svých cest po Thajsku a Malajsii, kde obdivoval skalní stěny porostlé vegetací. Blanc poprvé realizoval svůj koncept vertikálních zahrad založených na hydroponickém principu v roce 1998 a následně si tento způsob nechal patentovat (Burian et al. 2022).

3.1 Funkce vertikálních zahrad

Použití vertikálních zelených stěn představuje zajímavou možnost, jak zavést vegetaci i do prostor, kde není dostatek místa pro tradiční výsadbu na zemi. V dnešní době jsou interiérové zelené stěny již poměrně běžným prvkem ve veřejných prostorech, jako jsou nákupní centra, obchodní a kancelářské komplexy, konferenční místnosti a občas i jako estetický doplněk v kancelářích a domácnostech (Kunt 2020).

Neméně důležitým je také potenciál využití vertikálních systémů pro pěstování různých druhů zeleniny (McLaughlin 2012).

Mezi klíčové funkce vertikální zeleně patří:

- izolační vlastnosti, které pomáhají udržovat stabilitu teploty v budovách,
- estetická hodnota, která přispívá k vizuálnímu dojmu a zkrášlení prostředí,
- tlumení hluku prostřednictvím zvukové odrazivosti vegetace, což pomáhá snížit hladinu hluku v okolí,
- zlepšení mikroklimatu, což zahrnuje regulaci vlhkosti a teploty vzduchu,
- ochrana před přehříváním fasády v letních měsících, čímž snižuje potřebu klimatizace,
- zvlhčování vzduchu a zachycení a filtrace prachu a škodlivin,
- zachycení a filtrace prachu a škodlivin, ochrana před smogem,
- produkce kyslíku a vázání oxidu uhličitého, což přispívá k lepší kvalitě vzduchu,
- přírodní řešení technických problémů, jako je zakrytí nežádoucích konstrukcí,
- zachycení srážkové vody a snížení odtoku do kanalizace (Burian 2011).

3.1.1 Tepelně izolační vlastnosti

„Tepelný ostrov je nejcitelnější v centrech velkých měst, kde zástavba budov dosahuje vyšších teplot nežli okolní krajina. Používání umělých povrchů na budovy a komunikace mají jeden z nejzásadnějších vlivů na oteplování měst. S použitím umělých povrchů se následně pojí faktor propustnosti pro vodu a její následný výpar, který je ovlivněn strukturou materiálu. S propustností je svázán nedostatek vegetace, který trápí většinu velkých měst. Protože vegetace má schopnost zlepšení mikroklimatu ve svém okolí, je důležitým faktorem při oteplování měst“ (Čechová et al. 2022).

3.1.2 Estetická hodnota

Upravené plochy mají významnou roli, zejména v sídelních oblastech. Moderní architektura bere zeleň jako klíčový prvek kompozice. Zeleň dokáže doplňovat a zdůrazňovat stavby, zakrývat různé nedostatky a harmonicky začleňovat technická zařízení do krajiny. V kulturním prostředí vyspělé společnosti je přítomnost zeleně nezbytná pro vytváření příjemného prostředí (Michalíková et al. 2020). Přidáním živých stěn můžeme vylepšit nudné cihlové zdi v městských oblastech, které často trpí pocitem fádnosti a nedostatečné atraktivity (Coronado 2015).

„Zelená stěna se stává v moderní architektuře novým atraktivním prvkem, který může být často chápán jako symbol luxusu. Neplní však pouze funkci estetickou, jak by se na první pohled mohlo zdát, i když je to jeden z hlavních důvodů pro pořízení vertikální stěny. V oblastech, kde není místo pro parkové či jiné zelené plochy, je vertikální zahrada prakticky jedním z mála řešení pro umístění rostlin do města (Kunt 2017)“.

3.1.3 Tlumení zvuku

Rostliny ve vertikálních zahradách mají svůj podíl na snižování hluku (Wong 2010). Pěstování rostlin může být efektivním prostředkem k vytvoření přirozené zvukové bariéry. Rostliny mají schopnost absorbovat zvukové vlny, a tím pomáhají snižovat hlučnost a vytvářet klidnější a uklidňující prostředí. Tento přínos je zejména významný pro obyvatele městských oblastí nebo pro ty, kteří bydlí poblíž rušných dopravních tras. Vertikální zahradničení může přispět ke snížení úrovně vnitřního hluku, což je zvláště užitečné pro kanceláře nebo jiné interiéry, kde je klid a ticho klíčové (Skrbková 2023).

3.1.4 Zlepšení mikroklimatu

Zelené fasády zlepšují kvalitu vzduchu tím, že zachycují znečišťující látky z ovzduší, jejichž množství narůstá s rostoucím počtem vozidel, klimatizací a průmyslových emisí. Zároveň snižují prašnost. Listy také zachycují jemné prachové částice. V prostředí s větším množstvím vegetace dochází ke zlepšení mikroklimatu. V létě je v místech s vegetací mnohem příjemnější teplota, vyšší vlhkost a čistota vzduchu. Díky lepší kvalitě vzduchu se lépe dýchá, což přispívá k lidskému zdraví (Buriam et al. 2022). Podle Marečka et al. (1975) hraje vegetace významnou roli v produkci kyslíku, zejména v městských oblastech, kde je koncentrována průmyslová činnost, která znečišťuje ovzduší. Zelené plochy, mají klíčový význam pro asimilaci oxidu uhličitého a následnou tvorbu kyslíku. Nejvhodnější je nízká vegetace s rozsáhlou listovou plochou.

3.1.5 Zvýšení biodiverzity

Vertikální zahrady s rostlinami mají značný vliv i na faunu (Wooster et al. 2022). Mareček (1992) zdůrazňuje, že plánování zeleně ve městech by mělo zohledňovat potřeby živočichů. Je důležité zajistit dostatečné množství kvetoucích rostlin po celou vegetační sezónu pro podporu hmyzu. Pro ptáky je vhodné vysazovat stromy s drobnými plody pro potravu a hnízdění. Pro drobné obratlovce je důležité poskytnout dostatek úkrytů a prostoru pro volný pohyb. V přirozeném ekosystému existují jasně definované a pevně provázané vztahy mezi

rostlinami a živočichy. Jakékoli narušení rovnováhy může narušit fungování celého ekosystému. Rozšiřující se průmysl a zemědělství nepříznivě ovlivňují přirozené interakce v ekosystémech, což má negativní dopad jak na rostliny, tak na živočichy. Zahrady jsou prospěšné pro zdraví našich včel a opylovačů, protože jim poskytují zdroj potravy a místo k životu (Coronado 2015).

3.2 Rozdělení vertikálních zahrad

Existuje široká škála typů zelených stěn, ale většinu systémů lze zařadit do dvou hlavních kategorií: zelené fasády a živé stěny. Zelené fasády představují jednodušší variantu, kde se využívají popínavé rostliny, které rostou po povrchu zdi. Naopak živé stěny využívají materiály a technologie, které umožňují podporu širší škály rostlin, jež vytvářejí souvislou zelenou plochu podél povrchu stěny (Manso et al. 2018).

Podle Pejchala (2011) tradiční způsob ozeleňování vertikálních konstrukcí zahrnuje použití pnoucích rostlin, které jsou buď zasazeny do substrátu u konstrukce nebo u její koruny v případě opěrných zdí. Zřídka se v minulosti používaly rostliny v nádobách nebo korytech, které byly zavěšeny na stěně. Pěstování rostlin zakořeněných ve stěnách se v nedávné době přizpůsobilo systémům, které připomínají hydroponické systémy.

Vertikální zahrady mohou existovat jako samostatné struktury nebo být připevněny na stěnu jak venkovní, tak v interiéru. Klíčové rozdíly v konstrukci spočívají v tom, jak jsou substrát a rostliny udržovány na fasádě a jak se vyrovnává s gravitací. Existuje široká škála technických provedení vertikálních zahrad, která může být velmi rozmanitá (Burian 2016).

Podle Matisky (2020) jsou momentálně ověřené následující technologie. Systém kapes nebo květináčů naplněných pěstebním substrátem a také celé stěny vyplněné substrátem známé jako sendvičový systém s dvěma stěnami a pěstebním médiem uvnitř. Obě varianty poskytují podobné podmínky pro trvalky, což umožňuje použít univerzální sortiment pro obě technologie. Zavlažování je zajištěno pomocí nasáté vody do květináčů z okapniček nebo kapkovacího potrubí uvnitř sendvičové stěny.

3.2.1 Policový systém

Policové systémy představují efektivní řešení pro využití malých horizontálních ploch na fasádě, pomocí polic a nádob s rostlinami, které pokrývají fasádu. Tento systém musí být přizpůsobený skeletu stavby již během výstavby a musí být zohledněn již v projektu stavby. Dodatečná realizace nosného systému je obtížná až nemožná, a to kvůli značné hmotnosti. Nádoby, by měly být vyrobeny z trvanlivého, pevného a lehkého materiálu. Preferují se dvouplášťové, které minimalizují riziko přehřívání substrátu vlivem slunečního záření. Tyto nádoby mají často větší rozměry a vegetaci policového systému vytvářejí obvykle robustnější dřeviny. Často se kombinují rostliny se vzpřímeným růstem s druhy převislymi, aby se dosáhlo co nejlepšího pokrytí stěny. V nádobách lze efektivně pěstovat i pnoucí rostliny a spojit výhody vertikální zahrady se schopnostmi pnoucích rostlin (Burian et al. 2022).

3.2.2 Modulární systém

Modulární systém poskytuje flexibilitu při utváření designu vertikální zahrady. Skládá se z jednotlivých modulů, které lze snadno připevnit nebo připojit k nosné konstrukci. Nosná konstrukce může být připevněna ke zdi nebo stát samostatně na stojanu. Jednou z hlavních výhod tohoto systému je jednoduchá instalace a údržba. V případě potřeby, je možné panely snadno vyměnit. Moduly jsou navrženy tak, aby podporovaly různé druhy rostlin a květin, aby vyhovovaly potřebám daného prostředí. Při práci s izolačními fasádami je důležité řešit utěsnění každého kotevního otvoru a minimalizovat vznik tepelných mostů. U těžších systémů s většími moduly nebo u stěn s omezenou nosností může být nosná konstrukce ukotvena v zemi na samostatných základech. Dokonce i u samostatně stojících konstrukcí je nezbytné zajistit kotvení ke stěně, aby se zabránilo nebezpečí pádu.

V některých systémech může být součástí i integrovaný světelný systém, který může poskytovat světlo nebo sloužit jako estetický prvek v noci. Mnoho modulárních systémů zahrnuje také zavlažovací systém, který pomáhá udržovat optimální vlhkost substrátu a rostlin.

Moduly mohou nabízet různé formy, například:

- koryta a květináče,
- kazety,
- substrátové kazety (Burian et al. 2022),
- LIKOše ((LIKO-S, a.s. 2024).

Koryta a květináče

Koryta a květináče jsou podobné policovému systému, kde jsou menší vegetační nádoby upevněny na základní kostře. Tato kostra není součástí hlavní konstrukce stavby, ale je realizována nezávisle a může být nainstalována dodatečně. Koryta a květináče jsou připevněny ke kostře, tak aby vytvářely patra. Povrch substrátu je vodorovný nebo mírně skloněný. Jsou obvykle osazovány trvalkami. Větší koryta i malými keři a polokeři převíslého růstu (Burian et al. 2022).

Kazety

Nejčastější variantou jsou kazety s otvory, které jsou otevřené šikmo nahoru jako u koryt. Existují však také varianty se svislým povrchem substrátu. Tyto kazety obvykle nabízejí větší objem substrátu pro kořenění a umožňují osazení i menšími dřevinami. Rostliny jsou omezeny ve svém růstu a nemají tendenci zaplnit prostor vzniklý úhynem jiné rostliny. Nevýhodou je nepříznivý poměr mezi plochou otvorů a zbývajícím plochou kazety, což často vede k větší hmotnosti kazet (Burian et al. 2022).

Substrátové kazety

Substrátové kazety tvořené z vláknitého substrátu umožňují fixaci substrátu pomocí mřížky, která umožňuje výsadbu rostlin do vytvořených otvorů (Burian et al. 2022).

LIKOše

Modulární systém substrátových košů oživuje budovy kouskem přírody, použitím travních a bylinných směsí. Díky automatické závlaze a jedinečnému systému kapkového zavlažování, který je úplně skrytý uvnitř struktury konstrukce je všechna přivedená voda efektivně využita (LIKO-S, a.s. 2024).

Plošný systém

Plošný systém pro podporu živých rostlin na svislém povrchu obsahuje tkaninu, která je složena do jednoho nebo více svisle uspořádaných záhybů, které jsou zajištěny a horizontálně rozčleněny do kapes. Kapsy jsou navrženy tak, aby udržely médium pro rostliny. Mezi další aspekty tohoto systému je snadné odstraňování poškozených rostlin a jejich nahrazení zdravými exempláři (Bribach & Rossomano 2012). Často jsou tyto zahrady pěstovány hydroponicky ve vodním prostředí, kde jsou živiny dodávány prostřednictvím roztoků podle vzoru Patrica Blanca, nebo mohou být kapsy vyplněny substrátem (Burian et al. 2022).

Samostatně stojící vertikální stěny

Samostatně stojící vertikální zahrady s automatickou závlahou jsou poháněny výhradně solární energií, což znamená, že nejsou závislé na elektrické síti. Mohou být postaveny na jakékoliv rovné ploše. Tyto zahrady spojené s chytrou lavičkou – Living smart Bench nabízejí klidné a příjemné místo k odpočinku spojené s možností dobíjení mobilního telefonu a bezplatného připojení k internetu. Tyto lavičky představují efektivní a nenáročné řešení pro zvýšení množství zelených ploch ve městech, což přispívá ke zkrášení veřejných prostor a zlepšení kvality života obyvatel (Němec s.r.o. 2024).

3.3 Závlahový systém, hnojení a substrát

Zavlažování je klíčovým faktorem pro úspěšný růst vegetace ve vertikálních zahradách (Burian et al. 2022).

3.3.1 Závlahový systém

Rostliny potřebují pravidelný přísun vody i během období vegetačního klidu. Ovšem zálivka v zimním období je velmi náročná. Existuje riziko zamrznutí zavlažovacího potrubí, a proto je nutné instalovat topný kabel paralelně s potrubím nebo zajistit spolehlivé odvodnění potrubí po skončení závlahy, aby nedocházelo k zamrznutí vody v potrubí. Ve středoevropských podmínkách se ukazuje výhodnost systémů se substrátem, který dokáže udržet minimální vlhkost. Je evidentní, že bezsubstrátové vertikální zahrady nejsou nejvhodnějším řešením pro naše klimatické podmínky (Burian et al. 2022). Podle Pejchala (2011) může u vertikálních systémů docházet k různým rizikovým situacím ohledně zálivky, což představuje bezprostřední hrozbu pro rostliny. Ucpání závlahy nebo nerovnoměrné zásobení vodou může snadno nastat. Je důležité vybírat rostliny podobnými nároky na vodu, protože individuální úprava zavlažování není možná.

