

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradnictví



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Uplatnění trvalek v systému vertikální zeleně

Bakalářská práce

Julie Stiburková

Zahradnictví

Ing. Pavel Matiska, Ph.D.

© 2022 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Uplatnění trvalek v systému vertikální zeleně" 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 19. 4. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Pavlu Matiskovi, Ph.D. za všechny čas strávený konzultacemi a za jeho rady a informace ohledně mé bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc. za zapůjčení měřících přístrojů a Ing. Marku Kubíčkoví za ochotu a pomoc při práci na Demonstračním a pokusném pozemku v Troji.

Uplatnění trvalek v systému vertikální zeleně

Souhrn

Bakalářská práce se zabývala vertikálním pěstováním a vybraným sortimentem trvalek. Celá práce byla rozdělena na část teoretickou a na praktický výzkum a hodnocení výsledků.

Teoretická část pojednává o důvodech vedoucích k vertikálnímu pěstování a o jeho výhodách jak zdravotních a psychologických tak i ekonomických. Také jsou zmíněny alternativy vertikálního pěstování, jako zelené střechy a popínavé rostliny. Práce dále shrnuje momentální znalosti o trvalkách. Jejich nároky na stanoviště, informace o habitu, době květu i náročnosti na údržbu. Tyto informace jsou rozděleny do kapitol podle nároků jednotlivých druhů tak, aby byly zřetelné rozdíly v jejich pěstování. Na závěr je podrobně popsáno všech osm druhů trvalek, které byly zvoleny k pokusné výsadbě.

Praktická část představuje celý několikaměsíční pokus, ve kterém byly vybrané druhy trvalek umístěny na exteriérové vertikální stěny v Troje. Popisuje obnovení již využívaných stěn, výsadbu sazenic, péči o stěny i způsob hodnocení jednotlivých taxonů. Jednotlivé druhy trvalek byly hodnoceny na základě několika kritérií, pomocí bodové stupnice. Jednotlivá kritéria byla kompaktnost rostlin, jejich vitalita, celkový vzhled a odolávání stresovým podmínkám. Díky součtu bodů bylo následně vytvořeno pořadí prosperity všech vysazených druhů a byly také zhodnoceny jejich výhody a nevýhody v pěstování. Současně byly měřeny a hodnoceny abiotické podmínky a jejich vliv na růst rostlin a celkový vývoj nárůstu sazenic. V diskusi je poté uvedeno hodnocení jednotlivých výsledků ve vztahu ke zjištěným informacím z literatury. To je doplněno o možná vylepšení systému vertikálního pěstování pro budoucí použití.

Z osmi vybraných a vysazených trvalek nejlépe prosperovaly *Vinca minor*, *Festuca scoparia*, *Aubrieta hybrida* a *Carex comans*. Ostatní taxony měly menší počet bodů, a tedy byly méně vhodné k pěstování ve vertikálních stěnách.

Klíčová slova: stanoviště, vitalita, stresové podmínky, prosperita, vliv světla, trvalky, vertikální stěny

Application of perennials in a system of vertical garden

Summary

The bachelor thesis deals with vertical planting and selected assortment of perennials. The thesis is divided into free parts, theoretical, practical research and evaluation of the research results.

The theoretical part is focused on reasons leading to vertical planting and its benefits, both medical and psychological, as well as economic. Alternatives to vertical planting such as green roofs or climbing plants are also mentioned. The thesis summarizes current knowledge about perennials including their location, information about their habitat, period of blossom and their requirements for maintenance. Information is divided into chapters according to the requirements of specific species, so that the differences among their growing are apparent. At the end of the theoretical part, all eight perennials chosen for experimental planting are thoroughly described.

The practical part introduces the whole several months' experiment in which the specific perennials were planted into vertical exterior walls in Troja district. It describes the renewal of existing walls, planting the young plants, caretaking of the walls and the system of evaluation concerning the individual taxons. Each species of perennials were evaluated using several criteria including a marking scale. The criteria chosen were compactness of the plants, their vitality, overall appearance and their resistance to stressing factors of the environment. Using the marking scale a ranking of prosperity of the plants was created including all of the planted species and the advantages and disadvantages of their growing were taken into account. The abiotic components were measured and evaluated, too, as well as their effects to the growing and the overall development of the young plants. The individual evaluation of the results is listed in the last chapter – the discussion – in comparison to acknowledged information from written sources. All of the mentioned is provided with suggestions of possible improvement that could be used in vertical planting in the future.

Out of the eight specifically chosen perennials, the best prosperous were *Vinca minor*, *Festuca scoparia*, *Aubrieta inybrida* and *Carex commas*. All the other taxons were rated worse and thus are not recommended for vertical planting.

Keywords: location, vitality, stressing factors, prosperity, influence of light, perennials, vertical walls

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Význam vertikálních zelených ploch ve veřejném prostoru	10
3.2	Zelené plochy – popínavé rostliny	10
3.2.1	Využití popínavých rostlin.....	10
3.2.2	Rozdělení popínavých rostlin.....	10
3.3	Zelené plochy - střešní zahrady	11
3.3.1	Výhody a nevýhody střešních zahrad	11
3.3.2	Druhy střešních zahrad	12
3.3.3	Zelené střechy s velkým sklonem	12
3.4	Zelené plochy – vertikální stěny	13
3.4.1	Historie vertikálních stěn	13
3.4.2	Zelené fasády	13
3.4.3	Vertikální zahrady	14
3.5	Výhody vertikálního pěstování	15
3.5.1	Vliv na teplotu.....	15
3.5.2	Vliv na hluk.....	15
3.5.3	Šetření vody	16
3.5.4	Čištění vzduchu	16
3.5.5	Choroby a škůdci.....	16
3.5.6	Vliv na faunu	16
3.6	Výběr sortimentu trvalek	17
3.6.1	Suchomilné rostliny	18
3.6.2	Skalničky	19
3.6.3	Stínomilné trvalky	20
3.6.4	Výsadba.....	21
3.7	Druhy zvolené do pokusné vertikální stěny	22
3.7.1	Druhy na osluněnou stěnu.....	22
3.7.2	Druhy na stěnu ve stínu	25
4	Metodika.....	29
4.1	Výchozí stav stěny.....	29
4.2	Obnovení stěny.....	29
4.3	Výsadba trvalek	30
4.4	Péče o výsadbu	30

4.5	Měření a sledování růstu trvalek	32
4.6	Hodnocení jednotlivých taxonů	32
5	Výsledky	33
5.1	Hodnocení prosperity taxonů	33
5.1.1	Taxoný vybrané na stěnu na přímém slunci	33
5.1.2	Taxoný vybrané na stěnu ve stínu	35
5.1.3	Celkové pořadí všech taxonů	37
5.2	Hodnocení podmínek růstu	38
5.2.1	Podmínky v zimním období	38
5.2.2	Podmínky na jaře	40
5.3	Množství zazelenění vertikálních stěn v průběhu sledovaného období	41
5.3.1	Vlhkost substrátu	41
6	Diskuze	42
6.1	Rostliny na osluněné stěně	43
6.2	Rostliny na stěně ve stínu	44
7	Závěr	45
8	Literatura	46
9	Samostatné přílohy	I
9.1	Měření abiotických podmínek	I
9.2	Pozorování vertikálních stěn v Troje	III

1 Úvod

V současné době, kdy se do velkých měst napříč celým světem stěhuje obrovské množství lidí, začíná být nedostatek zeleně obávaným problémem. Většina volných ploch je využívána pro stavbu nových budov, které zamezují výsadbě většího množství rostlin. Veškerý půdní profil je v okolí budov natolik nízký a povětšinou i nekvalitní, že je možné ho tak maximálně zatravnit (Součková 2000).

Veškeré vegetací porostlé plochy mají pozitivní dopad na psychické rozpoložení obyvatel, čistotu ovzduší, hluk, teplotu i hmyz a další živočichy. Je prokázáno, že obyvatelé měst bez většího množství zelené výsadby inklinují k psychickým potížím, špatnému spánku a také menší produktivitě v zaměstnání. Velké zelené plochy mají nedožírny vliv na kvalitu ovzduší, ať už se jedná o zvýšený přísun kyslíku, pohlcování prachu, bakterií, plísní a dalších toxinů, které mohou způsobovat mnohé nemoci (Timur & Karaca 2013). Posledním, ale velmi důležitým faktorem je vliv zeleně na minimalizaci kolísání teplot během dne a noci, ale také během celého roku. Velké masivy rostlinných výsadeb jsou schopny minimalizovat dopad takzvaných tepelných městských ostrovů a ochlazovat budovy během parných dní. Důsledkem toho je i velký vliv na ekonomickou stránku problému (Feitosa & Wilkinson 2018).

V zaplněných městech není možné tyto benefity získávat pomocí parků, stromů a hustých výsadeb další zeleně, a proto se čím dál tím více postupuje ve výzkumu vertikálních zahrad, zelených střech a systémů s popínavými rostlinami. V České republice jsou momentálně více vyspělé technologie interiérových stěn, které se umisťují do kanceláří, obchodních domů nebo škol. Jejich výhodou je již zmiňované zvýšení produktivity, ale i pozvednutí nálady a estetická hodnota.

V našich klimatických podmínkách je ale oproti teplejším zemím velký problém s chladným obdobím zimy, na kterou je velké množství rostlin citlivé. Pokud se rostliny pěstují volně v klasickém půdním profilu, tak mají dostatek izolační vrstvy, která je chrání proti promrznutí. Ve vertikálních stěnách je ale pouze slabý půdní profil, který během teplot pod bodem mrazu může zcela promrznat. To je následně problém nejen pro rostliny, ale také pro zavlažovací systémy, které mraz trvale poškozuje. Proto se v posledních letech vymýšlejí mnohé inovace, které by tyto problémy vyřešily. Součástí výzkumů je také výběr vhodných rostlin, které by i za ztížených podmínek prosperovaly. V poslední době se i rozšiřuje výzkum ohledně pěstování zeleniny na vertikálních stěnách přímo ve městech.

Mezi hlavní kritéria při výběru vhodných druhů trvalek patří vyrovnávání se s extrémními podmínkami, celoroční estetický efekt, velká odolnost proti chorobám a škůdcům a také jejich nenáročnost co se týká údržby.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit prosperitu předem vybraných taxonů vytrvalých bylin při růstu ve vertikálních stěnách. Tyto stěny představovaly úzký půdní profil vyplněný zahradnickým substrátem a byly umístěny v exteriéru Demonstrační a výzkumné stanice v Troje. Jednotlivé taxony měly být hodnoceny na základě pozorování během celé doby výzkumu.

Porovnání jednotlivých výsledků mělo vézt k vyhodnocení nejvhodnějších taxonů určených k pěstování ve vertikálních stěnách a také k možnostem vylepšení systému.

3 Literární rešerše

3.1 Význam vertikálních zelených ploch ve veřejném prostoru

Velké množství lidí se nyní nachází v takovém období a životní situaci, kdy již neřeší základní životní podmínky, ale má šanci se více zaměřit na životní komfort. Jednou z mnoha možností navýšení životního komfortu je i zkrášlování obydlí a jeho okolí. S nárůstem počtu obyvatel se zvyšují počty domů a rapidně se snižují velikosti parcel, a tudíž i velikosti zahrad a míst k odpočinku. V okolí větších zástaveb jsou sice často dětská hřiště či zatravněné plochy, ale k výsadbě stromů nebo keřů nedochází. Je to způsobeno především nedostatkem silnějšího půdního profilu, kvůli podzemním inženýrským sítím. Díky cestování a neomezenému získávání informací se všude ve světě čím dál tím více objevují vertikální zelené plochy. Působí dobře nejen na psychiku, ale mají také protihlukový a teplotní efekt a čistí vzduch (Součková 2000).

3.2 Zelené plochy – popínavé rostliny

3.2.1 Využití popínavých rostlin

Popínavé rostliny vynikají svými minimálními nároky na plochu. Díky tomu jsou ideální k pěstování v ulicích a menších zahradách nebo balkonech jako zástěna, která nemá ubírat na ploše. Často se také využívají u protihlukových stěn lemujících silnice. Mohou být pěstovány v malé ploše volné půdy, ale také v nádobách. Většinou se pěstují se záměrem pokrýt větší plochu. Nemusí se ale vždy jednat pouze o stěnu. Díky specifickému růstu mohou pokrývat půdu, příkrý svah anebo být naopak v nádobách ve výšce a plazit se směrem k zemi (Součková 2000).

Díky popínavým rostlinám můžeme nejen do našich zahrad přidat mnoho zajímavých prvků a zákoutí pro posezení. Popínavé rostliny potřebují pro svůj růst podpěru, díky které se mohou šplhat do úctyhodné výšky. Při dobře zvolené podpěře a druhu popínavé rostliny tak můžeme snadno zakrýt pergolu nebo vytvořit celou zelenou stěnu. U většiny popínavých rostlin nějaký čas trvá, než vyrostou do požadované výšky a než se dostatečně zahustí. Ideální je proto vysadit vytrvalé a mrazům odolné rostliny společně s jednoletými popínavkami. Mezi rychle rostoucí jednoleté rostliny patří například *Phaseolus* L. nebo *Ipomoea* L. Díky nim máme podpěru plně ozeleněnou hned prvním rokem a trvalky mají čas se pořádně rozrůst a zahustit (Ratsch 2013).

3.2.2 Rozdělení popínavých rostlin

Při volbě podpěry je důležité myslet na to, jakým způsobem se dané taxony přichytávají. Pnocí rostliny se vyznačují tím, že tvoří tenké a velmi dlouhé výhony a nemají kmen. První skupinou jsou úponkaté rostliny, které mají části listů nebo stonků přeměněné na úponky. Úponky se kolem podpěry obtáčejí, proto jsou vhodné konstrukce s velkými oky. Mezi úponkaté rostliny patří *Vitis* L. nebo *Clematis* L. Ovívivé rostliny jsou další skupinou, vyznačující se

obtáčením letorostů okolo konstrukce. Vhodnou oporou jsou svislé latě nebo kůly. Mezi ně patří například *Humulus lupulus* L., *Wisteria* Null. a *Actinidia* Lindl. Kořenující rostliny mají výrůstky podobné kořínkům na větvičkách, díky nimž se přidržují na nerovném povrchu. Pokud jsou tyto rostliny zasazeny u hrubé zdi, nepotřebují žádnou podpěrnou konstrukci. Proto je při jejich výsadbě je ale nutné zohlednit budoucí hmotnost, aby nedošlo k narušení stavby. Pomocí nepravých kořinků se přichytává *Hydrangea* L., *Hedera helix* L. nebo *Euonymus* L. (Součková 2000).

Ze všech vyjmenovaných rostlin je nejčastěji k vidění břečťan popínavý (*Hedera helix* L.). Nepotřebuje žádnou podpěru, protože se sám přidržuje podkladu. Má stálezelené, srdčité nebo laločnaté listy, které se na starších rostlinách mění na kosočtverečné. Ideálně prosperuje na osluněných i zastíněných plochách, které ale mají propustnou půdu. Pokud jsou podmínky příznivé, dorůstá až do výšky 20 m a má žluto zelená květenství. Zajímavou rostlinou je také vistárie čínská (*Wisteria sinensis* Null.), která je často k vidění v parcích. Má velmi okrasné modrofialové hrozny květů a dorůstá se až do 15 m. Při její výsadbě je důležitá pevná podpěra, protože vistárie má s přibývajícím věkem velmi silný kmen (Ratsch 2013).

3.3 Zelené plochy - střešní zahrady

Prvopočátky střešních zahrad se vyskytují již v 8. století před naším letopočtem. Na klenbách paláců v Babylonu byly již tehdy zavedeny zavodňovací systémy, díky nimž měly vysázené rostliny neustálý přístup k vodě. Od poloviny 11. století neosazovali střechy pouze Římané, ale také Italové a Francouzi. Díky velkému rozvoji od poloviny 19. století se trend zelených střech začal rychle šířit. Napomohl tomu vynález železobetonu, průmyslové chemie i výroba plastu. V dnešní době se zelené střechy staví především v přelidněných městech na nákupních domech, administrativních budovách ale i na rodinných domcích (Bohuslávek et al. 2009).

3.3.1 Výhody a nevýhody střešních zahrad

Následkem velkého nárůstu urbanizace v posledních desetiletích dochází ke zmenšování zelených ploch ve městech. Nejen dopravní prostředky spotřebovávají velké množství kyslíku a vylučují škodlivé látky. Následkem přehřívání, způsobeného betonovými stavbami a plochami, nečistoty proudí všude kolem nás. Vegetační střechy jsou ve výsledku nejen záležitostí estetickou, ale také značně napomáhají zlepšování ekologických poměrů. Velký vliv mají na teplotu. Chrání především střešní byty před přílišným přehříváním a zároveň působí jako izolační vrstva i v zimě (Bohuslávek et al. 2009). Na základě pokusu na třech zelených střeších během jednoho dne, kdy se střídalo zataženo, slunečno a dešťová přeháňka bylo zjištěno, že změna teploty na povrchu zelené střechy není ovlivněna pouze množstvím dopadajícího slunečního záření a okolní teplotou, ale také množstvím naakumulované vody v substrátu. Díky zeleným střeším tak není pouze snížena teplota domu a jeho okolí, ale jsou velmi vyrovnány i amplitudy mezi teplotami ve dne a v noci (Čeng et al. 2013). Zelené střechy působí také jako zvukové tlumiče, ať už se jedná o pozemní komunikaci nebo o hluk z letadel.

Díky své velké ploše zadrží značný objem dešťové vody a jejím následným odpařováním dochází ke zvlhčování a ochlazování okolí. Neméně důležitou funkcí je spotřeba oxidu uhličitého a jeho přeměna na kyslík a současné pohlcování prachových částic (Bohuslávek et al. 2009).

Mezi nevýhody instalace zelených střech patří především jejich hmotnost. Při stavbě budovy se musí předem počítat s osázením střechy, jinak by mohlo dojít k přetížení a narušení statiky budovy. Střechy, které tvoří profesionálové, nejsou nejlevnější záležitostí. Především pokud se jedná o instalaci na střechu s vyšším sklonem, v tom případě jsou totiž nutné i různé zábrany proti sesuvu. Další nevýhodou je nutná tvorba kvalitní hydroizolace, jejíž opravy jsou velmi nákladné a náročné (Holuša 2020). Další zajímavou kategorií jsou samotné materiály používané na stavbu zelených střech. Bylo dokázáno, že celkový přínos zelených střech převyšuje znečištění ovzduší při výrobě materiálů. Kvůli hmotnosti se často využívají materiály z polymerů, které jsou lehké a snadno instalovatelné. Při jejich výrobě se ale uvolňuje velké množství toxických látek. Z dlouhodobého hlediska se stavba zelených střech ze současných materiálů vyplatí. Pro větší udržitelnost je ale nutné prozkoumat další materiály, které by polyethylen a polypropylen mohly nahradit. Například opětovné využití odpadních materiálů, které jsou základem ekologických výstaveb (Bianchini & Hewage 2012).

3.3.2 Druhy střešních zahrad

Obecně se dají zelené střechy rozdělit do několika kategorií. První kategorií jsou střechy intenzivní. Tyto střechy jsou na údržbu i provoz velmi náročné. Mají na sobě silnější vrstvu zeminy (nad 10 cm). Díky tomu se v nich dá pěstovat větší množství taxonů. Oproti tomu extenzivní a ultraextenzivní střechy mají vrstvu zeminy slabší a hodí se tak na budovy, které nesnesou větší zatížení. Jsou vcelku nenáročné na údržbu, neprovádí se na nich závlaha ani hnojení, jen se občas odstraňují nálety (Holuša 2020).

Všechny typy střech mají velmi podobnou skladbu. Podkladem je vždy konstrukce budovy, na které je položena tepelná izolace a především hydroizolace. Používají se materiály, kterými nejsou kořeny schopny prorůst a které jsou odolné proti UV záření. Následuje drenážní vrstva, tvořená perforovanou nepopovou folií, šterkem nebo keramzitem, kterou se odvádí přebytečná voda. Ta je ale nutná především u větších a intenzivních střech. Na zelené střechy se využívají odlehčené substráty, které jsou dobře propustné. Základem bývá písek, zemina a kompost s přísadkami porézních materiálů (Holuša 2020).

3.3.3 Zelené střechy s velkým sklonem

Ve vztahu k vertikálním stěnám jsou nejzajímavější zelené střechy se sklonem 25° až 40°. U těchto stěn je velmi důležité umístit substrát do roštů, které zabraňují sesuvu. V tomto druhu střech se nejlépe daří rozchodníkům, netřeskům a suchomilným trvalkám. Výsadba suchomilných rostlin může probíhat prakticky kdykoli po celý rok, vyjma období mrazu. Do vrstvy substrátu se vysazují sazenice v počtu okolo 20 kusů na 1 m². Při takové hustotě osázení dojde velmi rychle k souvislému ozelenění. Na základě vybraných taxonů a způsobu rozmístění můžeme docílit buďto souvislého koberce anebo jednotlivých trsů (Bohuslávek et al. 2009).