Pro zajištění zdravého růstu rostlin v modulární zeleni je klíčové, správné dodávání vody. U substrátového modelu byly pozorovány optimální podmínky, jak pro zásobování vodou, tak pro dostatečný přísun vzduchu, což přispívá k ideálnímu růstu rostlin. Substrátový systém prokázal výrazně lepší schopnost udržení vody, čímž se minimalizovaly ztráty vody. Naopak hydroponický systém vykazoval vysoké ztráty vody (Čechová et al. 2022). Mladé rostliny jsou citlivější na nedostatek vlhkosti než starší dospělí jedinci. Starší rostliny mají obvykle vyšší toleranci vůči suchu a lépe zvládají období nedostatku vody (Gunkel 2005). Zavlažování je třeba přizpůsobit v závislosti na potřebách jednotlivých druhů rostlin (Mathew & Salot 2014).

Typy závlahových systémů

- vrchní závlaha,
- spodní závlaha,
- příklad řešení závlahového systému od firmy Němec,
- kořenové čistírny.

Vrchní závlaha

Kapková závlaha postupně uvolňuje malé množství vody z kapkovačů, které zvlhčují substrát nebo nasáknou textilií u textilních stěn a gravitací postupují dolů. Hadice s kapkovači mohou být umístěny nad substrátem nebo v substrátu. U textilních stěn bez substrátu mohou být kapkovače zabalené do textilie. Kapková závlaha vyžaduje náročnější instalaci a údržbu, a proto je obvykle dražší. Klade vysoké nároky na kvalitu a filtraci vody, přičemž klíčovými prvky jsou kapkovače. (Burian et al. 2022).

Spodní závlaha

Pro vertikální zahrady modulárního systému s květináči se často využívá spodní závlaha. Tento systém je tvořen nosnou konstrukcí, do které se umísťují jednotlivé květináče s rostlinami. Konstrukce je tvořena plastovými dílci se žlábkou nebo nekorodujícími mělkými vaničkami, do kterých zasahuje spodní část květináče. Vaničky jsou pravidelně zaplavovány vodou, která postupně vzlíná substrátem nahoru. Spodní závlaha má několik výhod, včetně nižších nároků na čistotu závlahové vody, snížených nákladů na technické zařízení a zvýšené spolehlivosti (Burian et al. 2022).

Příklad řešení závlahového systému od firmy Němec

- automatická závlaha s připojením na vodu a kanalizaci. Tento systém zahrnuje napouštění vody z domovních rozvodů pomocí automatického dávkování,
- automatická závlaha bez napojení na kanalizaci. Zahrnuje automatické nebo manuální napouštění vody z domovních rozvodů vody do akumulární nádoby. Voda je následně přečerpávána do truhlíků,
- manuální závlaha bez napojení na vodu a kanalizaci. Tento typ závlahy vyžaduje manuální napouštění do horního truhlíku z domovních rozvodů vody. Je zde nutná dočasná nádoba na přebytek vody (Němec s.r.o. 2020).

Kořenové čistírny

Toto specifické řešení představuje vertikální zahradu s funkcí vertikální kořenové čističky, která využívá přečištěnou odpadní vodu. Je ideální pro čištění šedé vody, která neobsahuje fekálie a moč, ale pouze odpadní vodu z různých domácích zařízení jako jsou sprchy, myčky, umyvadla a pračky. Nezahrnuje odpadní vodu z kuchyní znečištěnou tuky. Vertikální kořenová čistička je složena z kaskády koryt naplněných filtračním materiálem, obvykle štěrkem a osázených mokřadními rostlinami jako jsou rákos, chrastice, orobinec a další. Přečištěná voda protéká v korytě kořenovým filtrem (štěrkem osázeným rostlinami). Na povrchu štěrku a kořenů rostlin žijí asociované bakterie v biofilmu, které rozkládají nečistoty z odpadních vod (Burian et al. 2022).

Zdroje závlahové vody

Přínos využití odpadní vody je jednoznačně pozitivní. Použití studniční nebo pitné vody pro zavlažování vertikální zahrady výrazně snižuje její environmentální přínos. Dešťová voda je z hlediska využitelnosti nejvhodnější, nevyžaduje zásadní úpravy a je pro rostliny nejlepší. Její využití je však omezeno velikostí zásobní nádrže a velikostí plochy shromažďování, a proto je často doplněna záložním zdrojem. Kvalita studniční a pitné vody záleží na jejím chemickém složení, zejména na obsahu rozpuštěných solí a tvrdosti. Naopak nejproblematictější je využití odpadní vody (Burian et al. 2022).

Při stavbě pavilonu environmentálních studií v prostoru ČZU Praha byla podle vedení školy věnována zvláštní pozornost práci s vodou. V objektu se využívají dešťové i splaškové, takzvané šedé vody, což podle odborníků snižuje energetické nároky provozu budovy, zlepšuje mikroklima a koloběh vody celé lokality. Systém dešťovou a šedou vodu upravuje a přesouvá do podzemní a povrchové nádrže, odkud voda proudí k přečištění ve vertikálním kořenovém filtru a k další úpravě a distribuci. Systém tak dodává vodu pro závlahu zelené střechy a fasády a na splachování toalet (ČZU 2023).

3.3.2 Hnojení

V případě doplňování živin se často využívá hnojivých zálivek, což omezuje možnost individuální koncentrace hnojiva stejně jako u zavlažování. V systémech s propojeným prostorem pro kořeny je výhodou možnost použití vzrůstnějších rostlin (Pejchal 2011).

Růst rostlin je závislý na světle, vodě a živinách. Ty se dělí do dvou hlavních skupin, a to na hlavní živiny a stopové prvky. Hlavní živiny (makrobiogenní prvky), jako je dusík (N), fosfor (P), draslík (K), vápník (Ca), hořčík (Mg) a síru (S), jsou nezbytné pro rostliny ve velkém množství. Naopak stopové prvky (oligobiogenní látky) jako železo (Fe), měď (Cu), mangan (Mn), molybden (Mo), zinek (Zn), chlór (Cl) a bór (B), jsou potřebné v menších dávkách, ale jsou pro rostlinný růst stejně důležité (Keilová 1999).

Blanc (2008) uvádí, že hnojiva lze aplikovat v menším množství, než je obvyklé, protože přílišný růst rostlin může oslabit jejich odolnost vůči nepříznivým podmínkám a chorobám. Upřednostňují se hnojiva obsahující široké spektrum živin.

3.3.3 Substrát a bezsubstrátový systém

Vertikální zahrady se dělí podle typu pěstebního média na systémy se substrátem a bez substrátu (Pejchal 2011). Hydroponie je způsob, jak pěstovat rostliny bez použití půdy. Rostliny jsou pěstovány ve vodním roztoku, který obsahuje všechny živiny, jež potřebují k růstu. Využívají se různé inertní materiály jako je rašelina, minerální vlna, kokosová vlákna, keramzit nebo perlit (Gruda 2021). V našich klimatických podmínkách je však tento systém praktikovatelný jen za předpokladu, že je instalován nákladný mechanismus na ohřev stěny, aby nedošlo k zamrznání vody (Pejchal 2011).

Použití substrátu

Pejchal (2011) tvrdí, že je systém založený na pěstování rostlin v substrátu mnohem vhodnější pro naše podmínky než systém bez substrátu. Rostliny v tomto případě nejsou vystaveny silnému stresu způsobenému zamrznáním vody přímo u kořenů. I když může substrát v některých případech promrzat, tento stav není pro kořenový systém rostlin tak destruktivní jako při hydroponickém pěstování. Nejčastěji se používají textilní kapsy nebo plastové nádoby se samozavlažováním. V posledních letech vzrostl zájem o zelené stěny, což vedlo k rozmanitosti dostupných systémů vertikálních zahrad na trhu. Klíčovým rozdílem mezi těmito systémy je použitý substrát a způsob jeho uchycení (Perini & Magliocco 2012).

Při výběru substrátu je důležité najít kompromis mezi schopností zadržovat vlhkost a rychlost odtoku vody, aby nedocházelo k zadržování vody, ani k jejímu příliš rychlému odtoku. Pro vertikální stěny je vhodnější používat substrát než půdu, především kvůli jeho kvalitnějšímu složení. Substrát plní funkci přírodní půdy pro rostliny, poskytuje stabilitu a podporuje správnou funkci kořenového systému. Kořeny nejen upevňují rostlinu, ale také ji zajišťují vodu, živiny a přístup kyslíku. Používání substrátů s nadměrným obsahem živin může rostlinám spíše uškodit. Někdy platí, že méně je více. Avšak používání substrátů s nedostatečným obsahem živin není optimální volbou. Je důležité vybrat substrát s odpovídajícím pH a obsahem živin v závislosti na potřebách konkrétních rostlin (Čermáková & Mužíková 2009).

Požadované vlastnosti substrátu u modulárního systému:

- optimální objemová hmotnost, aby nepřetěžovala konstrukci, ale zároveň spolehlivě udržovala dřeviny,
- dlouhodobá stálost objemu s minimálním obsahem organických látek (maximálně 13 % spalitelných látek),
- dostatečná schopnost udržet vodu,
- adekvátní provzdušnění i při nasycení vodou,
- dostatečná propustnost pro vodu,
- nízký obsah jílových částic, aby nedocházelo ke znečištění drenážních vrstev,
- schopnost poutat a následně uvolňovat živiny s vyváženým obsahem živin,
- minimální obsah plevelných semen,
- bezpečnost pro životní prostředí a splnění limitů obsahu rizikových prvků dle vyhlášky 131/2014 Sb.) (Burian et al. 2022).

Bezsubstrátový systém

Průkopníkem této metody se stal francouzský botanik Patric Blanc, který využil jedinečných vlastností rostlin. Tyto rostliny nepotřebují substrát pro růst, ale stačí jim zdroje živin a vody. Blanc si nechal patentovat svůj systém, který nahrazuje substrát dvěma vrstvami netkané textilie a zajišťuje dodávku vody a živin kapkovou závlahou (Pejchal, 2011).

Vrchní vrstva textilie je vybavena proříznutými otvory, kterými jsou rostliny vkládány mezi obě vrstvy textilie. Tento systém nabízí výhodu v podobě nízké hmotnosti a relativně jednoduchého zhotovení. Další výhodou je volný růst kořenů rostlin mezi vrstvami textilie, který umožňuje jejich rozšíření do velké plochy (Burian et al. 2022). Kořeny rostlin aktivně přijímají živiny z vody a následně transportují všechny chemické sloučeniny do buněk pomocí vody (Resh 2015). V našich klimatických podmínkách je v zimě velkým problémem promrzání systému. Voda v něm může sublimovat a systém vysychat, ale závlaha za mrazu není možná (Burian et al. 2022).

Matiska (2020) po několika letech testování možností pěstování trvalek ve venkovních vertikálních stěnách potvrzuje, že pro dlouhodobý rozvoj rostlin není v našich klimatických podmínkách vhodné používat technologie bez substrátu, které jsou často využívány v interiérech.

3.4 Výběr rostlin

Rostliny jsou centrem pozornosti v každé zahradě a jejich nekonečná rozmanitost nás fascinuje a přitahuje (Rees-Warren 2021).

V exteriérových vertikálních systémech je vhodné pěstovat různé druhy rostlin, jako jsou dřeviny, polokeře a keře, trvalky a v některých případech i dvouletky. Vyšší dřeviny by neměly být použity, protože by mohly vyvrátit celý systém kvůli své váze. Dvouletky a letničky nejsou příliš častou volbou kvůli jejich náročnosti a vyšším nákladům (Burian 2016).

Základní síla tohoto rostlinného souboru spočívá v jeho široké paletě možností, které umožňují nejen různorodé kompoziční použití, ale také uplatnění mnoha pěstebních metod a způsobů finálního ztvárnění. Kompoziční využití trvalek může být vyjádřeno skrze jejich květy (květenství), plody, listy (olistění), textury, vzrůstnost, habitus, existenční vytrvalost (Mareček 2022).

Některé trvalky jsou ještě odolnější a zachovávají si svou zeleň i během zimy. Na jaře se však opět obnovují a je vhodné odstranit staré listy. Při výběru trvalek je tedy důležité zohlednit nejen atraktivitu květů, ale také estetický vzhled listů a travin po celý rok (Edwards 2002).

Sortiment rostlin testovaný v zemích Západní Evropy není zcela aplikovatelný v České republice kvůli odlišnostem v klimatu. Naše podnebí se významně odlišuje od oceánického podnebí Západní Evropy, zejména vzhledem k mrazivým zimám a horkým suchým létům. Tyto klimatické podmínky představují výzvu při výběru vhodných rostlin pro vertikální zahrady, zejména co se týče rizika promrzání a vysychání substrátu během zimního období (Pejchal 2011).

Plazivé rostliny lze umístit podél okrajů vyvýšených záhonů nebo truhlíků, kde vytváří zelenou stěnu (Westbrook 2007).

Vertikální stěny představují v zahradní architektuře inovativní systém, který umožňuje nové uspořádání rostlin v rámci kompozice vegetačních záhonů. Pro trvalky je tato dynamika zásadní, protože tyto rostliny procházejí v průběhu roku výraznými změnami. Během zimy mnoho druhů zatahuje a během sezóny dochází k významnému nárůstu jejich hmoty. Problémem je také jejich vzájemné ovlivňování, kdy vyšší druhy často přerůstají ty pod nimi, což může ovlivnit jejich další vývoj. Ve vertikálních stěnách je důležitý i typ růstu rostlin a možnost vytvoření převislého efektu. Výběr vhodných druhů proto závisí nejen na jejich požadavcích, ale také na jejich správné kombinaci ve stěnách (Matiska 2017). Rostliny v kaskádových zahradách musí vykazovat vysokou odolnost nejen vůči vysokým teplotám a intenzivnímu slunečnímu záření, ale i k možnému mechanickému poškození. Na stěnách, které jsou odvráceny od přímého slunečního světla, je také prostor pro větší zastoupení stálezelených listnatých dřevin (Pejchal 2011).

Při výběru vhodných rostlin je vždy klíčové zvážit jejich budoucí stanoviště. Do vertikálních stěn se hodí jiné druhy s odlišnými habitusy než do tradičních záhonů. Rostliny ideální pro vertikální stěny by měly mít nižší vzrůst, aby se vkusně začlenily do celkové kompozice. Důležitá je také schopnost rychlého pokrytí plochy a zachování atraktivního vzhledu po celý rok, což neplatí pro druhy, které v zimě zatahují nadzemní část a obnovují se až na jaře. V našich klimatických podmínkách je rovněž klíčová odolnost rostlin vůči nízkým teplotám pod bodem mrazu (Matiska 2020). Právě proto saháme po trvalkách pro jejich schopnost pravidelně obrůstat (Staffler 2016).