Na druhu zelené střechy závisí i náročnost údržby. Pravidelně by se mělo kontrolovat množství vtoků a množství vody v hydroakumulační vrstvě tak, aby v důsledku přemokření nedocházelo ke hnití kořenů a tvorbě mechu. Mezi méně časté aktivity patří odstraňování náletů a hnojení jednou ročně v jarním období. Používají se pomalu rozpustná hnojiva, která dodávají živiny po dlouhé období. Při hnojení je ideální také ostříhat oschlé květy a odumřelé části rostlin. V závislosti na úhlu stěny a povětrnostních podmínkách je vhodné, také jednou ročně, doplňovat zeminu (Bohustlávek et al. 2009).

3.4 Zelené plochy – vertikální stěny

3.4.1 Historie vertikálních stěn

Na počátku veškerých vertikálních zahrad stojí koncept Grenových zdí ve starověkém Babylonu, který vznikl asi 2500 let před naším letopočtem. Tehdy nechal král Nebukadnesar II. vystavět rozsáhlé visuté zahrady, které se staly předchůdcem dnešních zelených střech a vertikálních zahrad. Na počátcích dvacátého století se v Británii a Severní Americe začaly stávat moderními mřížové podpěry u domů, díky kterým se mohly popínavé rostliny šplhat do neuvěřitelných výšek. V roce 1988 se poprvé použil systém nerezových lan, kotvících zelenou fasádu. Mřížové panely byly poprvé použity v roce 1993 v Kalifornii (Timur & Karaca 2013).

Jako venkovní vertikální stěny, jinak také zelené stěny, můžeme označit veškeré svíslé povrchy stěn osázené vegetací. Zelené stěny se dají rozdělit na dvě obsáhlé podskupiny. Zelené fasády a živé stěny (Timur & Karaca 2013).

3.4.2 Zelené fasády

Zelené fasády jsou většinou tvořeny popínavými rostlinami nebo rostlinami, které jsou vysázeny kaskádovitě. Celá konstrukce může být buď ukotvená k již stojící nosné stěně domu anebo samonosná a volně stojící, kdy plní například funkci plotu nebo sloupu. Zelené fasády se následně dělí na tvořené jednotlivými nádobami a na celoplošné (Timur & Karaca 2013).

Prvním druhem zelené fasády celoplošné je systém mřížových panelů. Nosná konstrukce tohoto systému je tvořena velmi pevným, ale lehkým panelem z ocelového lana. Tento systém je díky své pevnosti velmi variabilní. Může být použit jak na velké plochy, které díky spojům panelů mohou sahát až na vrchol budov, nebo může být napnut i mezi budovami. Hlavní funkcí panelu je udržovat rostliny v kompaktním stavu a poskytovat dostatek možností pro úpony. Je vhodný především na instalace, kde se vysazují rychle rostoucí popínavé rostliny, které mají větší množství olistění.

Dalším druhem je systém sítí a lan. Ten se používá naopak jako podpora pomaleji rostoucích rostlin, které potřebují hustší podpůrnou konstrukci. Lana jsou velmi flexibilní díky kovovým křížovým spojům. Díky tomu se tvoří mnoho velikostí a hustot sítí, podle potřeby jednotlivých vysazených taxonů (Timur & Karaca 2013).

3.4.3 Vertikální zahrady

Živé stěny neboli vertikální zahrady mohou být vyrobeny z nepřeberného množství materiálů. Mezi ty nejčastěji používané patří plast, syntetické tkaniny, jíl, kov a beton.

Především kvůli možnosti velké rozmanitosti a kvůli hustotě porostu vyžadují větší péči než zelené fasády. Většina stěn funguje dobře v různých klimatických podmínkách, kdy se pouze mění výběr taxonů tak, aby odpovídal podmínkám. Pověštinou se využívá automatická závlaha s výživovým systémem, která usnadňuje údržbu (Timur & Karaca 2013).

Dle výzkumu 386 měst ze všech koutů Evropy se zjistilo, že ve většině případů připadá na jednoho obyvatele pouze zhruba 10 m² zelené plochy. Jsou ale i města, jako například Tchaj-pej na Tchaj-wanu, kde na jednoho obyvatele připadá pouze 5 m². Instalace zelených stěn je tak kvůli nedostatku prostoru jediným východiskem z tohoto stavu (Pan & Kao 2021).

Takzvané „landscape walls“ evokující krajinu jsou na rozdíl od typických vertikálních stěn mírně šikmé a jejich primární funkcí je krom estetiky i redukování hluku z okolí a zpevňování svahů. Většinou jsou tvořeny vyskládaným materiálem, ve kterém je dostatek prostoru pro pěstební médium a rostliny (Timur & Karaca 2013).

Patric Blanc byl prvním, kdo přišel s návrhem rohožových stěn. Jeho stěny se skládají ze dvou vrstev tkaniny, která je vytvořena se speciálním kapsovým systémem. Tyto záhyby, kapsy, tvoří dostatečné místo a oporu pro rostlinu včetně jejího pěstebního média. Celá tato tkanina je i s obsahem opatřena kovovou konstrukcí, která jednak dělá podporu hmotnosti, ale také nese voděodolnou membránu, která brání navlhnutí fasády budovy. Celý systém kapes je protkán zavlažovacím systémem, který automaticky rozvádí vodu a živiny.

Posledním druhem živých stěn jsou modulární systémy. Jedná se o jednotlivé panely, které drží pěstební médium (Timur & Karaca 2013).

Zajímavou myšlenkou je pěstování rostlin téměř bez substrátu, kterým se zabývá Blanc (2012). Rozvíjí a praktikuje myšlenku, že pokud mají rostliny dostatek vláhy, která je bohatá na výživu, nepotřebují půdu. Pokud jsou totiž tyto podmínky splněny, tak substrát funguje jen jako opora rostlin.

Co se ale týká našich klimatických podmínek, tak jedinou možností vertikálního pěstování jsou substrátové technologie. Konstrukce bezsubstrátové, například pouze s výživným médiem nejsou vhodné kvůli nízkým teplotám v období zimy. Mezi ty nejčastěji používané patří stěny se systémem kapes nebo květináčů vyplněných substrátem anebo úzká stěna, celá vyplněná zeminou (Matiska 2020).

3.5 Výhody vertikálního pěstování

Aplikace vertikálních stěn má nejen ekologické benefity, ale je i velkým estetickým přínosem. Přítomnost zeleně ve městech velmi minimalizuje negativní vnímání jinak šedých ulic. Stěny budov tak mohou mít nejen zakrytou nevzhlednou plochu, ale vrstva rostlin budově i poskytuje ochranu. Velkým přínosem pro budovy je minimalizace teplotních výkyvů, díky kterým dochází k menší rozpínavosti materiálů a tím k menšímu opotřebení. Omítka je díky porostu chráněna i proti slunečnímu záření a případným kyselým dešťům, čímž se rapidně zvyšuje její životnost (Timur & Karaca 2013).

3.5.1 Vliv na teplotu

Živé stěny jsou velkým ekonomickým přínosem, co se týká regulace teplot. V létě napomáhají chlazení a v zimě naopak působí jako izolační vrstva, která brání únikům tepla. Zároveň působí i z venku, kdy zabraňují nejen silnému proudění větru. Množství ušetřených energií je pak závislé na dokonalosti izolace budov. U budov, které jsou samy dobře zaizolované není vliv tak znatelný. V extrémeh jsou ale zelené stěny schopny regulovat teplotu až o 10 °C, což v průběhu roku ušetří opravdu velké množství energií (Johnston & Newton 2004).

Následkem urbanizace dochází k efektu takzvaného městského tepelného ostrova. Při něm dochází k zvyšování průměrné teploty hustě obydlených městských oblastí v porovnání s odlehlými vesnicemi. Pokud se vezme průměrná teplota během celého roku, může se jednat o rozdíl až 3°C. Největší problém to je ale v noci, kdy místa s řídkou zástavbou rychle vychladnou, ale hustě zastavěné plochy mohou mít během noci až o 12 °C vyšší teplotu. Na základě toho mohou, především u starších obyvatel, vznikat mnohé zdravotní komplikace spojené právě s tepelným stresem. Přesto, že se velké množství lidí stěhuje do měst, tak nedochází k výstavbě nových domů ve stejném poměru. Z tohoto důvodu jsou jediným možným řešením zmírnění efektu městského tepelného ostrova instalace zelených stěn na již stojící budovy. Hlavním důvodem, proč dochází k menšímu zahřívání zelených stěn a střech oproti klasickým, je snižování tepelné vodivosti. Stupeň ostínění pěstební plochy a tím pádem i fasády budovy je závislý na výšce a hustotě olistění. Čím nižší a řidší jsou listy, tím více slunečního záření je schopno projít a přenos tepla je vyšší. Obecně je prostupnost tepla povrchem pojmenována jako koeficient prostupu tepla. Pokud je tento koeficient vysoký, je budova pravděpodobně velmi špatně zaizolována. Kromě primární tepelné izolace v závislosti na tepelné vodivosti působí zelené stěny jako hmota navíc, díky které dochází k pomalejším teplotním výkyvům (Feitosa & Wilkinson 2018).

3.5.2 Vliv na hluk

Velkou výhodou aplikace vertikálních stěn je pohlcování hluku, a to především pomocí vrstvy substrátu. Je faktem, že rostliny absorbují hluk znatelně více, než je tomu u většiny tvrdých povrchů. Ty totiž většinu hluku nepohltní, ale naopak odrazí. Většina ulic tak celkový hluk měst ještě umocňuje. Schopnost pohlcování hluku je ale v závislosti nejen na typu stěny, ale především na druhu zvuku a jeho frekvenci. Ve městských oblastech se setkáváme

především se zdroji s nepřetržitým vyzařováním hluku. Jedná se o dopravu silniční, leteckou i železniční, průmyslovou výrobu, stavebnictví a komunikaci. Intenzita hluku má velký vliv na produktivitu, úroveň spánku a může působit jako velmi stresující faktor.

Rostliny se v závislosti na přísunu zvukových vln rozvíjejí a tím přemění zvukovou energii na energii tepelnou. Listy rostlin nejlépe pohlcují vysoké frekvence, zato dřevité části omezují více střední frekvenci (Paull et al. 2020).