3.4.1 Rostliny nejčastěji používané ve vertikálních zahradách

***Deschampsia caespitosa* 'Goldtau'**

Rod *Deschampsia* je zařazena jako většina okrasných travin do čeledi *Poaceae*. Metlice trsnatá vytváří pravidelné trsy s převislými kopinatými, tmavozelenými listy. V červenci rozkvétají zelené klásky, které postupně získávají žlutý odstín. Dorůstá výšky 40–60 cm. Je nenáročná, snáší slunné i polostinné stanoviště. Vyhovuje jí vlhko, ale celkem dobře snáší období sucha. Kvete v červenci. Může být použita jako solitéra. (Brickell 2008; Lancaster 2003; Ryšán 2023; Pavlík 2006).



Obrázek 1: *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau'
(<https://moravske-sady.cz>)¹

Festuca glauca

Kostřava stříbrná spadá do čeledi *Poaceae*. Tato travina se vyznačuje šedomodrými hustými trsy a úzkými jasně modrými listy a tuhými stébly. Dorůstá výšky 15–25 cm. Vyžaduje slunné stanoviště a sucho písčitou půdu. Na vlhkých stinných místech může začít vyhnívat. Od května do července vykvétají vzdušné klásky (Brickell 2008; Ryšán 2023).



Obrázek 2: *Festuca glauca*
(<https://www.zcstrakovo.cz>)

Festuca ovina

Stejně jako Kostřeva stříbrná patří kostřava ovčí do čeledi *Poaceae*. Je to nízká tráva dosahující výšky 30–40 cm. Je ideální pro plošnou výsadbu travních koberců. Její listy mají šedozelenou barvu. Kostřava je vhodná do suchých písčitých půd. Hodí se spíše do polostínu (Šrot 2016).



Obrázek 3: *Festuca ovina*
(<https://www.semenaonline.cz>)

Fragaria vesca

Jahodník patří do čeledi *Rosaceae*. Je to víceletá rostlina s rychlým růstem, který vytváří souvislé porosty. Jeho přirozeným stanovištěm jsou slunná až polostinná místa na mírně vlhkých, humózních půdách. Jahodník tvoří přízemní růžice dosahující výšky 20–25 cm a květy rozkvétají od května do září. (Rausch & Lotz 2004; Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 4: *Fragaria vesca*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Koeleria glauca

Rod *Koeleria* je zařazen do čeledi *Poaceae*. Smělek sivý je nízká trsovitá tráva dorůstající do výšky 15–35 cm. Její listy mají stříbřitý odstín. Je dekorativní zejména díky svým květům, které tvoří husté klásky vhodné i k sušení. Hodí se do skupinových výsadeb, na skalky nebo do kontejnerů. Nejlépe prospívá na suchých slunných místech (Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 5: *Koeleria glauca*
(<https://www.zahradnictvohalaszk.sk>)

Koeleria macrantha

Rod *Koeleria* je zařazen do čeledi *Poaceae* (Solilová & Opatrná 2005). Smělek štíhlý je nízká trsovitá travina, která je dekorativní zejména díky svým květům, jež se objevují v období od června do července. Její hustá květenství tvoří husté klásky, která při dozrávání získávají zlatou barvu. Listy jsou ploché a široké. Smělek může dorůst výšky 20–50 cm a je vhodný k vysazení ve skupinách, na skalkách nebo v kontejnerech. Upřednostňuje suchá a slunná stanoviště. (Straková et al. 2007; Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 6: *Koeleria macrantha*
(<https://www.zahradnictvi-flos.cz>)

3.4.2 Rostliny vhodné pro jih a východ

***Armeria maritima* 'Leuchtendrosa'**

Rod *Armeria* patří do čeledi *Plumbaginaceae* (Koblížek 2006). Trávníčka přímořská je drobná skalnička, která vytváří nízké polštáře. Je ideální na slunná stanoviště s propustnou písčitou půdou. Její listy připomínají travu. (Solilová & Opatrná 2005). Vykvétá od května do listopadu. Květy jsou nálevkovité sytě růžové. Listy trávovité tvořící hustou růžici. Vyskytuje se na mořských pobřežích, slaništích loukách a suchých trávnících (Bellman 2023).



Obrázek 7: *Armeria maritima* 'Leuchtendrosa'
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Saponaria ocymoides

Mydlice bazalkovitá je vytrvalá bylina patřící do čeledi *Caryophyllaceae* (Brickell 2008). Je 10 cm vysoká, vytváří bohatě kvetoucí převislé polštáře. Vykvétá od června do srpna světlivě růžovými květy. Mydlice vyžaduje slunná místa a propustné písčité půdy. Je vhodná do skalky, na trvalkové záhony, do zídek i koryt (Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 8: *Saponaria ocymoides*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

***Stipa tenuissima* 'Pony Tails'**

Rod *Stipa* je zařazen do čeledi *Poaceae*. Kavyl pérovitý je nižší, trsovitě rostoucí travina, zralé klasy mají nápadně dlouhé osiny. Dorůstá do výšky až 40 cm. Listy jsou velmi úzké až nitřovité, vzpřímené, jasně zelené a mohou být dlouhé až 30 cm. Květy se objevují v červenci až srpnu na úzkých vlnících pérovitých latách. Mají bílou barvu, která postupně přechází do jemně zlatavé. Upřednostňuje méně živné, středně těžké až lehké půdy. A roste nejlépe na slunných suchých místech. Je vhodný pro skupinové výsadby (Brickell 2008; Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 9: *Stipa tenuissima* 'Pony Tails'
(<https://www.lumigreen.cz>)

Thymus serpyllum

Mateřídouška úzkolistá spadá do čeledi *Lamiaceae*. Mateřídouška vytváří zelené husté polštáře. Dorůstá do výšky 5 cm (Brickell 2008). Její růžové květy rozkvétají od června do července. Tato rostlina prosperuje v lehkých, písčitých i mírně kyselých půdách (Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek10: *Thymus serpyllum*
(<https://www.semenaonline.cz>)

3.4.3 Rostliny vhodné pro sever a západ

Andromeda polifolia

Andromeda je zařazena do čeledi *Ericaceae* (Koblížek 2006). Kyhanka sivolistá je jedovatý keř i keřík, často plazivý. Její úzké, podlouhlé listy zůstávají stálezelené. Vyrůstá do výšky 10–30 cm. Květy vykvétají od května do srpna, jsou baňkovité, bílé až světle růžové. Plodem je tobolka. Kyhance nejvíce vyhovuje polostín a vlhké prostředí, proto se často vyskytuje na vřesovištích. *Andromeda* je silně ohrožená, v České republice je chráněná (Bellman 2023; Ryšán 2023; Franc et al. 2013).



Obrázek 11: *Andromeda polifolia*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Campanula poscharskyana

Rod *Campanula* řadíme do čeledi *Campanulaceae* (Machala et al. 1964). Zvonek balkánský je drobná skalnička i polštářově rostoucí trvalka. Dorůstá do výšky 15 cm. Květy jsou modrofialové, široce otevřené jako hvězda, objevují se od června do srpna. Pro zvonek jsou nejvhodnější slunná až polostinná místa, písčité a propustné stanoviště (Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 12: *Campanula poscharskyana*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

***Euonymus fortunei* 'Emerald'n Gold'**

Rod *Euonymus* je řazen do čeledi *Celastraceae*. Brslen Fortuneův je široce zakrslý poléhavý keř, který může být ve stáří vzpřímený. Jeho listy jsou stálezelené, vejčité se žlutým panašováním, v zimě s růžovým nádechem. Květy jsou nenápadné a objevují se od červnu do července. Plodem je tobolka. Preferuje živné, humózní a čerstvě vlhké půdy. Trpí na pozdní mrazíky (Koblížek 2006; Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 13: *Euonymus fortunei* Euonymus fortunei 'Emerald'n Gold'
(<https://moravske-sady.cz>)

Lysimachia nummularia

Rod *Lysimachia* je řazen do čeledi *Primulaceae* (Machala et al. 1964). Vrbina penízková je trvalka vytvářející dlouhé šlahouny. Rostlina dorůstá do výšky 5 cm, dobře snáší slunce i polostín a vlhké půdy. Během léta rozkvétají její žluté květy. Vrbina je vhodná ke zpevnění břehů vodních ploch nebo jako náhrada trávníku v zastíněných místech. (Brickell 2008; Lancaster 2003).



Obrázek 14: *Lysimachia nummularia*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Pachysandra terminalis

Rod *Pachysandra* náleží do čeledi *Buxaceae*. Tlustonitník klasnatý je stálezelený polokeř dorůstající výšky 20 cm (Koblížek 2006). Listy jsou lesklé. Smetanově bílé květy se objevují od dubna do května. Nejvhodnější stanoviště je vlhké v polostínu až stínu. Je vhodná pro skupinové výsadby pod stromy i jako náhrada trávníku (Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 15: *Pachysandra terminalis*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Vinca minor

Vinca se řadí do čeledi *Apocynaceae*. Barvíněk nízký je plazivý, stálezelený polokeř, který vytváří nekvetoucí, plazivé výběžky dosahující výšky až 10 cm. Jeho listy jsou lesklé. Květy, které rozkvétají na jaře a na podzim, mají fialově modrou barvu. Barvíněk je ideální jako náhrada trávníku, protože dokáže vytvořit souvislé porosty. Pro svůj růst preferuje polostinná stanoviště s živnou a vlhkou půdou (Koblížek 2006; Lancaster 2003; Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 16: *Vinca minor*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

3.4.4 Rostliny nevhodné pro vertikální stěny

Arctostaphylos uva-ursi

Druh *Arctostaphylos* je řazen do čeledi *Ericaceae* (Koblížek 2006). Medvědice lékařská je nízký, široce rozložitý až poléhavý stálezelený keřík. Výhony má dlouhé, hustě olistěné. Listy jsou obvejčité, kožovité s typickou síťnatou žilnatinou. Květy drobné, baňkovité, zelenavě bílé až růžové, vykvétají na přelomu března a dubna. Plodem je tmavě červená, kulovitá, lesklá peckovice. Keř dorůstá výšky 10–20 cm a šíře 50–70 cm (Franc et al. 2013).



Obrázek 17: *Arctostaphylos uva-ursi*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Berberis candidula

Berberis řadíme do čeledi *Berberidaceae*. Dřišťál běloučký je zakrslý, hustě větvený keřík, který dorůstá výšky 0,3–0,6 m. Je charakteristický až 2 cm trny. Listy jsou stálezelené, temně zelené, lesklé a kontrastně bílé na rubu. Zlatožluté květy ve tvaru zvonku se objevují v květnu. Plody jsou elipsoidní, modré bobule s bělavým ojíněním. Dřišťál je vhodný pro polostinná a chráněná stanoviště, na půdu je nenáročný. (Koblížek 2006; Hieke 2003).



Obrázek 18: *Berberis candidula*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Cotoneaster dammeri

Rod skalník zahrnuje velké množství druhů a řadíme je do čeledi *Rosaceae*. Skalník Dammerův je stálezelený poléhavý keř s kořenujícími větvíčkami. Listy jsou drobné, lesklé a na spodní straně jsou plstnaté. Kvete v období od května do června bílými jednotlivými květy. Plodem jsou červené malvice. Skalník vyžaduje slunce a propustné spíše sušší i vápenaté půdy (Hurych 2003; Koblížek 2006).



Obrázek 19: *Cotoneaster dammeri*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Gaultheria procumbens

Čeď *Ericaceae* zahrnuje i rod *Gaultheria*. Libavka poléhavá je nízký, stálezelený odnožující keřík, dorůstající až do výšky 15 cm. Listy jsou oválné, kožovité, lesklé a mají silnou aromatickou vůni. Květy jsou nenápadné, baňkovité, bělorůžové a rozkvétají v období od července do srpnu. Plody jsou velmi dekorativní, kulovité a jasně červené, zejména na podzim. Vyžaduje kyselé humusovité půdy s dostatkem vláhy a polostinné stanoviště. Je hodná k vytvoření souvislého porostu (Hurych 2003; Koblížek 2006).



Obrázek 20: *Gaultheria procumbens*
(<https://www.gardeo.cz>)

***Juniperus communis* 'Repanda'**

Rod *Juniperus* je řazen do čeledi *Cupressaceae*. Jalovec obecný je světlomilný stálezelený jehličnatý keř. Kultivar 'Repanda' je zakrslý a poléhavý, s větvemi rovnoměrně rozprostřenými. Dorůstá do výšky 0,3–0,7 m a šířky až 2,5 m. Jeho listy jsou jehlicovité, šedozelené uspořádané v trojčetných přeslenech. Nesnáší znečištěná ovzduší. Nejlépe prospívá na sušších, dobře propustných i chudších stanovištích, ale snese kyselou půdu (Hieke 2003; Hurych 2003; Koblížek 2005).



Obrázek 21: *Juniperus communis* 'Repanda'
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Lamiaeum galeobdolon

Lamiaeum náleží do čeledi *Lamiaceae*. Pitulník žlutý je rychle se rozrůstající trvalka, vytvářející dlouhé plazivé výhony dosahující výšky 15–20 cm. Je ideální jako podrost pod stromy nebo jako náhrada trávniku. Žluté hluchavkovité květy rozkvétají od května do července. Listy jsou polostálezelené a zdobí je stříbrná kresba. Pitulník je nenáročný a dobře se přizpůsobuje i suchému stínu. (Machala et al. 1964; Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 22: *Lamiaeum galeobdolon*
(<https://www.biolib.cz/cz>)

Laurocerasus officinalis

Rod *Laurocerasus* je zařazen do čeledi *Rosaceae*. Bobkovišeň lékařská je stálezelený keř (Hieke 2003). Tento keř dosahuje výšky 2–3 m a kožovité, lesklé listy jsou dlouhé až 15 cm. Květy jsou bílé, uspořádané do přímých, štíhlých a hustých hroznů. Rozkvétají v květnu a na podzim slabě remontují. Plody jsou černé peckovičky. Rostlina je jedovatá a nejlépe prosperuje na chráněných polostinných stanovištích s propustnou a živnou půdou. (Hurych 2003).



Obrázek 23: *Laurocerasus officinalis*
(<https://www.botany.cz/>)

Pachystima canbyi

Pachystima náleží do čeledi *Celastraceae*. Je stálezelený poléhavý keřík dosahuje výšky 20–30 cm. Jeho listy jsou lesklé a květy drobné, červené vykvétají od dubna do května. Plodem je kožovitá tobolka se semenem obaleným bílým míškem. Tato rostlina nejlépe prosperuje v kyselých, propustných půdách a preferuje stinné stanoviště (Koblížek 2006).



Obrázek 24: *Pachystima canbyi*
(<https://www.zahradnictvi-cervena.cz>)

Phleum pratense

Phleum náleží do čeledi *Poaceae*. Bojínek luční je vytrvalá trsnatá rostlina, která může dorůstat do výšky 30–120 cm. Kvete od června do srpna na vlhkých loukách, pastvinách a trávnicích. Lichoklas je válcovitého tvaru 6–20 cm dlouhý, klásky jsou bez osin (Botany 2024; Straková et al. 2007).



Obrázek 25: *Phleum pratense*
(<https://www.zahradnictvi-flos.cz>)

Phlox subulata

Phlox náleží do čeledi *Polemoniaceae*. Plamenka šídlovitá je nízká trvalka, dorůstající výšky 10–15 cm, která vytváří husté koberce. Její listy mají úzký jehlicovitý tvar. Květy rozkvétají od dubna do května v široké škále barev, od bílé, růžové až po fialovou. Plamenka je vhodná do skalek, suchých zídek. Nejlépe prosperuje na slunci v propustné půdě (Machala et al. 1964, Ryšán 2023).



Obrázek 26: *Phlox subulata*
(<https://www.skalnicky.cz>)

***Taxus baccata* 'Repandens'**

Tis červený náleží do čeledi *Taxaceae*. Kultivar 'Repandens', je zakrslý, poléhavý stálezelený keř. Jeho vodorovně rozprostřené větve jsou hustě členité a převisající. Tento kultivar dosahuje výšky 60–80 cm a šířky 3–4 m. Jeho semena jsou černá, obalená červeným dužnatým míškem. Pro optimální růst je vhodné umístění na středně vlhké, propustné, živné a vápenaté půdě, avšak dokáže snést i chudší slabě kyselé stanoviště. Rostlina je jedovatá (Hieke 2003; Koblížek 2005).



Obrázek 27: *Taxus baccata* 'Repandens'
(<https://www.biolib.cz/cz>)

3.5 Péče o vertikální zahrady

Vegetace vertikálních zahrad je zcela závislá na dobře fungující závlaze, a i krátkodobé poruchy a výpadky závlahy mohou vést ke stoprocentnímu úhynu rostlin. Prvořadá je proto stálá kontrola funkce a pravidelná údržba závlahového systému. Prioritou proto musí mít prevence spočívající v použití kvalitní závlahové vody s minimální tvrdostí a nízkým obsahem minerálů. Přikojování provádět na základě chemických rozborů (Burian et al. 2022).

Objem substrátu je u všech typů vertikálních zahrad relativně malý a podmínky nelze vůbec srovnávat s pěstováním rostlin ve volné půdě. Výměna substrátu je po celou dobu životnosti vertikální zahrady nemožná a udržení nezasoleného substrátu v dobrém stavu je pro vertikální zahradu limitující. Dalšími činnostmi při péči o vertikální zahrady je odstraňování náletů plevelných rostlin a výměna uhynulých rostlin a jejich částí. Důležitá je také pravidelná kontrola konstrukce vertikální zahrady, zejména kotevních prvků (Burian et al. 2022). Minimální údržba systému, zahrnující odplevelení a občasnou výměnu rostlin (Margolis & Robinson 2007). Na podzim odstraníme žlutnoucí listy, zatahujících trvalek až u země, stálezelené ponecháme a zakryjeme. Ať už je zimní kryt jakýkoliv, ponecháme jej na rostlinách až do předjaří, kdy už neočekáváme žádné silnější mrazy (Vaněk et al. 1973).

Choroby trvalek mohou být vyvolány jednak parazity, jednak neparazitními vlivy. Neparazitické choroby, tzv. choroby fyziologické vznikají jako důsledek reakce rostliny na nevhodné prostředí. Parazitické choroby jsou vyvolány viry, bakteriemi a houbami. Dále jsou poškození rostlin způsobena živočišnými škůdci (Vaněk et al. 1973).

4 Materiál a metody

Monitoring probíhal v rámci bakalářských prací na Katedře zahradní a krajinné architektury, podle metodiky vypracované týmem odborníků z KZKA pod vedení Ing. Miroslava Kunta, Ph.D. „jako součást grantu: CZ.07.1.02/0.0/0.0/16_023/0000111 Rozšíření a podpora transferu technologií a znalostí na ČZU realizací aktivit „proof-of-concept“; OPPPR ČZU pro rok 2017–2018, podprojekt 07 - Vertikální zahrady. Monitoring probíhal od listopadu 2017 do prosince 2020. Metodika byla vypracována dle Machovec (1982), Pejchal (2008), Bulíř (2013)“ (Čechová 2022).

Průběh hodnocení vertikálních zahrad ČZU

V rámci výzkumu, který probíhal na Katedře zahradní a krajinné architektury ČZU v Praze, se Kateřina Čechová zaměřila na hodnocení pokusných zelených stěn. „Pokusné stěny jsou umístěny v areálu České zemědělské univerzity v Praze na Suchdole, zeměpisné souřadnice: 50°07'52.1"N 14°22'43.3"E.“ (Čechová et al. 2022). Výzkum sledoval prospívání jednotlivých druhů ve vertikálních zahradách v klimatických podmínkách České republiky, konkrétně v Praze 6 – Suchdole. Lokalita leží v nadmořské výšce 274 m. n. m. (CENIA – Topografické mapy ČUZK 2020)“ (Čechová 2022).

Metodika hodnocení vertikální zeleně dle Kateřiny Čechové

Vlastní metodiku hodnocení vertikální zeleně vytvořila pro účely výše uvedeného grantu Kateřina Čechová, která na tento výzkum vypracovala svojí disertační práci.

„Všeobecné informace

- Druhové zařazení
- Světová orientace stěny

Fyziologické vlastnosti

- Vitalita
- Zdravotní stav
- Barevné změny
- Habitus – kompaktnost – omezování okolních druhů

Estetické vlastnosti

- Rychlost zapojení se do kompozice
- Estetická hodnota
- Celoroční působnost
- Kvetení
- Vyžadované pěstební zásahy

Doplňující informace

- Datum měření
- Poznámka

Při inventarizaci musí být každé rostlině rostoucí ve vertikální zahradě přiřazen unikátní kód, sloužící k její identifikaci. Tento bude využíván při kontinuálním hodnocení. Je nutné rostliny hodnotit jednotlivě, a ne jako skupiny, protože jeden slabý jedinec může uhynout, přičemž celá skupina prosperuje dále.

Fyziologické a estetické vlastnosti je vhodné měřit v naplánovaných frekvencích v průběhu roku. Optimální je 12 až 24 měření v průběhu roku, tedy jedno až dvě za každý kalendářní měsíc, nebo 5 měření za rok: předjaří, jaro, léto, podzim, zimu. U vertikálních zahrad ČZU byla zvolena frekvence 24 měření v průběhu roku.

Všeobecné informace

Druhové zařazení

Název rostliny je uváděn v každém případě latinsky a to kurzívou. Český název je možné uvést, ale není nutností. U každé rostliny musí být určeno přesné rodové i druhové zařazení. Ve výjimečných případech, kdy není možné druh rostliny určit je uváděno alespoň rodové jméno s přídatkem sp. (species). Pokud se jedná o určitý kultivar rostliny, je nezbytné uvést i ten. V případě, že je dostupný osazovací plán, není nutné rostliny určovat a jejich druhové zařazení bude převzato z plánu. I přesto je nutná kontrola v terénu, jestli byly zvoleny stejné rostliny i kultivary.

Světová orientace stěny

Světová orientace je zapisována pomocí velkého písmene představující zkratku českého pojmenování světové strany. S – sever, J – jih, V – východ, Z – západ. V případě, že nebude orientace čistě na jednu světovou stranu, uvede se zkratka obou světových stran (např. SV – severovýchod). Z hlediska přesnosti je vhodné uvádět i výraznější odchylky jako SSV – severo-severovýchod. Pokud se jedná o oboustrannou samostatně stojící stěnu, je uváděna pouze ta světová strana, na které je rostlina vysazena.

Fyziologické vlastnosti

Vitalita

Hodnocení vitality rostliny se bude odvíjet podle typu rostliny. Některé okrasné trávy a trvalky, které přezimují v podzemních částech, není možné hodnotit v zimním období. V tomto případě je tento údaj vynechán. U opadavých dřevin je taktéž vynecháno zimní období. U jehličnatých a stálezelených dřevin a ostatních okrasných travin je vitalita sledována i v zimním období.

Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice. Přičemž více bodů znamená lepší vitalitu:

- 5 – optimální (podmínky rostlině zcela vyhovují),
- 4 – mírně snížená (rostlina vykazuje mírně zhoršené vlastnosti oproti normálu),
- 3 – středně snížená (rostlina prospívá zřetelně hůře),
- 2 – velmi snížená (rostlině se nedaří, pouze přežívá),
- 1 – žádná (odumřelý jedinec).

Hodnocení vitality závisí primárně na úsudku hodnotitele, v rámci vitality jsou sledovány následující vlastnosti, jejichž zhoršení nebo odchylka od normálu vede ke snížení dosažených bodů.

- celkový habitus (nepravidelný růst, menší nebo větší vzrůst),
- změny v kvetení, plodech oproti normálu,
- prosychání (částečné i celkové),
- olistění (barevné změny, předčasný opad, nekrózy),
- zdravotní stav (ovlivňuje vitalitu, ale bude řešen v samostatné kategorii),
- poranění (převážně u dřevin),
- hniloba,
- nepříznivé umístění těžiště (u větších rostlin, hrozí vyvrácení rostliny ze stěny vzhledem k omezenému kořenovému systému květináčem).

Zdravotní stav

Zdravotní stav rostliny může být ovlivňován chorobami a škůdci. Jeho zhoršení může být vyvoláno i abiotickými faktory, potom jej označujeme jako poruchu.

Jakákoli odchylka od normálu značí zhoršení zdravotního stavu a snížení bodového ohodnocení. Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice. Přičemž více bodů znamená lepší zdravotní stav:

- 5 – optimální,
- 4 – mírně snížený,
- 3 – středně snížený,
- 2 – velmi snížený,
- 1 – špatný (odumřelý jedinec).

Při zjištění zhoršeného zdravotního stavu je vhodné určit jakým faktorem je tato skutečnost způsobena a uvést toto v poznámce.

Barevné změny

Barevné změny jsou částečně zahrnuty ve vitalitě, ale vzhledem k vysoké estetické náročnosti na vertikální zahrady, je vhodné věnovat jim samostatnou kategorii.

Barevné změny se nejčastěji objevují na listech a mohou být způsobeny virovými chorobami, ale i abiotickými faktory (nedostatek určitých prvků, nedostatek nebo přemíra světla, špatná zálivka). Může se jednat také o genetickou vadu.

Pokud se jedná o barevný kultivar, je důležité zhodnotit, jestli jeho barevnost odpovídá normálu. Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice. Přičemž odchylka od normálu snižuje počet bodů:

- 5 – standartní barevnost,
- 4 – mírná odchylka v barevnosti,
- 3 – střední odchylka v barevnosti,
- 2 – výrazná odchylka v barevnosti,
- 1 – celkově jiná barevnost.

Habitus – kompaktnost – omezování okolních druhů

Do zelených stěn jsou nejvyužitelnější kompaktní druhy, které si udržují svůj tvar. Jen v případě, pokud z estetického důvodu je navrhován převis nebo jiný aspekt, který popírá kompaktnost, jsou voleny nekompaktní druhy.

Kompaktní rostliny:

- nesmí omezovat okolní druhy v kompozici,
- měly by mít malé a stejnoměrné přírůstky,
- nesmí výrazně převisat přes okraj nádoby,
- nesmí být příliš vzrůstné.

Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice. Přičemž odchylka od normálu snižuje počet bodů:

- 5 – kompaktní druh, bohatá hmota, držící stálý tvar, neomezuje okolní rostliny,
- 4 – mírně snížená kompaktnost, téměř neomezuje okolní rostliny,
- 3 – středně bujná, méně kompaktní, téměř neomezuje okolní rostliny,
- 2 – velmi snížená kompaktnost (bujně rostoucí, rozkleslá, částečně narušuje vzhled stěny), zasahuje do růstu okolních rostlin,
- 1 – nekompaktní druh (značně bujný, narušuje vzhled stěny), silně omezuje okolní rostliny.

Estetické vlastnosti

Rychlost zapojení se do kompozice

Vertikální zahrady jsou založeny na rychlém nástupu efektu z kompozice, tudíž je důležité, aby rostliny začaly utvářet působivou kompozici co nejdříve.

Zapojený druh do kompozice:

- má vyvinutý stonek a listy v optimální velikosti,
- svou hmotou vyplňuje celý svůj vymezený prostor,
- tvoří kompaktní habitus,
- v kompozici působí esteticky.

Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice. Přičemž vyšší stupeň zapojení se obdrží více bodů:

- 5 – zapojený druh,
- 4 – druh zapojený z 75 %,
- 3 – druh zapojený z 50 %,
- 2 – druh zapojený z 25 %,
- 1 – nezapojený druh.

Tato hodnota se bude v průběhu roku měnit, podle toho, jak rychle se bude rostlina do kompozice zapojovat. Jejím zprůměrováním na konci roku bude dosaženo výsledné hodnoty rychlosti zapojení se do kompozice.

Estetická hodnota

Estetická hodnota je velmi subjektivní údaj a její zhodnocení závisí na estetickém citění hodnotitele.

Esteticky hodnotné rostliny:

- mají přiměřeně kompaktní habitus,
- mají zajímavou barvu listů (výrazná barevnost, žilkování, mapy...),
- mají výrazné kvetení,
- mají dlouhodobé kvetení nebo remontují,
- mají zajímavé plody (barevnost, tvar, velikost),
- mají plody, které vydrží přes zimní období,
- mají jiný neobvyklý estetický efekt.

Rostlina nemusí splňovat všechny výše uvedené vlastnosti, aby byla ohodnocena vysokým počtem bodů. Pokud bude některá její vlastnost natolik výrazná, že převýší všechny ostatní vlastnosti, které má daná rostlina průměrné, je možné tuto rostlinu ohodnotit vysoce.

Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice. Přičemž vyšší stupeň estetiky obdrží více bodů:

- 5 – esteticky hodnotný druh (poutá pozornost),
- 4 – mírně snížená hodnota (esteticky působící),
- 3 – středně snížená hodnota (drobné nedokonalosti, rostlina stále působí esteticky),
- 2 – velmi snížená hodnota (neestetická, nedokonalosti narušující vzhled stěny),
- 1 – esteticky nevhodný druh (značné nedokonalosti narušující vzhled stěny).

Celoroční působnost

Celoroční působnost rostliny vysoce závisí na rychlosti jejího zapojení se do kompozice a na estetické hodnotě.

Celoročně působné rostliny mají určité vlastnosti, které se periodicky střídají po celé vegetační období i zimu.

- zajímavé pro rašení u opadavých dřevin,
- kvetení,
- plody,
- celoroční olistění (listy, jehlice),
- zimní efekt (zajímavé plody, habitus opadaných listnáčů, suché listy travin, barevné dřevo).

Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice. Přičemž celoročně působivé rostliny obdrží nejvíce bodů:

- 5 – celoročně působivá rostlina, která musí vytvářet zajímavý efekt i v zimě,
- 4 – rostlina má alespoň nevýrazný zimní efekt,
- 3 – rostlina nemá zimní efekt, ale výraznou působnost ve vegetačním období,
- 2 – rostlina je působivá více než z poloviny vegetačního období,
- 1 – rostlina není působivá ani z poloviny vegetačního období.