3.5.3 Šetření vody

Kromě úspornosti na plochu je největší výhodou vertikálního pěstování šetření závlahy. Většinou je zde zavedena mikrozávlaha nebo hydroponický systém, kde je rostlinám dodáváno jen potřebné množství. Voda, kterou nespotřebují, je pak většinou dále odváděna do zásobníku ve spodní části a je znovu využita (Timur & Karaca 2013).

3.5.4 Čištění vzduchu

Vhledem k velikosti plochy, která může mít desítky až stovky metrů čtverečních, jsou zelené stěny považovány za jedny z nejlepších biočističek, které mají obrovský dopad na kvalitu ovzduší ve svém okolí. Rostliny nejen že pohlcují oxid uhličitý a vypouští kyslík, ale také jsou schopny mnoha procesů, při kterých dochází k rozkladu kontaminantů ovzduší. 1 metr čtvereční by měl v ideálním případě vyčistit vzduch pro 100 metrů čtverečních obyčejné kancelářské budovy. Dalo by se to také porovnat se vzrostlejším stromem, který zastane podobné množství jako jedna zelená stěna rodinného domku. Jedná se tak nejen o přísun kyslíku, ale také o pohlcování prachových částic, mikroorganismů a toxinů, které jsou schopny přeměnit a tak, v uzavřeném prostoru, zajistit až o 50 % čistší vzduch bez bakterií a plísní (Timur & Karaca 2013).

Nežádoucí látky v ovzduší pochází především z výfukových plynů dopravních prostředků, prachu a z průmyslové výroby. Menší částice mohou při dýchání pronikat do plic a způsobovat mnohá onemocnění (Paull et al. 2020).

3.5.5 Choroby a škůdci

Choroby a škůdci se rostlin zasazeným ve vertikálních stěnách v zásadě skoro netýkají. Je to dáno jejich nedostupností. Málomocný hmyz se dokáže dostat do takových výšek, aby mohl rostlinu napadnout. Pokud jsou rostliny pěstované ideálním způsobem, měly by kolem sebe mít dostatek proudícího vzduchu a slunečního světla, což zabraňuje vzniku plísní a houbových chorob. Díky tomu jsou i velmi ekonomicky výhodné, protože při jejich provozu není ve většině případů potřeba používat žádné pesticidy a insekticidy (Timur & Karaca 2013).

3.5.6 Vliv na faunu

Poslední, ale rozhodně ne méně podstatnou výhodou je funkce zelených stěn jako stanoviště živočichů. Vzhledem k rychlé urbanizaci a mizejícím plochám zeleně ve městech mají živočichové čím dál tím méně útočišť. Na základě vhodně zvolených taxonů rostlin mohou

zelené stěny tvořit vhodná stanoviště nejen pro motýly, včely a ptactvo. Kromě poskytnutí úkrytu jsou i zdrojem potravy a vody (Johnston & Newton 2004).

V Sydney v Austrálii byl provedený experiment, poukazující právě na důležitost zelených stěn a zelených střech v místech, kde je jinak velmi málo vegetace. V experimentu byly posuzovány dvě střechy, konvenční a osázená rostlinami. Obě střechy byly ve stejné geografické poloze, stejné výšce a měly stejnou velikost. Na základě využití fotopastí byly hodnoceny počty a rozmanitost hmyzu, plžů a ptactva. Ve výsledcích bylo uveřejněno, že na

zelené střeše se v průběhu výzkumu vyskytlo čtyřikrát větší množství ptactva a sedmkrát více členovců a plžů. Pro přilákání živočichů byly vybrány původní i introdukované taxony, tak aby přilákaly co nejvíce hmyzu z okolí (*Viola hederacea* Labill, *Crassula multicaeva* L., *Brachyscome multifida* Crass.). Co se týče ptactva, tak nejen v tomto experimentu bylo dokázáno, že ptáci využívají zelené střechy jako stanoviště k tvorbě hnízd, ale také jako místa k lovu potravy dravými ptáky. Dle studií se uvádí, že většina zelených střech dosahuje největší biologické rozmanitosti dva roky po jejím založení a že čím blíže k zemi se nachází, tím více tvorů v ní nachází své útočiště (Wooster et al. 2022).

Mnoho studií zabývajících se prosperitou a vlivem jednotlivých taxonů ale probíhá pouze po velmi omezenou dobu, jako například 1 – 2 roky. Je ale důležité myslet na to, že vertikální střechy prochází velmi dynamickým vývojem, který není možné za takto krátkou dobu analyzovat. Z toho důvodu může být velké množství studií neúplných (Bradley 2015).

3.6 Výběr sortimentu trvalek

Trvalky jsou botanickým termínem a pojmenováním pro skupinu rostlin, které mají vegetativní růst delší, nežli jsou tři roky. Do toho by ovšem spadaly i dřeviny. Většinou je to ale pojem pojmenovávající byliny, které dřevnatí maximálně kolem bazální a podzemní části, ale nikoli na celém stonku. V našich podmínkách se do trvalých výsadb musí používat ještě užší skupina, tedy trvalky odolné chladu a mrazu. Většina mrazuvzdorných trvalek, používaných k výsadbám v našem zeměpisném pásmu přežije zimu bez ochrany. Je časté, že na sklonku podzimu nadzemní část rostliny odumírá a přežívá pouze kořenová část pod zemí. Poté, co na jaře začnou stoupat teploty nad nulu, se trvalky zase zazelenají. Některé trvalky jsou ještě o něco odolnější a zůstávají stálezelené i přes zimu. Na jaře ale znovu obrazí a staré listy je vhodné odstranit. Výběr trvalek pak závisí nejen na zajímavosti květů, ale také listy a traviny vypadají okrasně po celý rok (Edwards 2002).

Při výběru vhodných taxonů je vždy důležité myslet na jejich budoucí stanoviště. Do vertikálních stěn se hodí jiné druhy s odlišnými habitusy nežli do záhonu. Rostliny vhodné do vertikálních stěn by neměly být příliš vysoké, aby z kompozice nevyčnívaly. Měly by mít dobrou schopnost pokryvu půdy a rychlé zapojení. Dalším z důležitých faktorů je celoroční efekt, který nesplňují ty druhy, které na zimu zatahují nadzemní část a až na jaře znovu obrazí. Posledním kritériem, především v našich klimatických podmínkách je velká odolnost teplotám pod bodem mrazu (Matiska 2020).

Trvalky se dají rozdělit na několik skupin jak podle období květu, barev, výšky ale nejčastěji se dělí podle nároků na stanoviště. Základní skupiny jsou petrofyty, xerofyty, mezofyty a hydrofyty (Pasečný 2003).

3.6.1 Suchomilné rostliny

Tyto rostliny pocházejí z aridních oblastí, kde je množství odpařené vody z jejich povrchu větší než množství srážek. Často se zde vyskytují dlouhá období sucha a poté mírný návalový déšť. Pod pojem aridní oblasti spadá skoro jedna třetina pevniny. Počítají se sem savany, stepi i pouště a mírnější polopouště. Na všech těchto částech planety ale panují rozdílné podmínky. Na pouštích je obecný a dlouhotrvající nedostatek vody, která se pouze sráží v závislosti na velkých teplotních rozdílech mezi dnem a nocí. V těchto oblastech se většinou vyskytují jen letničky, které nepříznivé období sucha přečkávají jako semena. V polopouštích se již vyskytuje větší množství druhů, díky o něco málo bohatším srážkám. Na stepích se kromě nízkých keřů vyskytují především traviny a sukulenty. Díky pravidelně se střídajícím obdobím dešťů a sucha je tu více druhů, a i větší zelený pokryv (Křesadlová & Vilím 2005).

Vzhledem k drsným podmínkám na původních stanovištích proběhly ve vývoji xerofytních rostlin mnohé změny. Díky těmto fyziologickým a morfologickým vlastnostem se dokážou lépe vyrovnat nejen s nedostatkem vláhy. Nejodolnějšími rostlinami jsou sukulenty, které obsahují speciální pletivo zadržující velké množství vody. Aby mohla rostlina nasát velké množství vody během návalových dešťů a následně ho uložit do pletiva, musí mít bohatě se větvicí kořeny. Základem pro přežití v těchto podmínkách je především co nejmenší plocha, ze které se odpařuje voda. Proto mají xerofytní rostliny menší vzrůst nadzemní části a listy nemají, nebo jsou přeměněné v trny. Tyto rostliny jsou ale kvůli velkému obsahu vody v těle velmi náchylné na náhlý příchod mrazu. Další možností ochrany proti suchu je dlouhý kulový kořen, který často sahá do velké hloubky až k hladině vztlínající spodní vody. Další skupinou jsou geofyty, které suchu přežívají díky podzemním zásobním orgánům. V podobě pouze podzemních hlíz nebo cibulí přečkávají období sucha, ale jakmile je půda dostatečně vlhká, začnou se tvořit kořeny i nadzemní část (Křesadlová & Vilím 2005).

Velkému suchu je uzpůsobeno i jejich rozmnožování. Generativní rozmnožování, při kterém vypadají semena v blízkosti matečné rostliny je kvůli konkurenci nevýhodné. Z toho důvodu často dochází k rozšiřování semen do širšího okolí. Proces, kdy se nadzemní část odlomí a pomocí větru se kutálí a rozmisťuje semena, využívají takzvaní stepní běžci. Mezi ty patří například *Eryngium* L. nebo *Gypsophila* L. (Křesadlová & Vilím 2005).

Většina ze suchomilných rostlin potřebuje bohatší zálivku alespoň během prvních fází růstu, poté se již dokážou potýkat s pouze občasným zavlažením. Existují druhy, které vydrží prakticky bez zálivky, mezi ně patří například *Papaver* L. nebo *Eryngium* L. Co ale většinu taxonů spojuje je nesnášenlivost k závlaze v období, kdy mrzne (Šuchmannová 2005). Především kvůli tomuto období je důležité, aby stanoviště rostlin mělo dobře propustnou půdu. Například i díky drenážím pak nedochází k přemokřování zimní vláhou, kvůli které může docházet k uhnívání kořenů (Hanzelka 2015).

Společným znakem xerofytních rostlin je také dobré prospívání na silně osluněných plochách, především orientovaných na jih. Pokud jsou tyto rostliny zasazeny spíše do polostínu tak prosperují také, ale mají více zelené hmoty a mnohem méně květů (Šuchmannová 2005).

Xerofytní rostliny jsou často nepůvodní druhy, pocházející z teplejších krajů. V našich podmínkách přežívají tyto rostliny pouze pokud jsou na zimu zakryty. Jinak dochází k vyhynutí v důsledku častých výkyvů teplot a k následnému uhynutí (Šuchmannová 2005).

Většina z xerofytních druhů nevyžaduje půdu nijak zvlášť výživnou, ale především půdu spíše propustnou, u některých druhů až písčitou (*Lupinus polyphyllus* Lindl., *Artemisia schmidtiana* L.). Důležité je ale při výsadbě myslet na budoucí tvar rostliny, především jejích kořenů. Druhy, které mají dlouhé a křivočerné kořeny kvůli dobrému dosahu k vodě potřebují také silnější vrstvu zeminy. Jsou ale i rostliny, které jsou vhodné k pěstování na zelených stěnách a střeších, které dokážou zakořenit i ve velmi mělkém půdním profilu (*Gypsophila repens* L., *Anthemis* L.) (Šuchmannová 2005).

Mezi oblíbené druhy pěstované v zahradách patří *Lavandula angustifolia* Mill., *Salvia officinalis* L., *Thymus* L., *Festuca glauca* Vill. a *Rosmarinus officinalis* L. Velké množství z uvedených druhů je i zajímavé svým využitím v kuchyni (Hanzelka 2015).

3.6.2 Skalničky

Skalničky nejsou botanickou skupinou, ale spíše seskupením určitých druhů, které prosperují za podobných podmínek. Druhům, kterým se dobře daří ve skalním prostředí a dokážou přežít i ve spárách mezi kameny, se říká petrofyty, nebo pokud pochází z opravdu horských oblastí oreofyty. Tyto druhy se vyznačují velkou odolností k přežití ve zvláštním vláhovém režimu. Jejich stanoviště by měla mít dobrou drenáž, tak jak je tomu mezi kameny. Díky tomu mají vodu vždy dostupnou, ale nedochází k jejímu nadbytku. Nejsou to nijak bujně rostoucí rostliny, proto špatně prosperují, když mají rychle rostoucí konkurenci. Mají kompaktní vzhled, který je uzpůsobený podle původního místa výskytu. Často mají dlouhé křivočerné kořeny kvůli dosahu k vodě, občasná je sukulence, voskové vrstvy a jemné chlupy na listech (Hanzelka 2015).

Ve většině případů skalničky dobře prosperují v zemině, která není nijak extrémně bohatá na živiny a je dobře propustná. Pokud je na budoucím stanovišti půda těžká, měla by se odlehčit pomocí písku, nebo i šterku. Co se týká stanoviště, tak to by mělo být spíše na osluněném místě. Kvůli některým druhům bychom se ale měli vyvarovat místům, kde by v létě vlivem přímého slunečního záření mohlo docházet k přehřátí a spálení rostliny. Mezi náchylnější rostliny na slunce patří například *Primula auricula* L., která se tedy hodí spíše do přistíněnějšího místa orientovaného na severovýchod. Vysokohorským skalničkám se obecně nejlépe daří na místech orientovaných na sever až východ. Na stanovištích k jihu je totiž v létě o 2 °C a v zimě až o 5 °C vyšší teplota, což má vliv i na rychlé tání sněhu, který jinak skalničky chrání (Martan 2005).

Mezi skalničky se řadí všechny rostliny, které jsou vhodné k pěstování ve skalkách. Mohou to být letničky, dvouletky i trvalky. O výběru jednotlivého druhu pak rozhodují nejen

vlastnosti, ale také vzhled. Existuje mnoho druhů, které jsou okrasné nejen květem, tak jak je to u většiny květin, ale také svými listy a vzrůstem. Skalničky se vyznačují nízkým až zakrslým vzezřením a tvorbou kompaktních trsů (Holzbecher 1982).

Nejobtížnější činností je hned po zakládání skalky její pletí. Z toho důvodu je důležitá příprava již před vysázením. Pečlivě vyčištěnou zeminou nebo zakoupeným a propařeným substrátem se vyvarujeme nejen plevelům, ale i vzniku chorob nebo plísní. Stejně jako substrát je nutné připravit i stanoviště a jeho okolí. Je potřeba odstranit veškeré zbytky plevelů, jako jsou svlačce nebo pýry. To do velké vzdálenosti, protože semena plevelů se mohou pomocí větru dostat až na skalku i zpoza plotu. Plevelů je důležité se zbavit nejen kvůli vzhledu skalky, ale především kvůli jejich vlivu na pěstované rostliny. Plevelé jim totiž konkurují místem, berou živiny, vláhu i světlo a mohou přenášet choroby a škůdce. Pokud se už plevelé objeví, je nutné je odstranit i s celým kořenem (Böhm 1981).

Příkladem skalniček jsou *Silene acaulis* L., *Eritrichium nanum* L., *Potentilla nitida* L., *Saxifraga caesia* L. (Hanzelka 2015).

3.6.3 Stínomilné trvalky

Stínomilné trvalky jsou vhodné do všech zákoutí, nejen na zahradách. Daří se jim v zastíněném okolí stromů, podél zdí i na svazích. Díky správně vybraným taxonům mohou zkrášlovat prostředí po celý rok. Většina stínomilných druhů má podobné nároky na stanoviště a jsou vcelku odolné proti chorobám a škůdcům (Sekerka 2003).

Od suchomilných rostlin se liší nejen svými požadavky na půdu. Při výsadbě stínomilných druhů bychom měli dbát na množství živin v půdě, které by mělo být poměrně vysoké a struktura půdy by měla být hrudkovitá a propustná. Správné by mělo být i neutrální pH půdy. Z toho důvodu do půdy nepřimícháváme rašelinu, která kromě malého obsahu živin také půdu okyseluje. To by neprospívalo druhům jako *Cyclamen* L. V případě kyselější půdy by bylo vhodné dodat vápencovou drť, která dlouhodobě přispívá k lepšímu stavu půdy. Obzvláště velký pozor se při pěstování musí dávat na hnojení. Hnojení na sklonku vegetační doby může zapříčinit nižší odolnost k nízkým teplotám a obecně přílišné hnojení způsobuje velký nárůst zelené hmoty, ale tlumí kvetení (Sekerka 2003).

Co se týká zavlažování, tak většina stínomilných druhů potřebuje neustálý mírný přísun vody. Na základě původního stanoviště jsou jednotlivé druhy různě citlivé na přísun vláhy v jednotlivých fázích roku. Například *Cyclamen* L. a další původně středomořské druhy musí mít během léta sucho, protože zatahují. Naopak druhy z východu Asie vyžadují během léta větší zálivku (Sekerka 2003).

Na teplotu nejméně háklivé jsou druhy, které mají pupeny kryté pod zemí. Jiné druhy je vhodné na chladnější období zakrývat. Svou funkci tak plní i sníh, díky kterému se na povrchu zeminy drží konstantní teplota těsně pod bodem mrazu. Kvůli tomu jsou pro trvalky nejhorší zimy bez sněhu, takzvané holomrazy. Rostliny ve zmrzlé půdě nemohou nasávat vodu, jsou často vystaveny větrným podmínkám a jejich pletiva jsou vysušená, zmrzlá, a tak trvale poškozená. Problémem bývají nejen mrazivé zimy, ale také zvyšující se letní teploty.

V zahradách a lesích s velkým množstvím zeleně je klima konstantní, ale na místech, kde je během dne přímý žár a rostliny nejsou chráněné, dochází ke značným škodám v závislosti na popálení a vysušení (Sekerka 2003).

V souvislosti s množstvím slunečního světla na stanovišti dochází také ke kvetení. Stínomilné trvalky často rostou ve krytu listnatých stromů, které je během léta chrání před přímým sluncem. Než ale na jaře stromy obrostou listy, mají trvalky dostatek světla pro tvorbu květů. Během léta pak investují energii spíše do zatahování a tvorby zásobních podzemních orgánů (Sekerka 2003).

Čím větší je takzvaná hloubka stínu, tím užší sortiment na tomto místě můžeme vysázet. Celodenní stín po celý rok vytváří především budovy a stálezelené dřeviny. Do okolí těchto míst je vhodné sázet jen květiny okrasné listem. Mezi ně patří kapradiny, *Hosta* Tratt., *Pulmonaria officinalis* L. a *Bergenia* Moench. Do sušších ale stinných částí se hodí *Carex pendula* Huds. nebo *Paeonia emodi* Wall. A jako pokravné rostliny jsou vhodné například *Anemone × hybrida* Paxton. a *Pulmonaria* L. (Edwards 2002).

Existují i takzvané hygropyty, což jsou rostliny nacházející se na místech, kde je nejen stín, ale také neustálý dostatek vláhy. Rostou na podmačených loukách a v okolí říček a rybníků. Při výsadbě se musí počítat s neustálým doplňováním vláhy a s dostatkem organické hmoty v půdě, proto se pro pěstování ve vertikálních stěnách většinou nepoužívají. Jedná se například o *Caltha palustris* L., *Iris siberica* L. nebo *Geranium phaeum* L. (Hanzelka 2015).

3.6.4 Výsadba

Poté, co se rozhodneme, jaké taxony z bohaté nabídky zvolíme do naší výsadby, přichází na řadu výběr konkrétních rostlin a jejich nákup. Každá rostlina, kterou máme v plánu vysadit by měla být silná a zdravá. Nikdy nevybíráme rostliny s viditelným onemocněním nebo škůdci a pokud možno ani rostliny z jejich okolí, mohly by mít nákazu teprve v počátku. Dbát bychom měli i na stav kořenového systému. Po vyjmutí rostliny z květináče bychom měli vidět silně prokořeněný a nepoškozený bal (Himmelhuber 2005).

U výsadby je důležité dbát i na správné rozmístění jednotlivých druhů a vztahy mezi nimi. Z toho důvodu je vždy vhodné si nakrestli plánek výsadby. Rostliny, které jsou významné pro svůj bujný růst by neměly být umístěny hned vedle pomalu rostoucích druhů. Stejně tak je při výsadbě důležité myslet na to, které rostliny dorůstají větší výšky, nebo jsou případně převísleho tvaru. Především u těch je podstatné jejich umístění, aby nezastiňovaly taxony v jejich okolí. Pokud přeci jen uvažujeme o zasazení nějakého bujně rostoucího druhu, je ideální zvážit nějakou formu omezení růstu. Při samotné výsadbě je vhodné jednotlivé kořenové baly mírně zmáčknout a rozrušit hustě zamotané kořeny. Případně i odstranit přebytečnou zeminu. (Vialard 2010).