Kvetení

Výrazné nebo dlouhodobé kvetení zvyšuje estetickou hodnotu rostliny. Určováno bude pouze u kvetoucích rostlin. Při hodnocení kvetení jsou ceněny následující vlastnosti:

- barva květu (výrazná barva),
- tvar květu (pravidelný nebo naopak nepravidelný či jinak zajímavý),
- velikost květu/množství květů (líbivé jsou velké květy i množství drobných květů),
- délka kvetení (déle kvetoucí rostliny zvyšují estetickou působnost),
- remontace (možnost remontace zvyšuje estetickou působnost),
- vůně květů,
- lákavost květů pro opylovače.

Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice a bude záviset na úsudku hodnotitele. Čím více výše vyjmenovaných vlastností bude rostlina mít, tím obdrží více bodů:

- 5 – výrazně kvetoucí druh,
- 4 – méně výrazné kvetení,
- 3 – průměrné kvetení,
- 2 – podprůměrné kvetení,
- 1 – zanedbatelné kvetení.

Vyžadované pěstební zásahy

Vertikální zahrady mohou být umístěné na budovách ve vysokých výškách, kde nejsou možné téměř žádné pěstební zásahy. Ty jsou prováděny maximálně jednou ročně a jejich provedení bývá velice nákladné. Proto je vhodné do takovýchto prostor zvolit rostliny, které pěstební zásahy nevyžadují. Za pěstební zásah není považováno doplnění zálivkové vody a hnojiva. Pěstební zásahy zahrnují zastřihávání, nutnost odstranění odkvetlých květů nebo plodů, prořezávání.

Hodnoceno bude na základě pětibodové hodnotící stupnice. Přičemž vyšší potřeba pěstebních zásahů v průběhu roku bude znamenat snížení bodového ohodnocení:

- 5b – žádný pěstební zásah,
- 4b – nejvýše jeden zásah,
- 3b – nejvýše 2 zásahy,
- 2b – nejvýše 3 zásahy,
- 1b – 4 a více zásahů v průběhu roku.

Doplňující informace

Datum měření

Pro komplexnost údajů je nutné uvádět vždy datum měření, a to ve formátu den. měsíc. rok (XX.YY.ZZZZ)

Poznámka

V poznámkách jsou uváděny údaje, které rozšiřují některé údaje uváděné pouze hodnotícími stupnicemi a další údaje, které nebyly zahrnuty jinak“ (Čechová 2022).

5 Výsledky

Čechová (2022) ve svém výzkumu vybrala rostlinné druhy s potenciálem pro růst ve vertikálních zahradách. V listopadu 2017 byly nainstalovány stěny a osazeny 13 různými druhy rostlin na každou světovou stranu. Od každého druhu bylo použito 45 exemplářů.

5.1 Monitorované rostliny

Při výběru rostlin byly brány v úvahu stanovištní podmínky, ale i orientace stěn, aby byla zajištěna pestrost druhů včetně okrasných travin, trvalek a dřevin.

Na jižní a východní stěnu byly nasázeny druhy jako „*Arctostaphylos uva-ursi*, *Armeria maritima* 'Leuchtendrosa', *Berberis candidula*, *Cotoneaster dammeri*, *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Gaultheria procumbens*, *Koeleria glauca*, *Koeleria macrantha*, *Lamium galeobdolon*, *Phleum pratense*, *Thymus serpyllum*“ (Čechová 2022).

Na západní a severní orientaci byly vybrány druhy jako „*Andromeda polifolia*, *Euonymus fortunei* 'Emerald'n Gold', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Juniperus communis* 'Repanda', *Koeleria glauca*, *Koeleria macrantha*, *Lamium galeobdolon*, *Laurocerasus officinalis* 'Caucasica', *Phleum pratense*, *Taxus baccata* 'Repandens', *Vinca minor*“ (Čechová 2022).

Na jaře roku 2018 byly vyhodnoceny rostliny, které nepřežily zimní období nebo prokázaly nízkou estetickou hodnotu ve stěně. Tyto neperspektivní druhy byly vyřazeny z pozorování a nahrazeny jinými potencionálně perspektivnějšími druhy. Každý druh byl vysazen v počtu 41 ks, aby byla zajištěna statistická přesnost. Nový sortiment pro jižní a východní orientaci byl zvýšen počet trvalek na úkor dřevin, které se ukázaly jako méně vhodné pro další pěstování.

Novými druhy jsou „*Arctostaphylos uva-ursi*, *Armeria maritima* 'Leuchtendrosa', *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Gaultheria procumbens*, *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Koeleria glauca*, *Pachystima canbyi*, *Phlox subulata*, *Saponaria ocymoides*, *Stipa tenuissima* 'Pony Tails', *Thymus serpyllum*“ (Čechová 2022).

Sortiment pro západ a sever byl: „*Andromeda polifolia*, *Campanula poscharskyana*, *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Euonymus fortunei* 'Emerald'n gold', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Koeleria glauca*, *Lamium galeobdolon*, *Lysimachia nummularia*, *Pachysandra terminalis*, *Taxus baccata* 'Repandens', *Vinca minor*“ (Čechová 2022).

5.2 Hodnocené rostliny podle metodiky

Hodnocení rostlin v rámci metodiky zahrnovalo posouzení jejich vhodnosti pro pěstování ve vertikálních zahradách v závislosti na orientaci světových stran.

5.2.1 Rostliny vhodné do vertikálních stěn pro všechny světové orientace

Na základě monitoringu provedeného Čechovou (2022) lze pro pěstování ve vertikálních zahradách se substrátem doporučit druhy jako *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Koeleria glauca* a *Koeleria macrantha* pro všechny

světové orientace. *Festuca glauca* a *Koeleria glauca* jsou vhodné pro pěstování na severní straně v menších plochách nebo pro bodovou výsadbou. Jejich stálezelenost a kompaktní tvar je zvláště atraktivní.

Traviny jsou všeobecně ceněné pro použití v zelených stěnách, především díky své stálezelenosti a kompaktnímu habitu, který přispívá k atraktivnímu vzhledu. Aby však byla zachována estetická působnost travin, je nutné provádět alespoň jednou ročně pěstební zásah. Tento zásah spočívá v odstranění suchých květenství a listů. Pokud jsou traviny ponechány bez pěstební zásahu po více let, může dojít k postupnému převládání stařiny nad mladými listy a celkově k oslabení a postupnému odumírání rostliny. Všechny hodnocené traviny v této kategorii se vyznačovaly vysokým procentem úspěšného přesevu. Díky němuž umožnil travinám kolonizovat prázdné květináče po odumřelých rostlinách, čímž vytvářely nové rostliny bez nevzhledné stařiny.

Rostlinou s nejlepšími průměrnými výsledky, pokud jde o druhy pěstované ve všech světových orientacích, byla *Fragaria vesca*. *Fragaria* byla velmi vitální a po celou vegetační sezónu zdobila stěnu svými květy a plody. *Fragaria* je velmi ceněná i pro svůj rychlý nástup do kompozice. Podobně jako u travin je vhodné u *Fragaria vesca* provést odstrižení suchých listů, což napomáhá udržet její estetickou hodnotu.

5.2.2 Rostliny vhodné do vertikálních zahrad orientovaných na jih a východ

Čechová (2022) dále uvedla rostliny vhodné do vertikálních zahrad orientovaných na jih a východ a doporučila *Armeria maritima* 'Leuchtendrosa', *Saponaria ocymoides*, *Stipa tenuissima* 'Pony Tails' a *Thymus serpyllum*.

U jižní orientace bylo nižší bodové hodnocení u všech hodnocených druhů způsobeno technickými problémy s jednou z pokusných stěn. *Saponaria ocymoides* a *Thymus serpyllum* se pohybují pouze mírně nad hraničními třemi body. Naopak *Armeria maritima* se díky své stálezelenosti a výraznému kvetení jevila jako vhodná volba. Trávníčka je také doporučena pro vertikální zahrady díky svému kompaktnímu polštářovitému habitu, který umožňuje snadné začlenění do kompozice.

Saponaria ocymoides obdržela nižší hodnocení v porovnání s ostatními doporučenými rostlinami pro jižní a východní orientaci kvůli tomu, že se na zimu zatahuje. Její suché části rostliny působily na zelené stěně neesteticky a na jaře je bylo nutné odstranit. Nicméně, mezi její pozitivní vlastnosti patřil velmi rychlý nástup do kompozice, což umožňovalo rychlé zakrytí pěstebních nádob a také výrazné a bohaté kvetení.

Stipa tenuissima 'Pony Tails' je ideální rostlina pro vertikální zahrady díky svému jemnému habitu, který vytváří krásné vlny ve větších plochách. *Stipa* má vynikající schopnost přesevu, což je výhoda v případě, že obsadí prázdný květináč po odumřelé rostlině, i když může zároveň působit konkurenčně s jinými rostlinami. Kavyl je ceněný i za to, že i odumřelé rostliny přispívaly k esteticky příjemnému vzhledu stěny a nezasahoval do celkového dojmu kompozice.

Thymus serpyllum byl velmi dobře hodnocenou rostlinou, zejména pro východní orientaci. I když nadzemní část rostliny na zimu zatahuje, díky jemnému habitu působila rostlina i v zimním období dobře. Květenství mateřídoušky sice není tak výrazné jako

u trávničky a mydlice, ale na rostlině jich vyrůstalo velké množství. Navíc jsou květy této rostliny medonosné, což představuje další přínos.

5.2.3 Rostliny vhodné do vertikálních zahrad orientovaných na sever a západ

Pro sever a západ Čechová (2022) doporučila druhy: *Andromeda polifolia*, *Campanula poscharskyana*, *Euonymus fortunei* 'Emerald'n Gold', *Lysimachia nummularia*, *Pachysandra terminalis*, *Vinca minor*.

Andromeda polifolia přináší značný přínos svou stálezeleností, která osázené ploše dodává ojedinělý vzhled díky svým sivým listům. Rostlina je velmi dekorativní během květu, kdy je doslova posetá drobnými zvonkovitými květy.

Campanula poscharskyana je vhodná především pro severní orientaci. Rostlina je dekorativní zejména během vegetačního období. Má výhodu v rychlém růstu, kdy každoročně v krátkém čase dokáže zakrýt pěstební nádobu. Nejlepší estetické hodnoty dosahuje během kvetení, kdy vytváří kaskádovité stvoly s velkým množstvím hvězdovitých modrých květů.

Euonymus fortunei 'Emerald'n Gold' je doporučován především pro svou stálezelenost a esteticky barevný efekt. Listy této rostliny nabízejí dekorativní různé odstíny po celý rok, s převažujícím žlutým panašováním. Na podzim se listy krásně zbarvují do odstínů růžové až karmínové barvy, což řadí *Euonymus* mezi nejvýraznější druhy.

Lysimachia nummularia byla ceněná především pro svou schopnost rychle vytvořit zelenou hmotu na jaře. Tato rostlina je vhodnější pro západní orientaci, protože některé kusy měly na severní straně tendenci zahnívat. Vrbina je dekorativní rostlinou zejména během vegetačního období, kdy její dlouhé výhonky vytvářejí příjemný pohled. V zimě je estetický efekt této rostliny příznivý pouze při pohledu z dálky, protože z blízka suché šlahouny nepůsobí příliš dekorativně. Žluté květy vrbiny se objevují po celé délce převíslych šlahounů.

Pachysandra terminalis v zelených stěnách málo kvetla, ale byla ceněna pro svůj stálezelený vzhled. Její dekorativní, lesklé a tmavé listy přispívaly k celkové estetice stěny.

Vinca minor zaujala nejlepší hodnocení mezi všemi testovanými rostlinami. Její převíslé stonky byly ceněny pro svou schopnost rychle zakrýt pěstební nádoby a harmonicky se začlenit do kompozice. Stálezelenost a okouzující modré květy barvínku představují další výhody této rostliny (Čechová 2022).

5.2.4 Rostliny, které nelze doporučit pro pěstování v zelených stěnách

A na závěr Čechová ve své disertační práci uvedla rostliny, které nejsou vhodné pro pěstování v zelených stěnách. Tyto rostliny nepřekročily hranici průměrného hodnocení tří bodů. Mezi ně zařadila i ty, které byly po prvním roce testování vyřazeny jako neperspektivní.

Arctostaphylos uva-ursi dosahovala během monitoringu průměrného hodnocení, ale kvůli velmi vysoké mortalitě jednotlivých rostlin není tento druh vhodný pro pěstování v jižní ani východní orientaci.

Stejně tak je situace u *Gaultheria procumbens*, která obdržela ještě nižší celkové bodové hodnocení a trpěla vysokou mortalitou. Obě rostliny byly pozitivně hodnoceny pro svou stálezelenost a dekorativní plody.

Campanula poscharskyana se na západní stěně nedokázala uchytit ve srovnání se severní orientací a není doporučeno ji nadále pěstovat v této orientaci. Bohužel, zvonek měl velmi vysokou mortalitu, a i přeživší rostliny kvetly málo a pomalu přirůstaly.

Druh *Lamiastrum galeobdolon* měl předpoklady pro úspěšný růst v zelených stěnách díky své odolnosti a schopnosti rozrůstat se i v nevhodných podmínkách. Nicméně, pitulník žlutý tyto vlastnosti v průběhu monitoringu nezúročil.

Pachystima canbyi se zařadila mezi jedna z nejméně úspěšných rostlin pro pěstování ve směru na jih. Ačkoli má lesklé stálezelené listy, které by mohly být vhodné pro zelené stěny, celkové hodnocení rostliny bylo nízké, a to jak z hlediska vitality, tak estetického dojmu. Rostlina trpěla vysokou mírou úmrtnosti již v prvních letech.

Phlox subulata je známý pro svůj rychlý růst v polštářovité formě a bohaté kvetení. Nicméně, při pěstování v zelených stěnách se tyto charakteristiky nejevily tak výrazně. Rostliny nedosahovaly vysoké vitality a postupně odumíraly.

Taxus baccata je oblíbený pro svůj uniformní vzhled po celý rok, což poskytuje ideální jednotné pozadí nebo rámování pro ostatní rostliny. V extrémních podmínkách vertikálních zahrad se postupně snižovala vitalita tisu. Byla u něj zaznamenána vysoká úmrtnost.

U *Berberis candidula* bylo pozorováno dlouhodobě vysoké bodové ohodnocení, avšak první zimu nepřežil žádný z testovaných kusů rostlin.

Cotoneaster dammeri začal odumírat již v prvním měsíci po výsadbě. Rostliny byly po výsadbě řídké, což negativně ovlivnilo jejich schopnost zakrýt pěstební nádoby a zapojit se do kompozice. Bohužel, v průběhu první zimy nepřežil žádný ze sledovaných kusů.

Juniperus communis 'Repanda' byl považován za ideální rostlinu pro rychlé začlenění do kompozice díky svému nízkému růstu a hustému uspořádání jehlic. Bohužel, v omezeném pěstebním prostoru tyto rostliny neprosplávaly a nedokázaly přežít zimní období.

Lamiastrum galeobdolon neprojevoval dostatečnou vitalitu ani estetické kvality pro jižní a východní orientaci. I při testování na severní a východní stěně nedosahoval očekávaných výsledků.