U jednotlivých druhů trvalek byly zmíněny ideální půdní podmínky. Většina trvalek si ale poradí s průměrnou půdou, která by měla být především dobře propustná, aby nebyla přemokřená (Rice 2006). Ta by neměla být přespříliš lehká, s velkým podílem písku nebo šterku, ale ani příliš těžká a hutná, kdy většinu tvoří jílovité částice. Zároveň by měla mírně

zadržovat vodu a mít pH mírně kyselé až neutrální. Všechny tyto vlastnosti půdy jsou ovlivnitelné pomocí přidání správně zvolené příměsi. Jednoduše zjistitelné pH se dá upravit mletým vápencem, do příliš kyselé půdy, nebo naopak přidáním kyselých substrátů do půdy příliš alkalické. Kyselé příměsi jsou například rašelina, lesní hrabanka nebo jehličnatka. Pro zhutnění substrátu se používá ornice a veškeré substráty s velkým podílem jílovitých částic, naopak pro odlehčení působí dobře písek, kompost nebo listovka. Především je ale důležité dbát na sterilitu substrátu, díky které výrazně omezíme budoucí množství plevelu, ale i plísni a chorob (Hanzelka 2015).

Jako příměsi substrátů mohou fungovat i zcela sterilní materiály. Jednou z těchto složek může být například rockwool. Jedná se o minerální vlnu, která dobře funguje jako náhrada rašeliny v pěstebních substrátech. V Průhonících byl proveden pokus, při kterém byly poměřovány tři druhy pěstebního média. Na základě pozorování bylo vyhodnoceno, že ve 35 % objemového množství může rockwool nahrazovat rašelinu, bez významných změn na růstu rostliny. Naopak má rockwool dobrý vliv na provzdušnění a zvýšení dostupnosti vody pro kořeny rostlin. Oproti tomu v čisté rašelině, bez rockwoolu a s příměsí odpadního kompostu nebo kompostované smrkové kůry dosáhly rostliny menšího vzrůstu (Dubský & Šrámek 2009).

Důležitým faktorem, co se týká výsadby a také budoucího obhospodařování trvalek je hustota výsadby. Vždy by se měl najít balanc, kdy jednotlivé sazenice nevytváří příliš hustý porost, ale také mezi nimi nejsou i po letech mezery. Pokud jsou sazenice moc nahusto, může docházet k malé cirkulaci vzduchu a nedostatku světla, což má za následek vytahování jednotlivých stonků (Bloom 1971).

3.7 Druhy zvolené do pokusné vertikální stěny

3.7.1 Druhy na osluněnou stěnu

Festuca scoparia Hook.

Okrasné trávy jsou ojedinělým doplňkem trvalkových záhonů. Díky své jedinečné struktuře se hodí jako doplněk, ale také jako rozhraní jednotlivých druhů či jako okrasný okraj záhonu. Vždy je vhodné vysadit několik okrasných trav k sobě, aby působily bohatším dojmem (Pasečný 2003).

Kostráv existuje více než 300 druhů a jsou rozšířené po celé Zemi. *Festuca scoparia* Hook. neboli kostrava metlovitá je jednou z nejnámějších okrasných trav. Tvoří nízký trs zelené barvy a má velmi špičaté listy. Trsy mají jen asi 10 až 15 centimetrů do výšky, ale pokud se vysází dostatečně blízko mohou vytvořit souvislou plochu zeleného koberce. Velkou výhodou je, že během zimy nijak nežloutnou a svou zelenou barvu tak mají po celý rok. Kvetou od června do července žlutými, mírně nahnědlými latami. Množí se pomocí rozdělování trsů (Křesadlová & Vilím 2005).

Mezi další druhy z rodu kostřav (*Festuca* L.) patří kostřava atlaská (*Festuca mairei* St.), která vyniká svými drobnými trsy, které jsou vhodné jak do kombinovaných výsadeb, tak i do jednodruhových. Velmi hutné trsy má kostřava medvědí (*Festuca gauteiri* Hack.) která je vhodná jako rostlina do krajů záhonů anebo kostřava ametystová (*Festuca amethystina* L.), která vyrůstá do výšky okolo 30 cm a je oblíbená pro svůj vzhled, plný mnoha odstínů. Jedním z nejčastěji pěstovaných druhů je ale kostřava sivá (*Festuca glauca* Vill.). Dorůstá do výšky 30 cm a je výrazná pro svou barvu, která je zelená s nádechy šedé a modré. Její listy se zbarvují nejvýrazněji, pokud je zasazena do chudé, suché a propustné půdy (Sulzberger & Mayerhofer 2011).

Saxifraga paniculata Mill.

Název čeledi *Saxifragaceae* neboli lomikamenovité vznikl pravděpodobně jako označení rostlin, kterým se dobře daří ve skalách anebo také kvůli léčivým účinkům rostlin. Rod *Saxifraga* L. obsahuje přes 400 druhů jednoletých rostlin i trvalek, které jsou rozšířené především na severní polokouli (Martan 2005). Celá skupina patří mezi nejčastěji vysazované skalničky. Lomikámen vždyživý (*Saxifraga paniculata* Mill.) prosperuje nejlépe na skalnatých podložích s vápencem v polostínu, kde se vypořádá i s minimem substrátu. *Saxifraga paniculata* Mill. a další lomikameny ze skupiny *Porophyllum* potřebují mít ke své dobré prosperitě půdy bohaté na vápenec, které jsou dobře odvodněné. Daří se jim především v polostínu na severní nebo východní poloze, ale pokud je zajištěna dostatečná vzdušná vlhkost tak rostou i na osluněných plochách (Větvička 1998).

Rostliny z čeledi *Saxifragaceae* obecně špatně snášejí nízké teploty během zimy. Dají se pěstovat jako pokojové rostliny, ale při pěstování venku potřebují na zimu zakrýt. Jako ochranu před chladem můžeme použít listí anebo chvojí. Mezi druhy, které chlad v našich podmínkách snáší lépe, patří *Saxifraga cuscutiformis* L., *Saxifraga geum* L. nebo *Saxifraga umbrosa* L. Poslední dva druhy snáší zimu lépe díky svým bohatým, hustým trsům a přízemnímu růstu (Sekerka 2003). Naopak jako významná ochrana proti teplu a nedostatku vláhy slouží skládání jednotlivých listů směrem ke středu listové růžice. Díky tomu se celková plocha, ze které se odpařuje voda, sníží až o 80 %. Zároveň je díky stínění krajních listů ochlazován střed růžice, který je nejdůležitější pro přežití. Pokud dochází k extrémním teplotám, dochází k automatickému odvádění zbytků vláhy ze starších listů do novějších, které díky tomu mají šanci udržet rostlinu naživu. Následná rehydratace trvá při dostatečném zavlažení pouze okolo 12 hodin (Neuner 2002).

Mají vzhled jednotlivých polštářků, které mají šedo zelenou barvu. Jednotlivé listy jsou tvarované do listových růžic, které, když jsou dostatečně u sebe, působí jednotným dojmem. Existuje mnoho variet, které mají rozdílně zbarvené listy i rozdílné seskládání do růžice. Od května do června se z růžice vytahují květní stonky dlouhé až 20 - 40 cm, nesoucí bílé nebo světle žluté květy (Křesadlová & Vilím 2005). Lodyhy vycházející ze středu listové růžice jsou zakončeny vrcholičnatou latou nesoucí 10 až 50 drobných květů. Po odkvětu se tyto lodyhy mění na tobolek. Charakteristickým znakem stálezelených lomikamenů jsou hydratody. Tyto speciální buňky se tvoří na okrajích listů a působí jako místo, kde se sráží uhličitán vápenatý (Větvička 1998). Do skupiny těchto lomikamenů s inkrustovaným vápnem patří i *Saxifraga*

aizoon Mill. nebo *Saxifraga cotyledon* L., jeden z vyšších druhů (Hessayon 2000). Množí se především pomocí řízkování. To se týká hlavně vzácnějších kultivarů. Původní druhy je možné množit i semeny, ale je to velmi časově náročné. Rostliny z čeledi *Saxifragaceae* jsou významné především díky svým oddenkům. Z jejich silných a bohatě větvených oddenků vyrůstají při zemi nové stálezelené růžice, díky kterým jsou schopny pokrýt větší plochu a tvořit dojem kompaktního zeleného koberce (Větvička 1998).

Mezi příbuzné druhy s podobnými nároky, a tedy i podobnou možností využití patří lomikámen dlouholistý (*Saxifraga histii* L.) nebo lomikámen trsnatý (*Saxifraga rosacea* Moench.). Tento druh je vhodnější spíše do stinnějších míst. Pomocí silných oddenků tvoří kobercovitý porost. Existují i příbuzné druhy netřesků, které připomínají sukulentní rostliny (Větvička 1998).

Aubrieta × *hybrida*

Rod *Aubrieta* je řazen do *Brassicaceae* a nachází se v něm okolo 20 různých druhů, které se vyskytují především v oblasti Turecka a Řecka. Celkově je taxonomie tohoto druhu velmi málo prozkoumána. Díky tomuto původnímu stanovišti jsou taříčky přizpůsobené na dostatek slunce a malou zálivku (Koch et. al. 2017).

Taříčky se obecně řadí mezi jedny z nejspolehlivějších stálezelených trvalek. Díky svým nízkým nárokům na stanoviště jsou velmi vhodné pro výsadbu i do skalek a na okrasu zídek. Jsou to rostliny nenáročné, vhodné na plné slunce. Ideální stanoviště by mělo být na osluněném místě v dobře propustné půdě. Jediným limitujícím faktorem je špatné snášení kyselé půdy (Hessayon 2000).

Jsou spíše poléhavého vzrůstu, na výšku se dorůstají jen zhruba 5 cm. Zato do šířky se rozpínají hodně, jedna sazenice může při vhodných podmínkách dorůst až do průměru 60 cm. S tím je při výsadbě nutné počítat, aby nedošlo k utlačování ostatních druhů vysazených v okolí. Pro zabránění přílišného rozrůstání této velmi vitální rostliny je vhodný silný řez, v době po odkvětu. To na příští rok zajistí umírněný a zahuštěný růst a také to povzbudí větší nasazování na květy, které se tvoří i opakovaně. Taříčky kvetou velmi bohatě již od brzkého jara drobnými fialovými kvítky. Velkou výhodou *Aubrieta hybrida* je její naprostá mrazuvzdornost i v našich klimatických podmínkách (Lancaster 2004).