Druh *Laurocerasus officinalis* se mohl zdát atraktivní volbou pro své velké listy, které by poskytovaly zajímavou texturu ve vertikální zahradě. Nicméně, i přes úspěšné zapojení se do kompozice a v kategorii habitu, rostlina nedokázala přežít extrémní podmínky zimního období v zelených stěnách.

Phleum pratense bylo testováno ve všech světových orientacích. Dosáhlo nejlepšího hodnocení v kategoriích vitality, a barevné změny, což úzce souvisí se zdravotním stavem rostlin. Bojínek byl jako jediný z vyřazených druhů rostlin, u kterého nebyla zaznamenána mortalita. Nicméně, byl následně vyřazen z dalšího testování, aby uvolnil místo pro perspektivnější druhy travin. I když jeho estetické hodnocení bylo nízké, nelze zcela vyloučit jeho pěstování ve vertikálních zahradách, protože nebyl dostatečně dlouho testován pro tento účel (Čechová 2022).

5.3 Vlastní projekt zelené stěny

Pro vlastní návrh zelené stěny byla vybrána zahrada v obci Sudovo Hlavno, v okrese Praha – východ v nadmořské výšce 180 m n.m. Zelená stěna bude umístěna na východní straně rodinného domu. Při tvorbě tohoto návrhu mě inspirovala vertikální zahrada na budově AFI v Karlíně a nyní i nově osázená budova Fakulty životního prostředí v prostoru ČZU. Při výběru rostlin jsem vycházela ze svých vlastních zkušeností s pěstováním rostlin. Hlavním cílem bylo rozvrhnout rostliny tak, aby vytvořily esteticky příjemný vzhled a současně odpovídaly potřebám zvolených druhů.

5.3.1 Technická zpráva

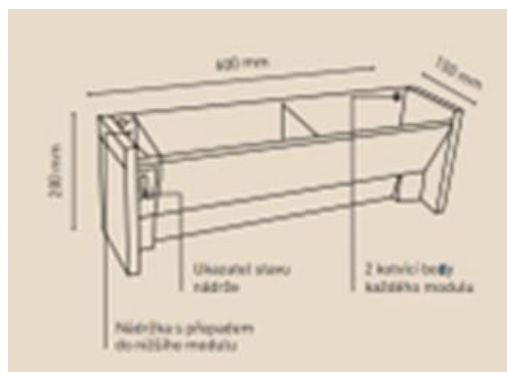
Konstrukce

Pro vertikální stěnu byl zvolen modul PlantBox HOME pro domácí použití od firmy Liko-S. Vertikální truhlíky PlantBox jsou vhodné pro umístění jak v interiéru, tak v exteriéru. Jedná se o plně modulární systém, který umožňuje skládání jednotlivých truhlíků na sebe i vedle sebe. Boxy jsou vyrobeny ze 100 % recyklovaného polypropylenu (LIKO-S, a.s. 2024).

Vzhledem k rozměrům stěny je třeba 20 kusů modulů, rozmístěných do dvou sloupců po 10 kusech. Každý modul bude připevněn ke stěně domu. Kotvení modulů se provádí u 1. a každé 3. řady. Model PlantBox home má rozměry(šxvxh) 600x200x150 mm, jeho váha při plném nasycení je 70 kg/m². Stěna bude tvořit 2,4 m² s váhou 168 kg.



Obrázek 28: PlantBox (www.liko-s.cz)



Obrázek 29: Modul (www. liko-s.cz)

Zálivka

Zálivka je u tohoto typu modulového systému řešena ručním naplňováním vody do nejvrchnější části modulu. Po naplnění zásobníku se voda postupně dostává do spodních pater modulu a rostliny si vodu čerpají podle svých potřeb. Kapacita nádrže je 1,8 litrů. Součástí každého PlantBoxu je ukazatel hladiny vody (LIKO-S, a.s. 2024).

Substrát

V našich klimatických podmínkách je vhodnější použití substrátu než hydroponie, zejména proto, že v zimě není tak náchylný k promrzání. Substrát se bude skládat z 30 % anorganické a ze 70 % organické složky. Anorganická část bude tvořena perlitem, který zlepšuje provzdušnění substrátu, využívání hnojiv a stabilizuje vlhkost v půdě. Mezi jeho další výhody patří, odolnost vůči mrazu, mikroorganismům a plísním. Celková potřeba pěstebního média pro navrženou vertikální zahradu činí 360 litrů. Z tohoto objemu bude použito 108 litrů perlitu a 252 litrů substrátu.

Výsadba

Výsadba proběhne na jaře nebo na podzim. Boxy se naplní substrátem smíchaným s perlitem a do nich se vysadí předpěstované rostliny v květináčích o velikosti 9 centimetrů podle osazovacího plánu. Po výsadbě se důkladně zalijí.

Následná údržba

Údržba o vertikální zahradu bude zahrnovat jednou ročně jarní řez a vyčesávání travin. U trvalek budou odstraňovány odkvetlé, odumřelé části a případné plevy dle potřeby. Zálivka bude prováděna dle potřeb a v souladu s aktuálním počasím. V případě úhynu rostlin budou vysazeny nové exempláře. Na jaře můžeme rostliny přihnojit a přidat kompost.

5.3.2 Popis vybraných rostlin

Květina je projevem intenzivního rozvíjení krásy a zároveň symbolizuje radostné i bolestivé projevy úcty k člověku (Mareček 2022).

Hlavním úkolem bylo vybrat rostliny, které odolají rannímu slunci a jeho intenzitě. Při výběru rostlin byly zohledněny barevné kombinace, textury listů a květy, aby vytvořily harmonické a atraktivní kompozice. Zvláštní pozornost byla věnována rostlinám, jejichž listy a květy zůstávají atraktivní i v zimním období, což zajišťuje estetický dojem po celý rok.

V návrhu zelené stěny byly proto zahrnuty tyto rostliny: *Bergenia cordifolia* 'Purpurea', *Geranium macrorrhizum* 'Olympus', *Helleborus niger* 'Wilgenbroek', *Heuchera americana* 'Palace purple', *Stipa tenuissima* 'Pony Tails', *Vinca minor* 'Alba'.

***Bergenia cordifolia* 'Purpurea'**

Trvalka se stále zelenými listy je odolná a nenáročná. Dorůstá do výšky 60 cm a její tmavě růžové květy, které rozkvétají od dubna do května, jsou ideální k řezu. Je vhodná jak do polostínu, tak na slunná místa. Skvěle vypadá ve skupinových výsadbách, u vodních ploch nebo v trvalkových záhonech. (Hieke 2003; Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 30: *Bergenia cordifolia* 'Purpurea'
(<https://www.biolib.cz/cz>)

***Geranium macrorhizum* 'Olympos'**

Tato nenáročná trvalka vytvářející široké zelené plochy dorůstá výšky mezi 20–30 cm. Je ideální pro skupinové výsadby, skalky a koryta. Její růžové květy rozkvétají od května do července (Hieke 2003). Květy kakostů krásně kontrastují se zelenými, dlaňovitě laločnatými listy. Tyto listy se na podzim proměňují do různých barevných odstínů, což dodává vertikální stěně atraktivitu i v pozdních měsících roku (Zahradnictví Flos s.r.o. 2024).



Obrázek 31: *Geranium macrorhizum* 'Olympos'
(<https://www.zahradnictvi-flos.cz>)

***Helleborus niger* 'Wilgenbroek'**

Vytrvalá bylina s krátkým oddenkem dorůstá výšky 15–30 cm. Její listy jsou dělené, kožovité. Květy jsou jednotlivé, bílé až narůžovělé, na bázi nažloutlé. Mohou dosahovat průměru až 10 cm. Kvetou od prosince do dubna. Plody jsou měchýřky. Čemeřice se vyskytuje v listnatých a borových lesích a křovinách, zejména na vápenitých půdách. Je chráněná. (Bellman 2023; Botany 2024).



Obrázek 32: *Helleborus niger* 'Wilgenbroek'
(<https://www.biolib.cz/cz>)

***Heuchera americana* 'Palace purple'**

Nížší trvalka, která snáší polostín i slunné stanoviště. Je vhodná pro skupinové výsadby a do kontejnerů. Dlužicha je ozdobná svými květy, tak listy. Její nenápadné drobné bílé kvítky kvetou v období od června do července. Listy mají purpurově hnědou barvu s nenápadnou kresbou (Hieke 2003; Solilová & Opatrná 2005).



Obrázek 33: *Heuchera americana* 'Palace purple' (<https://www.zcstrakovo.cz>)

***Stipa tenuissima* 'Pony Tails'**

Rod *Stipa* je zařazen do čeledi *Poaceae*. Kavyl pérovitý je hustě trsnatá travina, která elegantně vlní svými úzkými, sytě zelenými listy a stříbrnými latami, které zdobí rostlinu od července do srpna. Kavyl dosahuje nižšího vzrůstu, dorůstá do výšky kolem 40 cm. (Brickell 2008; Zahradnictví Flos s.r.o.).



Obrázek 34: *Stipa tenuissima* 'Pony Tails'
(<https://www.ekozahradnictvi.cz>)

***Vinca minor* 'Alba'**

Vinca se řadí do čeledi *Apocynaceae*. Barvíněk menší je stálezelený polokeř menšího vzrůstu kolem 20 cm s nekvetoucími, plazivými a kořenujícími výběžky. Listy jsou na lici tmavozelené, lesklé, na rubu žlutozelené. V dubnu se objevují květy, které vydrží až do konce léta. Tato rostlina se snadno pěstuje v průměrné, suché až středně vlhké, dobře propustné půdě. Preferuje stinná až polostinná stanoviště, ideální je umístění pod keři nebo stromy (Koblížek 2006; Zahradnictví Flos s.r.o.).



Obrázek 35: *Vinca minor* 'Alba'
(<https://www.biolib.cz/cz>)

5.3.3 Návrh osazovacího plánu

Zelenou stěnu bude tvořit 20 boxů. V tabulce číslo 1 je uveden počet kusů zvolených rostlin. V následující tabulce je znázorněn osazovací plán, v němž fialová barva symbolizuje bergénie, béžová barva znázorňuje kaktusy, bílá barva čemeřice, oranžová dlužichy, zelená barva označuje kavyl a modrá barva náleží barvínku. Dohromady bude použito 100 rostlin. V tabulce číslo 3 je uvedena doba květu jednotlivých rostlin.

Druh	Počet kusů
<i>Bergenia cordifolia</i> 'Purpurea'	20
<i>Geranium macrorrhizum</i> 'Olympus'	11
<i>Helleborus niger</i> 'Wilgenbroek'	13
<i>Heuchera</i> 'Melting Fire'	21
<i>Stipa tenuissima</i> 'Pony Tails'	23
<i>Vinca minor</i> 'Alba'	12

Tabulka 1: Osazovací plán – seznam rostlin

Tabulka 2: Osazovací plán – zobrazení návrhu

Rostliny	Doba kvetení											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Bergenia cordifolia</i> 'Purpurea'												
<i>Geranium macrorrhizum</i> 'Olympos'												
<i>Helleborus niger</i> 'Wilgenbroek'												
<i>Heuchera</i> 'Melting Fire'												
<i>Stipa tenuissima</i> 'Pony Tails'												
<i>Vinca minor</i> 'Alba'												

Tabulka 3: Zobrazení doby kvetení

5.3.4 Vizualizace návrhu zelené stěny

Na obrázku číslo 36, je zelenou barvou zobrazen prostor určený pro instalaci zelené stěny.



Obrázek 36: Vizualizace

5.3.5 Ekonomické zhodnocení

Rostlinný sortiment			
Latinský název a velikost hrnku	Cena za ks včetně DPH (Kč)	Počet ks	Cena celkem včetně DPH (Kč)
<i>Bergenia cordifolia</i> 'Purpurea' H 9	99	20	1 980
<i>Geranium macrorrhizum</i> 'Olympos' H 9	49	11	539
<i>Helleborus niger</i> 'Wilgenbroek' H 9	69	13	897
<i>Heuchera</i> 'Melting Fire' H 9	89	21	1 869
<i>Stipa tenuissima</i> 'Pony Tails' H 9	89	23	2 047
<i>Vinca minor</i> 'Alba' H 9	49	12	588
Cena celkem za rostlinný sortiment			7 920
Ostatní materiál			
Materiál	Cena za ks včetně DPH (Kč)	Počet ks	Cena celkem včetně DPH (Kč)
Agro Substrát 50 l	215	5	1 075
Agro SC Perlit 125 l	549	1	549
Modulární systém Plantbox (cena včetně dopravy)	790	20	15 800
Cena celkem za ostatní materiál			17 424
Práce			
Druh	Cena za 1 hod. (Kč)	Počet hod.	Cena celkem
Založení záhonů (montáž, výsadba)	800	4	3 200
Doprava z Lysé n/L - Školky Montano			
	Cena za km (Kč)	Počet km	Cena celkem
Rostliny, substrát, perlit	30	24	720
Cena celkem			29 264

Tabulka 4: Rozpočet

6 Diskuze

Podle Schröpfera (2015) zelené fasády fungují jako filtry prostředí, odstraňují odlesky, prach a udržují interiér budovy chladný. Rostliny účinně snižují přehřívání budov v létě a přirozeně je ochlazují. Tento účinek nenastává pouze vytvořením stínu, ale také díky evaporaci. Navíc poskytují budovám izolaci i v zimě. Mezi zelenou stěnou a budovou vzniká vzduchový polštář, který minimalizuje tepelné ztráty. Vertikální zahrady přinášejí mnoho funkcí, které přispívají k vylepšení městského prostředí (Dunnet & Kingsbury 2008).

Burian et al. (2022) ve své metodice uvádí, že při výzkumu na University of Maryland v roce 2012 bylo prokázáno snížení teploty vzduchu vlivem zelené fasády o 4 °C. Vnitřní teplota neklimatizovaných, avšak izolovaných experimentálních budov bez zelených fasád dosahovala během sledovaného období teplotu 33 °C, zatímco budovy se zelenými fasádami dosahovaly pouze průměrné teploty 29 °C. Z toho vyplývá, že využití zelených stěn může výrazně snížit energetickou náročnost budov na klimatizaci (Dunnett & Kingsbury 2008).

Rostliny mají pozitivní dopad na kvalitu života obyvatel měst a přispívají k udržitelnosti a atraktivitě městského prostředí. To se opakovaně potvrdilo, že přítomnost parků, městských lesů, zahrad a dalších zelených ploch má pozitivní vliv na duševní zdraví. Tyto zelené prostory snižují stres, depresi a pocity úzkosti a smutku, a zároveň omezují impulzivní jednání. Zvláště městské parky nabízejí lidem možnost setkávat se, budovat lidské vztahy a snižovat pocit osamělosti (Plesník & Plesníková 2018). To tvrdí i Schröpfer (2015), že využití zeleně v městské architektuře může vést k lepšímu zvládání stresu.

Podobně jako veškerá jiná vegetace, i zelené stěny poskytují životní prostor pro mnoho druhů mikroorganismů, drobné živočichy a hmyz jako jsou čmeláci, včely a další. Tím přispívají k vyšší biodiverzitě v městském prostředí (Minke 2001). To tvrdí i Lancaster (2003), že motýli jsou v zahradě vždy vítáni, avšak mnoho dalšího méně okrasného hmyzu, hraje ve skutečnosti klíčovou roli. Patří sem například včely, které jsou nezbytnými opylovači zahradních rostlin a také pestřenky, jejichž larvy se živí mšicemi a představují přirozenou kontrolu škůdců.

Podle Schröpfera (2015) se rostliny, zejména ty se silnými, dužnatými listy a tenkými řapíky, ukázaly jako nejúčinnější při snižování hlukové zátěže. Kombinace květů, stromů a keřů je dostatečná k vytvoření účinné zvukové bariéry. Rostliny, také přispívají k redukci hluku z dopravy v městském prostředí.

Ve vertikálních zahradách je klíčové vybírat odolné a přizpůsobivé rostliny, které vytvářejí kompaktní a atraktivní plochy po celý rok. Tyto rostliny by měly vzájemně spolupracovat bez konkurence o prostor a živiny. Nejvhodnější jsou trvalky, dřeviny a traviny, které přidávají na estetice a funkčnosti vertikální zahrady (Jenkins 2015). Bartoš & Martinek (2011) potvrzují, že dobře založené a pečlivě udržované výsadby by měly zůstat atraktivní dlouhodobě a jejich životnost by měla být vyšší než u klasických perennových výsadeb. Mareček také zdůrazňuje, že klíčovým kompozičním prvkem trvalek je schopnost vzájemného prolínání textur, proporcí a barev květů a listů. Tím vznikají zajímavé složené vizuální a prožitkové interakce.

Je také důležité brát v úvahu umístění rostlin v souladu se světelnými podmínkami, které jsou pro tyto rostliny nezbytné (Jenkins 2015). To tvrdí i Lancaster (2003), že rostliny potřebují sluneční světlo pro fotosyntézu, a proto je klíčové, aby měly přístup k dostatečnému množství světla. Polohy, ve které jsou rostliny umístěny má zásadní vliv na jejich růst a zdraví. Některé rostliny jsou schopny přizpůsobit se různým světelným podmínkám, přičemž preferují jednu polohu, ale dokážou tolerovat i jinou. Většina rostlin se prospívá na otevřených prostranstvích, kde mají přístup k dostatečnému množství světla.

Metodika vyvinutá týmem odborníků z katedry zahradní a krajinné architektury sloužila k monitorování druhů rostlin s cílem identifikovat ty rostliny, které jsou nejvhodnější

do vertikálních zahrad. Během monitorování byly zohledněny světové orientace, ve kterých byly rostliny sledovány, dále se hodnotily fyziologické vlastnosti rostlin jako jsou vitalita, zdravotní stav, barevné změny a habitus. Dalšími sledovanými parametry byly estetické vlastnosti rostlin jako jsou rychlost zapojení se do kompozice, estetická hodnota, celoroční působnost, kvetení a vyžadované pěstební zásahy. Všechny tyto vlastnosti byly hodnoceny podle pětibodové stupnice. Myslím si, že tato metodika byla velikým přínosem pro praktické využití v těchto specifických podmínkách jako jsou vertikální stěny.

Výzkum několika studentů, kteří prováděli monitorování vhodných rostlin pro vertikální zahrady ukázal, že některé druhy rostlin jako jsou *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Koeleria glauca* a *Koeleria macrantha* si nejlépe udržují své vlastnosti a prosperují v těchto specifických podmínkách. Výzkum potvrdil význam travin pro vertikální zahrady, zejména díky jejich stálezelenému vzhledu a kompaktnosti. To potvrzuje i Lancaster (2003), že dlouho šlechtěné vytrvalé trávy se opět vracejí do popředí a stále více získávají na oblibě díky své estetické přitažlivosti. Jsou skvělou volbou pro menší zahrady, kde dodávají záhonům atraktivní charakter, nebo mohou vynikat jako solitérní rostliny zejména v nádobách (Lancaster 2003). S tímto názorem souhlasí i Ryšán (2023), že okrasné traviny přinášejí do slunných i polostinných částí zahrady pestrý vizuální dojem. Jejich listy i květy představují dekorativní prvky, které mohou výrazně obohatit celkový vzhled zahrady. Také pro mě, jsou trávy v mé zahradě nepostradatelné. Jejich elegance a lehkost přináší příjemnou atmosféru. Dále toto tvrzení je podpořeno i výzkumem studentů, kteří se v rámci několika grantů zabývali studiem vhodných rostlin pro vertikální zahrady.

Dále Čechová (2022) zdůrazňuje, že aby byla zachována atraktivita travin, je nezbytné provádět minimálně jednou ročně pěstební úpravy. Ty spočívají v odstranění suchých květenství a listů. Pokud jsou traviny ponechány bez pěstebních zásahů po delší dobu, dochází postupně k převaze starých na mladými listy a celkovému odumření rostliny. To potvrzuje i Ryšán (2023), že na jaře v druhé polovině března, když to počasí dovolí, provádíme řez suchých částí rostlin asi 10 cm nad zemí.

Deschampsia caespitosa 'Goldtau' si vedla nejlépe co se týče zdravotního stavu, a zapojení se do kompozice. Na severní, jižní a východní straně se stala nejhodnotnější travinou. Jen na východní straně měla nízké hodnocení z hlediska kvetení.

Festuca glauca, *Festuca ovina*, jsou vhodné do sušších, dobře propustných půd (Schauer 2013). Na základě mých zkušeností s košťavami musím s touto skutečností souhlasit. Čechová (2022) na základě svého výzkumu doporučuje pěstování *Festuca glauca* a *Koeleria glauca* pro severní orientaci pouze pro pěstování v menších plochách nebo bodovou výsadbou.

Fragaria vesca je podle Čechové (2022) v zelených stěnách vitální a celou vegetační sezónu je ozdobena drobnými květy a plody. Nicméně vyžaduje minimálně jednou ročně pěstební zásah, aby byla zachována její estetická hodnota. *Fragaria* je také ceněna pro svůj rychlý nástup do kompozice. Březinová (2020) při svém výzkumu zhodnotila měsíční jahody spíše jako průměrný druh vhodný do vertikálních zahrad. Jahodník se na zimu přirozeně „zatahuje“ a je tedy efektivní zhruba jen z poloviny vegetačního období. Podle Pejchala (2011) byla schopnost přežití *Fragaria vesca* vysoká, jak potvrzuje Swoczyna et al. (2020) s průměrnou úrovní přežití kolem 70 %.

Koeleria glauca byla podle výsledků monitorování minulých let vyhodnocena jako vhodná pro pěstování na východně orientované vertikální zahradě, ale Březinová (2020) ve své bakalářské práci uvádí, že výsledky monitoringu z roku 2020 vykazují pravý opak. Přemokřený substrát způsobil vyhnívání listů. Suché zbytky znehodnotily celkový vzhled stěny, z 35 sledovaných uhynulo 14 jedinců během monitorování. S tímto názorem mohu jenom souhlasit na základě mých pěstitelských zkušeností, že *Koeleria* nesnáší přemokřené prostředí. Pěkná (2017) ve své bakalářské práci uvádí, že by bylo vhodné zahrnout zástupce *Koeleria glauca* do vertikální stěny za předpokladu, že by byli umístěni do stěny již zapěstovaní jedinci.

Koeleria macrantha je odolná a nenáročná na péči, což ji činí vhodnou volbou pro použití ve vertikální stěně. Studie naznačuje, že tato rostlina je schopna prosperovat i v podmínkách vertikální zahrady.

Na základě provedených monitorování identifikovala Čechová (2022) rostliny, které se neprojevily jako vhodné pro pěstování ve vertikálních zahradách, jelikož průměrné hodnocení nepřesáhlo tři body. Tyto rostliny neuspěly zejména z hlediska vitality, estetické kvality, schopnosti dostatečného rozrůstání. Mezi ně patřily i rostliny, které byly vyřazeny z monitoringu po prvním roce testování jako nedostatečně perspektivní.

Vzhledem k vysoké mortalitě nelze pro jižní ani východní světovou orientaci doporučit *Arctostaphylos uva-ursi* a *Gaultheria procumbens* i když byly pozitivně hodnoceny pro svou stálezelenost a dekorativní plody. *Arctostaphylos uva-ursi* neprosperovala ani z hlediska vitality a estetiky. Podobně je na tom i *Gaultheria procumbens*, která nevyhověla ani v oblasti kvetení.

Dále bylo zjištěno, že *Campanula poscharskyana* na západní stěně měla velmi špatný růst ve srovnání se severní orientací, kde prokázala vysokou vitalitu, rychle se zapojila do kompozice a překypovala květy. Navzdory těmto pozitivním vlastnostem byla zařazena mezi rostliny, které nelze doporučit pro další pěstování ve vertikálních zahradách. Tento závěr je podpořen i Machalou et al. (1964), kteří uvádějí, že je vhodná pro severní stranu do skalek mezi vápencové kameny. A nejlépe prospívá na slunci a v polostínu.

Phlox subulata vykazoval nízkou vitalitu, ale zároveň se dokázal rychle zapojit do kompozice, kde vytvářel polštáře. Jeho kvetení bylo hodnoceno velice pozitivně, ale přesto není v zelených stěnách doporučen (Čechová 2022). To podporují i Solilová & Opatrná (2005), které popisují *Phlox* jako nenáročné rostliny, které vytvářejí bohatě kvetoucí polštáře. Také Brickel (2008) uvádí, že *Phlox subulata* je vysoce mrazuvzdorná rostlina. Nicméně, i přes tato pozitiva, několik studií uvádí, že tyto rostliny nebyly příliš odolné a odumíraly. S těmito názory musím souhlasit, neboť i mě se několikrát stalo, že některé rostliny *Phlox subulata* uhynuly bez zjevného důvodu. Z tohoto důvodu jsem se rozhodla tento druh rostliny nezahrnout do svého projektu.

Čechová (2022) tvrdí, že přestože *Berberis candidula* dlouhodobě dosahoval vysokého bodového ohodnocení, přesto první zimu nepřežil ani jeden z testovaných kusů rostlin. Naopak Pěkná (2017) ve své bakalářské práci uvádí, že *Berberis candidula* vykazoval kompaktnější a atraktivnější habitus díky podzimní remontaci. Poslední měření však ukázala, že při denních teplotách od 6 °C do 11 °C mají rostliny potíže s růstem. Dále uvedla, že *Berberis candidula* sice neměl svěží habitus, ale lze předpokládat, že by mohl pokračovat v růstu.

Čechová (2022) uvádí, že u *Cotoneaster dammeri*, začaly odumírat první rostliny již v prvním měsíci po výsadbě. Rostliny byly po výsadbě řídké a nedosahovaly pozitivního hodnocení, zejména pokud jde o schopnost zakrýt pěstební nádoby a zapojení se do celkové kompozice. Bohužel, žádný z pozorovaných kusů nepřežil první zimu, což potvrzuje i Pěkná (2017) ve své bakalářské práci, že se u *Cotoneaster dammeri* v období ledna a února zdálo, že bude silným prvkem vertikální stěny, ale během února došlo k náhlému a výraznému úbytku, který pokračoval až do konce monitorování. Pejchal (2011) poznamenává, že druhy stálezelených dřevin a bylin nejsou vhodné pro vertikální stěny na jižní světové straně.

Dalšími nevyhovujícími druhy rostlin z hlediska vitality, estetických vlastností a mortality jsou *Lamiasrum galeobdolon*, *Pachystima canbyi*, *Taxus baccata*, *Juniperus communis* 'Repanda', *Lamiasrum galeobdolon*, *Laurocerasus officinalis* a *Phleum pratense*.

7 Závěr

- V bakalářské práci jsem se zaměřila na význam vertikálních zahrad ve městech a jejich potenciál vylepšit městské prostředí. Funkce jako tepelná izolace, tlumení hluku, zlepšení mikroklimatu a zvýšení biodiverzity ukázaly, že vertikální zahrady představují přínos ke zvýšení estetického a zdravotního obohacení prostoru mají významné přínosy pro obyvatele měst.
- Důležitým aspektem úspěchu vertikálních zahrad jsou rostliny, které jsou odolné, přizpůsobivé a navzájem spolupracující, aby vytvářely atraktivní prostředí po celý rok. Výzkumy zaměřené na vhodné druhy rostlin ukazují na klíčové faktory pro úspěch vertikálních zahrad.
- Výzkum, který probíhal v minulých letech přispíval k poznání konkrétních druhů rostlin a jejich vhodnosti pro vertikální zahrady v různých klimatických podmínkách. Identifikace nevhodných druhů rostlin a pochopení jejich specifických potřeb, je klíčem k úspěšnému pěstování rostlin ve vertikálních stěnách. Nejlépe hodnocenými rostlinami pro všechny světové orientace se staly traviny, a to *Deschampsia caespitosa* 'Goldtau', *Festuca glauca*, *Festuca ovina*, *Fragaria vesca*, *Koeleria glauca* a *Koeleria macrantha*, které díky svému stálezelenému vzhledu a kompaktnosti.
- V závěru mé bakalářské práce byl dán důraz na výběr rostlin pro konkrétní projekt vertikální stěny, přičemž byly brány v úvahu jejich estetické vlastnosti, schopnost přežít a přizpůsobit se prostředí. Kompozice rostlin s různými barvami, texturami a dobami kvetení přispívá k vytvoření harmonického a atraktivního prostředí.
- Celkově lze konstatovat, že vertikální zahrady mají potenciál vylepšit kvalitu života ve městech a přispět k udržitelnému rozvoji prostředí. Jejich úspěch závisí na správném výběru rostlin a jejich péči.
- Na závěr lze konstatovat, že zadané cíle byly splněny.