Množení *Aubrieta* × *hybrida* je velmi jednoduché. Jedna možnost, kterou ale využívají spíše zahrádkáři, protože je pomalejší, je dělení trsů. Častěji používaná metoda je řízkování, kdy se řízky nechávají zakořenit v létě pod sklem. Co se týká výsevu, tak tento způsob je velmi nespolehlivý. Většinou totiž vznikají různé barevné směsi (Hessayon 2000).

Jedním ze základních druhů je *Aubrieta deltoidea* L. Tento druh je velmi zajímavý pro své šedozelené a chlupaté listy. Je o něco málo vyšší než *Aubrieta* × *hybrida*, dorůstá se výšky okolo 10 cm a kvete od dubna do června růžovo fialovými kvítky. Z ní vychází mnoho zajímavých kultivarů, jako například 'Aureovariegata' se žlutými skvrnami na fialových květech nebo 'Dream' se světle modrými květy (Hessayon 2000).

Phlox subulata L.

Rod *Phlox* L. má původní stanoviště v Severní Americe a obsahuje skoro 70 druhů. Plamenka šídlolistá (*Phlox subulata* L.) má plazivé stonky, které jsou silně porostlé čárkovitými zelenými listy. Vytváří tak dojem kompaktních pokryvných polštářků. Dorůstá výšky okolo 10 cm a kvete od dubna do května. Květy jsou velmi drobné, jednoduché a bílé až karmínové. Je jich velmi velké množství, takže během kvetení nejsou listy skoro vidět (Křesadlová a Vilím 2005). Většina vyšších druhů má raději vlhčí prostředí, ale právě Plamenka šídlolistá prosperuje lépe v sušším a propustném stanovišti (Šuchmannová 2005). *Phlox subulata* L. se vyznačuje zjevem připomínajícím polštářky nebo dokonce celé koberce. Díky tomu se hodí i jako pokryvná rostlina na suchá a světlá místa, jako jsou zidky nebo kamenná dlažba. Stejně jako *Phlox divaricata* L., což je drobná plamenka, vhodná jako lesní podrost (Větvička 1998).

Jedná se spíše o náročnější rostliny. Jejich stanoviště by mělo mít propustnou půdu, bohatou na živiny a zálivku. Jsou velmi náchylné k napadení hád'átky a padlím. V tomto případě se musí rostliny odstranit, jinak by mohlo dojít k rozšíření napadení. Dobrou ochranou je pravidelná výživa a stanoviště s větším přístupem a cirkulací vzduchu. Množí se především pomocí vrcholových a kořenových řízků, případně i dělením trsů. Což je ale méně výhodné (Větvička 1998). Dle Arterová (1997) se *Phlox paniculata* L. daří nejlépe ve vlhké půdě, nejlépe v polostínu. Naopak dle Hassayon (2000) je vhodné stanoviště plně vystavené slunci, s dobře propustnou půdou. Vhodná doba pro výsadbu je kdykoli od začátku září až do konce dubna. Důležité je při výsadbě dbát na dobré rozprostření kořenů do výživné půdy (Bloom 1971). Z důvodu konkurence schopnosti je ale vhodnější výsadba podzimní. Největší nárůst zelené hmoty má totiž *Phlox* L. na jaře, a proto je schopný potlačit nově klíčící plevel (Kaku 2007).

Mezi další druhy vhodné do skalek patří především rostliny, které mají poléhavý vzrůst. Například *Phlox 'Iceberg'* je jen 5 cm vysoký, má bílé květy kvetoucí v dubnu až květnu a je velmi vhodný na suché, propustné a písčité podloží, orientované na osluněnou stranu. Má ale problém s prosycháním, z toho důvodu se musí jeho výsadba občas obnovovat (Martan 2005).

3.7.2 Druhy na stěnu ve stínu

Ajuga reptans L.

V historii byl zběhovec uznáván jako léčivý bylina, používaná především k léčbě dny. Především ve střední a východní části Evropy byl používán v tradiční medicíně pro své kyseliny. Ty měly především antioxidační, antimikrobiální a hojící účinky (Ghita et. al. 2011). Na základě těchto vlastností pravděpodobně vznikl přesmyčkou i název, protože řecké *agyios* znamená slabost končetin. Dle jiných autorů název pochází z latinského výrazu pro vyhánění a zapuzování, *abigere*. Zběhovec se totiž také používal jako abortivum, tedy látky vyvolávající potrat (Větvička 1998).

Rod *Ajuga* L. je rodem obsahujícím půdopokryvné nejen vytrvalé druhy. Jsou zajímavé svými často okrasnými listy, které mohou být načervenalé, panašované nebo zvlněné. Většina druhů pochází ze zběhovce plazivého (*Ajuga reptans* L.). Zběhovec plazivý dobře prosperuje

v polostínu (Sekerka 2003). Na přelomu jara a léta má krátké klasy s květy fialové, bílé nebo růžové barvy (Staffler 2020).

Oproti Sekerka (2003) a Staffler (2020) je dle Edwards (2002) vhodné stanoviště na plně osluněném místě. Uvádí také, že *Ajuga reptans* L. je zcela mrazuvzdorná do $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, což je v našich podmínkách dostačující (Edwards 2002). Ideální půda by měla být mírně kyselá, čehož se dá docílit přidáním rašeliny nebo jehličnaté hrabanky (Pasečný 2003). Zběhovce plazivý se ve volné přírodě nejčastěji nachází na loukách, světlejších lesích, v nížinách i horách. Co ale jeho stanoviště spojuje je vlhké podloží, zběhovce velmi špatně snáší extrémně vysušené půdy. Díky tomu plochy velmi rychle zaplní a působí tak jako půdopokryvná a kobercová rostlina. Rozrůstání zběhovce je možné díky jeho rychle zakořeňujícím výběžkům, které jsou poléhavé a plazivé. Díky tomu je v pravidelných intervalech potřebné mírné omezování v růstu, jinak by mohly být potlačeny sousedící rostliny, které nejsou tak odolné konkurenci. *Ajuga reptans* L. se množí dvěma způsoby. Jednodušší je dělení vzrostlých trsů, ale výhodnější, co se týká množství nových rostlin je řízkování (Větvička 1998).

Ajuga reptans L. je původním druhem, kromě něj se ale pěstuje i mnoho kultivarů. Velmi kontrastním je například 'Atropurpurea' se svými červeno hnědými listy a modrými květy. Často se ale kultivary vybarvují pouze na dobře osluněných plochách (Větvička 1998). Zajímavým dojmem také působí 'Burgundy Glow' s listovými růžicemi, které mají zelené, bílé a růžové pestrobarevné zbarvení (Sulzberger 2011).

Vinca minor L.

Barvíněk menší je léčivá rostlina, která se v evropské lidové medicíně používá na léčbu mozkových poruch. Je důležitá především pro své alkaloidní látky, které jsou velmi významné i při léčbě rakoviny. Často se také používá pro zmírnění bolesti v krku, zastavení krvácení nebo na ekzémy (Khanavi 2010).

Vinca minor L. je rostlina s velmi těžkým určením skupiny. Jedná se o něco na pomezí byliny a dřeviny. Vzhledem ke svým vlastnostem a využití se ale stále řadí spíše mezi byliny. Etymologie názvu pochází od latinského slova *vincire*, což znamená obtáčet se nebo ovíjet. Rod *Vinca* obsahuje pět základních druhů, které jsou rozšířeny především na území Evropy a Malé Asie. Je pěstován nejen pro svůj vzhled do zahrad, ale také jako léčivá bylina s dobrými vlastnostmi ovlivňujícími krevní tlak anebo svíravé účinky (Větvička 1998).

Barvíněk menší je jednou z nejčastějších pokryvných plazivých trvalek. Tato stálezelená rostlina vytváří lesklé koberce díky poléhavýmolistěným větvím. Je to asi 20 cm vysoká dřevnatějící bylina s velmi dlouhými oddenkami. Listy barvínku menšího jsou tmavě zelené, tuhé, lesklé a neopadavé, ve vstřícném postavení (Větvička 1998). Původním stanovištěm je Evropa, kde se volně vyskytuje především ve stínu listnatých stromů a keřů. V těchto místech má pro svůj růst ideální podmínky, vlhko a polostín. Existuje mnoho kultivarů s odlišnou barvou květů, avšak nejčastěji jsou k vidění květy světle fialovo modré, kvetoucí především od března do června (Sekerka 2003). *Vinca minor* L. se vyznačuje svou vytrvalostí. Dokáže růst i za velmi nepříznivých podmínek, pokud není půda zcela vyschlá. Starší rostliny se velmi dobře

množí rozdělením trsů nebo řízkováním (Bloom 1971). Dle Větvička (1998) je ideálním stanovištěm pro barvínku menší útočiště ve světlých lesích teplejšího podnebí, v nižších i vyšších nadmořských výškách, v půdách, které jsou bohaté na vláhu, humózní a dobře propustné.

Rod *Vinca* L. obsahuje dvě skupiny. *Vinca minor* L. a *Vinca major* L.. Obecně je skupina *Vinca minor* dobře rozlišitelná svým menším vzrůstem a širší škálou barev květů. Vyskytují se i barvínky s panašovanými listy, kdy světlá část má až stříbřité nebo zlatavé barvy. *Vinca major* L. má větší listy a květy, ale není rychlejší v růstu. Stejně tak nemá tak dobré půdopokryvné vlastnosti (Bloom 1971).

Bergenia cordifolia Haw.