8 Literatura

- Bartoš A, Martinek J. 2011. Trvalkové výsadby s vyšším stupněm autoregulace a extenzivní údržbou plánování, zakládání, údržba, doporučené směsi: certifikovaná metodika. Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví. Průhonice.
- Bellman H. 2023. Atlas rostlin: Přes 900 rostlin, mechorostů a hub. Euromedia Group – Universum. Praha.
- Blanc P. 2008. The Vertical Garden: From Nature to the City. W. W. Norton & Company. New York.
- Blanc P. 2012. The Vertical Garden: From Nature to the City. W.W. Bortin, New York.
- Botany. 2024. Available from <https://botany.cz/cs/phleum-pratense/> (accessed January 2024).
- Bribach C. J., Rossomano D. 2012. Vertical garden panel. United States Patent, USA. US 8,141,294 B2.
- Brickell Ch. 2008. A-Z encyklopedie zahradních rostlin. Knižní klub, Praha.
- Březinová J. 2020. Možnosti pěstování vybraných taxonů rostlin v samozavlažovacích kaskádových vertikálních zahradách ve venkovních podmínkách [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Burian S. 1997. Popínavé rostliny. vyd.1. Nakladatelství Brio. Praha.
- Burian S. 2016. Zelené fasády-I.díl. Zahradnictví 2: 42-45.
- Burian S, Dubský M, Vejvara L. 2022. Ozelenění fasád: Metodika. Svaz zakládání a údržby zeleně, z.s., Brno.
- Coma J, Pérez G, De Gracia A, Burés A, Urrestarazu M, Cabeza L. 2017. Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. Building and environment, **111**: 228-237.
- Coronado S. 2015. Grow a Living Wall: Create Vertical Gardens with Purpose: Pollinators-Herbs and Veggies - Aromatherapy - Many More. Cool Springs Press. China.
- Čechová K. 2022. Využití rostlin v extrémních podmínkách se zaměřením na možnosti jejich uplatnění ve vertikálních zahradách [PhD Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Čechová K., Kunt M., Vacek O., Hendrych J., Jakubcová E. 2022. Monitoring vybraných taxonů rostlin pro vertikální vegetační konstrukce určené pro použití v městském prostředí. Pages 80-107 in Kugl J, editor. Člověk, stavba a územní plánování 15. České vysoké učení technické. Fakulta stavební ČVUT. Praha.
- Čermáková B, Mužíková R. 2009. Ozeleněné střechy. Stavitel. Grada. Praha.
- ČZU. 2023. Aktuality: FŽP ČZU otevřela unikátní pavilon propojující přírodu s moderními technologiemi. Available from <https://www.fzp.czu.cz/cs/r-7185-aktuality/fzp-czu-otevrela-unikatni-pavilon-propojujici-prirodu-s-mode.html> (accessed January 2024).

- Dunnett N, Kingsbury N. 2008. Planting green roofs and living walls. Revised and updated edition. Or: Timber Press. Portland.
- Gunkel R. 2005. Ozelenění popínavými rostlinami: fasády, pergoly, konstrukce k popínání. vyd.1. Brázda. Praha.
- Gruda NS. 2021. Advances in Horticultural Soilless Culture. Burleigh Dodds Series in Agricultural Science Series. 1. vyd. Burleigh Dodds Science Publishing Limited. Cambridge.
- Edwards R. 2002. Mrazuvzdorné trvalky. Praktický rádce. Euromedia Group-Knižní klub. Praha.
- Franc P, Severa M, Truhlář V. 2013. Rododendrony a jiné vřesovištní rostliny. Svaz školkařů České republiky. H.R.G. tiskárna Litomyšl.
- Hieke K. 2003. Seznam doporučených odrůd rostlin. Svaz školkařů České republiky, Průhonice.
- Hrabětová J. 2017. Projekt interiérové vertikální zahrady [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Hurych V. 2003. Okrasné dřeviny pro zahrady a parky. 2. upr. a rozš. vyd. Květ. Praha.
- Jenkins N. 2015. Wall Planters and Wall Plant: Practical guide to vertical gardening. RKE Publications Limited. USA.
- Keil G. 1999. Zalévání, hnojení, přesazování: rady pro úspěšné pěstování pokojových rostlin. České vyd. 2. Jan Vašut. Nakladatelství Jan Vašut. Praha.
- Koblížek J. 2006. Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. 2. rozš. vyd. Nakladatelství Sursum. Tišnov.
- Köhler M. 2008 Green facades: A view back and some visions. Urban Ecosystems **11(4)**: 423-436.
- Kunt M. 2017. Nová technologie vertikálních zelených stěn v ČR. Zahradnictví **1**: 8-10.
- Kunt M. 2020. Vertikální zelené stěny jako součást obytného prostředí. Zahradnictví **1**: 10-10.
- Lancaster R. 2003. Oblíbené zahradní trvalky. Knižní klub. Praha.
- Liko-s, a.s. 2024. Zelená fasáda LIKOše. Available from: <https://www.zivestavby.cz/cs/zelenafasada-likose> (accessed January 2024).
- Machala F, Mokrý V, Kubečková V, Müllerová M, Opatrná M, Lanta A. 1964. Naše trvalky. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.
- Manso M, Castro-Gomes J, Paulo B, Bentes I, Teixeira, CA. 2018. Life cycle analysis of a new modular greening system. Science of the Total Environment **627**: 1146-1153.
- Mareček J. 1992. Zahrada. NORIS. Praha.
- Mareček J, Dvořák A, Hieke K, Moravec J. 1975. Zahrada a její uspořádání. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.

- Mareček J. 2022. Zahradní a krajinářská architektura: kompoziční východiska. Česká zemědělská univerzita v Praze v Nakladatelství ČZU. Praha.
- Margolis L, Robinson A. 2007. Living systems: innovative materials and technologies for landscape architecture. Birkhäuser. Boston.
- Mathew J, Salot A. 2014. Feasibility Study of Green Walls at the University of Illinois.
- Matiska P. 2017. Aspekty uplatnění trvalek v zelených vertikálních stěnách. *Zahradnictví* **1**: 12-16.
- Matiska P. 2020. Vhodný sortiment trvalek a travin pro zelené vertikální stěny. *Zahradnictví* **1**: 14-17.
- McLaughlin Ch. 2012. Vertical Vegetable Gardening: A Living Free Guide. Alpha Books. New York.
- Michalíková R, Stejskalová J, Hurych V, Svoboda S, Ezechel M. 2020. Zahradní architektura. 2. dop. vyd. Profi Press. Praha.
- Minke G. 2001. Zelené střechy: Plánování, realizace, příklady z praxe. HEL. Ostrava.
- Němec s.r.o. 2024. Vertikální kaskádové zahrady. Living smart bench. Available from: <https://cascadegarden.nemec.eu/> (accessed January 2024).
- Ottelé M, van Bohemen HH, Fraaij AL. 2010. Quantifying the Deposition of Particulate Matter on Climber Vegetation on Living Walls. *Ecological Engineering*. **36.2**: 154-162.
- Pavlík M. 2006. Katalog jehličin: Seznam doporučených odrůd. Svaz školkařů České republiky. H.R.G. tiskárna. Litomyšl.
- Pejchal M. 2011. Rostliny pro vertikální zahrady ve venkovním prostoru. Pages 154-159 in Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu. Zelené fasády – jednodenní odborný seminář (6.10.2011). Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, Praha.
- Pěkná N. 2017. Možnosti pěstování vybraných taxonů rostlin v samozavlažovacích kaskádových vertikálních zahradách ve venkovních podmínkách [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Pérez-Urrestarazu L, Fernández-Cañero R, Franco-Salas A, Egea G. 2015. Vertical Greening Systems and Sustainable Cities. *Journal of Urban Technology*. Available from: www.researchgate.net/publication/292150884_Vertical_Greening_Systems_and_Sustainable_Cities (accessed January 2024).
- Perini K, Magliocco A. The Integration of Vegetation in Architecture, Vertical and Horizontal Greened Surfaces. *International Journal of Biology*. Available from: www.researchgate.net/publication/266227252_The_Integration_of_Vegetation_in_Architecture_Vertical_and_Horizontal_Greened_Surfaces (accessed January 2024).
- Plesník J, Plesníková M. 2018. Zeleň prospívá fyzickému a duševnímu zdraví. *casopis.ochranaprirody*. Available from: www.casopis.ochranaprirody.cz/zamereno-na-verejnost/zelen-prospiva-fyzickemu-a-dusevnimu-zdravi/ (accessed January 2024).

- Rausch A, Lotz B. 2004. Lexikon bylinek: pěstování, kuchyně, kosmetika, zdraví. Rebo Productions. Dobřejovice.
- Rees-Warren M. 2021. The Ecological Gardener: How to Create Beauty and Biodiversity from the Soil Up. Chelsea Green Publishing UK. Chelsea.
- Resh HM., 2015: Hydroponics for the Home Grower. CRC Press, Florida.
- Ryšán M. 2023. Zahrada od jara do zimy: tradiční zahradnické práce v průběhu roku: letničky – trvalky – zelenina – ovocné dřeviny – byliny. Euromedia Group – Esence. Praha.
- Schauer T. 2013. Svět rostlin: 1150 květín, trav, travin, stromů a keřů střední Evropy. 4. vyd. Ilustroval Claus CASPARI, přeložil Miroslav VOLF. Velký průvodce přírodou (Rebo). Rebo. Čestlice.
- Schröpfer T. 2015. Dense + Green. Innovative Building Types for Sustainable Urban Architecture. 1. vyd. Walter de Gruyter GmbH. Berlin.
- Schröpfer T. 2016. Dense + Green: Innovative Building Types for Sustainable Urban Architecture, Walter de Gruyter GmbH. ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/czup/detail.action?docID=4229603> (accessed January 2024).
- Simpson D. 2017. Vertical Gardening: Guide On Vertical Gardening For Beginners For Homesteading. Emma Wilson.
- Skarżyński D, Pływaczyk A, Pęczkowski G. 2014. Ocena funkcjonowania wybranych systemów zielonych ścian zlokalizowanych na obszarach nizinnych Dolnego Śląska. Inżynieria Ekologiczna, **39**: 166-175.
- Skrbková J. 2023. 10 výhod vertikálního zahradničení. Available from: www.zahrada.cz/clanky/10-vyhod-vertikalniho-zahradniceni/ (accessed January 2024).
- Solilová J, Opatrná M. 2005. Katalog trvalek. Svaz školkařů České republiky. Ministerstvo zemědělství ČR, H.R.G. tiskárna. Litomyšl.
- Staffler M. 2016. Vertikal gärtner: Grüne Ideen für kleine Gärten, Balkon & Terrasse. Franckh-Kosmos. Stuttgart.
- Stiburková J. 2022. Uplatnění trvalek v systému vertikální zeleně [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha.
- Straková M, Straka J, Michalíková L, Plevová K, 2007. Kapesní atlas trav– metodická pomůcka k určování trav. Tiskárna BRKO, s.r.o. Brno.
- Swoczyna T, Mojski J, Baczewska-Drabrowska AH, Kalaji HM. 2020. Can we predict winter survival in plants using chlorophyll a fluorescence? Photosynthetica, **58(SI)**: 433-442.
- Šrot R. 2016. Rok v naší zahradě. 2. akt. vyd. Ottovo nakladatelství. Praha.
- Vaněk V, Kryšpín J, Mokrý V, Opatrná V. 1973. Trvalky v zahradě. Státní zemědělské nakladatelství. Praha.

- Westbrook A. 2007. Cultivate Fact Sheet 3: Vertical Gardening. Available from: www.calameo.com/books/000877896eceff2352a92. (accessed November 2023).
- Wong NH, Tan AYK, Yok TP. 2010. Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. Building and Environment. Available from: [www.Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. Building and Environment](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132309001632). Available from: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132309001632. (accessed November 2023).
- Wooster EIF, Fleck R, Torpy F, Ramp D, Irga PJ. 2022. Urban green roofs promote metropolitan biodiversity: A comparative case study. Building and Environment. Available from: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132321008544 (accessed January 2024).
- Zahradnictví Flos s.r.o. 2024. Available from: www.zahradnictvi-flos.cz/geranium-macrorrhizum-olympus-kakost-oddenkaty-olympus.html (accessed January 2024).

9 Seznam použitých zkratek a symbolů

ČZU - Česká zemědělská univerzita

KZKA - Katedra zahradní a krajinné architektury

10 Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1: <i>Deschampsia caespitosa</i> 'Goldtau' (https://moravske-sady.cz)1	19
Obrázek 2: <i>Festuca glauca</i> (https://www.zcstrakovo.cz).....	20
Obrázek 3: <i>Festuca ovina</i> (https://www.semenaonline.cz).....	20
Obrázek 4: <i>Fragaria vesca</i> (https://www.biolib.cz/cz)	20
Obrázek 5: <i>Koeleria glauca</i> (https://www.zahradnictvohalas.sk).....	20
Obrázek 6: <i>Koeleria macrantha</i> (https://www.zahradnictvi-flos.cz)	21
Obrázek 7: <i>Armeria maritima</i> 'Leuchtendrosa' (https://www.biolib.cz/cz)	21
Obrázek 8: <i>Saponaria ocymoides</i> (https://www.biolib.cz/cz)	21
Obrázek 9: <i>Stipa tenuissima</i> 'Pony Tails' (https://www.lumigreen.cz)	22
Obrázek 10: <i>Thymus serpyllum</i> (https://www.semenaonline.cz).....	22
Obrázek 11: <i>Andromeda polifolia</i> (https://www.biolib.cz/cz)	22
Obrázek 12: <i>Campanula poscharskyana</i> (https://www.biolib.cz/cz)	23
Obrázek 13: <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald'n Gold' (https://moravske-sady.cz)	23
Obrázek 14: <i>Lysimachia nummularia</i> (https://www.biolib.cz/cz).....	23
Obrázek 15: <i>Pachysandra terminalis</i> (https://www.biolib.cz/cz)	23
Obrázek 16: <i>Vinca minor</i> (https://www.biolib.cz/cz).....	24
Obrázek 17: <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (https://www.biolib.cz/cz)	24
Obrázek 18: <i>Berberis candidula</i> (https://www.biolib.cz/cz).....	24
Obrázek 19: <i>Cotoneaster dammeri</i> (https://www.biolib.cz/cz)	25
Obrázek 20: <i>Gaultheria procumbens</i> (https://www.gardeo.cz)	25
Obrázek 21: <i>Juniperus communis</i> 'Repanda' (https://www.biolib.cz/cz)	25
Obrázek 22: <i>Lamium galeobdolon</i> (https://www.biolib.cz/cz).....	26
Obrázek 23: <i>Laurocerasus officinalis</i> (https://www.botany.cz/)	26
Obrázek 24: <i>Pachystima canbyi</i> (https://www.zahradnictvi-cervena.cz).....	26
Obrázek 25: <i>Phleum pratense</i> (https://www.zahradnictvi-flos.cz)	26
Obrázek 26: <i>Phlox subulata</i> (https://www.skalnicky.cz).....	27
Obrázek 27: <i>Taxus baccata</i> 'Repandens' (https://www.biolib.cz/cz)	27
Obrázek 28: PlantBox (www.liko-s.cz)	38
Obrázek 29: Modul (www.liko-s.cz)	38
Obrázek 30: <i>Bergenia cordifolia</i> 'Purpurea' (https://www.biolib.cz/cz)	39
Obrázek 31: <i>Geranium macrorrhizum</i> 'Olympos' (https://www.zahradnictvi-flos.cz).....	40
Obrázek 32: <i>Helleborus niger</i> 'Wilgenbroek' (https://www.biolib.cz/cz).....	40
Obrázek 33: <i>Heuchera americana</i> 'Palace purple' (https://www.zcstrakovo.cz)	40
Obrázek 34: <i>Stipa tenuissima</i> 'Pony Tails' (https://www.ekozahradnictvi.cz)	41
Obrázek 35: <i>Vinca minor</i> 'Alba' (https://www.biolib.cz/cz)	41
Obrázek 36: Vizualizace	42
Tabulka 1: Osazovací plán – seznam rostlin	41
Tabulka 2: Osazovací plán – zobrazení návrhu	42
Tabulka 3: Zobrazení doby kvetení	42
Tabulka 4: Rozpočet	43