Bergenie je trvalka, která je stálezelená a dorůstá pouze nízkého vzrůstu. Je velmi zajímavá svými okrasnými lesklými zelenými listy, které v zimě chytají červený nádech. Díky větší velikosti listů tvoří zajímavě vypadající trsy. Dobře prospívá na slunci, kde za dobrých podmínek tvoří na přelomu zimy a jara malé trsy zvoncovitých květů, které jsou zbarvené ve škále od bílé až po rudou. Upřednostňuje dobře propustnou půdu, kde nedochází k přemokření a může tak odolat i tuhým zimám. Má masité kořeny, díky kterým se dá po odkvětu dobře množit (Edwards 2002). Dle Větvička (1998) a také dle Arterová (1997) se bergenie řadí spíše do stínomilných a vlhkomilných půdopokryvných trvalek. Díky svým okrasným srdčitým listům je *Bergenia cordifolia* Haw. často krom zahrad k vidění i v parcích a na hřbitovech (Sekerka 2003). Rychlost, jakou bergenie pokryjí plochu závisí na půdních a povětrnostních podmínkách. K úplnému pokrytí ale dochází zhruba po 3 – 4 letech, také v závislosti na hustotě výsadby (Bloom 1971). Pokud jsou bergenie zasazeny do bohatých půd, tak vytvářejí velké málo kvetoucí listnaté růžice, které prostor rychle zaplní. V chudých půdách ale může docházet k přerušování růstu a zelený koberec je pak plný mezer bez vzrostlých rostlin (Větvička 1998). Následně bergenie fungují jako celoroční pokryv půdy, která může být i sušší, i vlhčí. Vypadají skvěle po celý rok, protože se jim zcela nepozorovaně mění staré listy za nové. Koncem května, když kvetou, je výměna olistění ukončena. Bergenie lze vysazovat v zásadě kdykoli, ale musí se dávat pozor na úroveň výsadby. Střed listové růžice by neměl být příliš hluboko v půdě. Získávání nových rostlin je nejjednodušší pomocí dělení trsů. Při něm je vhodné odstranit odumřelé a jakkoli poškozené kořeny (Bloom 1971).

Mezi nejčastěji se vyskytující druhy patří bergenie tučnolistá (*Bergenia crassifolia* L.) pocházející z Koreji a Mongolska. Má velké, široké, zubaté a oválné listy a v našich podmínkách je plně mrazuvzdorná. Mnoho nyní pěstovaných druhů pochází z Asie a jsou to hybridní kultivary. Následně se liší velikostí a tvarem listů i zbarvením květů (Větvička 1998). Do výsadby je bergenie vhodné kombinovat s vyššími rostlinami, které mají rozlišnou strukturu. Mezi takové patří například kapradiny, trávy nebo čechravy (Sulzberger & Mayerhofer 2011).

Většina bergenií je velmi vzácná kvůli svým léčebným účinkům. V Číně se stále používají k léčbě kašle, celkovému posílení imunity a mírnění krvácení. Nejvíce léčivých látek,

především polyfenolů, obsahují oddenky. Bohužel je tato rostlina ale poměrně nedostatková, kvůli ničení jejího ekologického prostředí (Zhang et. al. 2011).

Carex comans Berggr.

Název rodu je podle latinského *carere*, což znamená škrábat. Některé druhy ostřic totiž mají velmi ostré okraje listů. Ostřice jsou ve skupině okrasných trav, které mají podobné pěstební nároky. Celý rod *Carex* L. obsahuje přes 2000 druhů a jsou rozšířené po celé Zemi. Většina druhů je spíše vlhkomilná. Je vhodné je vysazovat po skupinách, aby působily bohatším dojmem (Martan 2005).

Rod *Carex* L. z čeledi *Cyperaceae* je často zařazován do vyloženě pobřežních rostlin. Většinou ze zástupců tohoto druhu se ale lépe daří ve vlhké půdě než vyloženě přemokřené. Nároky na půdu nejsou krom bohaté závlivky nijak velké. Půda by měla být ideálně stále vlhká, propustná a spíše písčité a středně bohatá na živiny. Ostřice chocholátá má většinou výšku okolo 30 cm. Zajímavé jsou její trsy, kdy jednotlivé ostré listy jsou velmi tenké, na konci často zatočené a celé mají světle zeleno šedavou barvu. Květy ostřice chocholáté jsou přehlédnutelné. Ostřice jsou vhodné jak na stanoviště plně osluněné, tak i do polostínu. Velkou výhodou těchto travin je jejich plná mrazuvzdornost až do $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Lancaster 2004).

Péče o *Carex comans* Berggr. je minimální. Není nutné žádné zastřihávání, pouze odstraňování nevzhledných uschlých částí. Množí se na jaře, pomocí rozdělování trsů. To je velmi vhodné dělat jednou za zhruba 5 let, aby se trs rostliny zmladil a měl dostatek prostoru pro růst. Díky svému velmi kompaktnímu růstu i dobře zamezuje uchycení plevelů v substrátu v okolí (Lancaster 2004).

Celý rod obsahuje mnoho zajímavých variet, které ozvláštní každý záhon. *Carex stricta* 'Bowles Golden' má například výrazně žluté zbarvení a je vysoká až 50 cm. Podobně vysoká je i *Carex riparia* 'Variegata' vyznačující se bíle panašovanými listy. Velmi zajímavou je i *Carex buchananii* Berggr., ostřice s červeno rezavým zbarvením, které vynikne po celý rok. Přes zimu je ale zapotřebí nějaké zakrytí, protože není plně mrazuvzdorná (Hessayon 2000).

Právě mezi trvalky, které velmi dobře uspěly v předchozích pokusech prováděných v Demonstrační a pokusné stanici v Troje patřily na stěně umístěné na slunném stanovišti *Festuca scoparia* Hook., *Saxifraga paniculata* Mill., *Lewisia cotyledon* Wats., *Aubrieta* × *hybrida* a *Phlox subulata* L. Na stěně ve stínu se poté nejlépe dařilo *Ajuga reptans* L., *Vinca minor* L., *Bergenia cordifolia* Haw., *Carex comans* Berggr. a *Waldsteinia geoides* Willd. (Matiska 2020).

4 Metodika

4.1 Výchozí stav stěny

Celý experiment začínal revitalizací původní stěny. Tyto vertikální stěny byly na Demonstračním apokusném pozemku v Troje vytvořeny v roce 2013. Jednalo se o stěny postavené ze dvou kovových sítí, svisle postavených, s rozměry 2×2 metry. Oka v těchto kari sítích byla o velikosti 10×10 cm. Obě kovové sítě byly přichyceny na kovových sloupech, zabetonovaných do podloží, kvůli stabilitě. Prostor mezi sítěmi byl zhruba 12 cm. Z důvodu velké vzdálenosti jednotlivých tyčí, tvořících základní kari síť, bylo přidáno ještě pletivo na vnitřní stranu vertikální stěny. To bylo především z důvodu vypadávání zeminy, způsobenému i přítomností hlodavců. Jednotlivá oka v jemnějším pletivu byla vzdálena cca 2 cm od sebe. Takto vytvořená dutina vertikální stěny byla ještě obložena tlustou tmavou geotextilií. Opěrné tyče a zadní stěna byly připevněny napevno, ale přední stěna se dala díky pantům u země povolit a odklopit. K tomu, aby celý systém držel pohromadě sloužilo 6 dlouhých kovových závitových tyčí. Na přední straně měly tyto závitové tyče přivařený kovový obdélník a na druhé straně se tentýž obdélník připevnil pomocí velké matky. Díky tomu nehrozilo, že by se stěna samovolně otevřela. Ve stěnách byl systém ocelových lanek, na kterých byly připevněny kapkovací hadice značky Rain Bird určené k podzemnímu zavlažování a odolné proti zarůstání kořeny. Po uzavření se celá stěna plnila zeminou shora, kde byl jediný možný přístup.

Až na škody způsobené rzi a otvory v geotextilii a pletivu po předchozí výsadbě byla kovová konstrukce stěny v poměrně dobrém stavu. Stěna umístěná na osluněném místě byla zcela zaplněná odumřelými rostlinami, ale na stěně orientované do stínu byly patrně zbytky předchozí výsadby, přesto že nebyla dlouhou dobu nijak zvlášť opečovávaná. Konkrétně šlo o zbytky *Bergenia cordifolia* a *Waldsteinia geoides*.

4.2 Obnovení stěny

Aby bylo možné uvést vertikální stěny znovu do provozu, byla nejprve nutná absolutní deinstalace původních stěn. Na konci dubna jsem tedy stěny nejprve odplevelila a následně rozložila. Bylo nutné odplevelit i okolí stěn a odstranit pár keřů, které zasahovaly do stěn.

Po odklopení přední kari sítě bylo nutné dát veškerou zbývající a sesedlou zeminu do pytlů a uschovat na budoucí použití. Zároveň také odstranit původní kapkovací hadici, která byla na několika místech narušená, pravděpodobně stářím a vystavením mrazu. Z důvodu velkého poškození geotextilie, ve které byly díry po předchozí výsadbě, byla nutná její výměna. Nová geotextilie byla přichycena po celém obvodu pomocí plastových stahovacích pásek a drátů, aby nedošlo k jejímu posunutí při následném plnění zeminou. Poté bylo zapotřebí natáhnout nová vodící kovová lanka pro uchycení kapkové závlahy. Tato lanka jsem provlíkala kovovými úchyty přivařenými na opěrných tyčích. Vzhledem k závlaze hromadící se ve spodní části stěny, byla vodící lanka a poté i závlahové hadice umístěny více na husto v horní části stěny. Přebytečná voda pak protekla dospodu a vlhkost substrátu tím byla celkem vyrovnána. Nové kapkovací potrubí taktéž od firmy Rain Bird jsme obdrželi v jednom kuse. Proto bylo potřeba vše nejprve rozměřit a až pak nařezat ve vhodných délkách. Ke spojování

jednotlivých částí jsem používala plastové spojky, dodané spolu s kapkovací hadicí. Následně jsem pospojovanou kapkovací hadicí připevnila na vodící kovová lanka a celou stěnu jsem pomocí závitových tyčí uzavřela.

Pro mé vertikální stěny jsem použila zahradnický substrát, který byl použitý již v předchozích stěnách. Z toho důvodu byl poměrně vyčerpaný, co se týká obsahu živin a hodně vyschlý a sypký. Jediná možnost, jak nasypat substrát do stěny byla ze štaflí, z vrchu celé vertikální stěny. Několikrát během plnění stěny substrátem jsem stěnou zatřásla, aby se zemina dostala okolo kapkovací hadice do všech částí. Zároveň jsem se tak snažila zeminu co nejvíce udusat, abych zabránila možnému slehnutí poté, co bude navlhčena. Po naplnění stěny jsem nahoře založila a zatížila přečnávající geotextilii, aby nedocházelo k usazování semen plevelů na odkryté zemině. Celý proces byl hodně časově i fyzicky náročný. Takto připravenou stěnu už zbývalo jen osadit.

4.3 Výsadba trvalek

Květiny k výsadbě jsme dostali na konci června ze zahradnictví Flos. Ihned poté jsem je začala sázet. Na každou stěnu byly vybrány 4 druhy rostlin, podle podmínek stanoviště. Na každou stěnu, aby vyšly ideální spony mezi rostlinami, to vyšlo na 100 kusů rostlin. Tedy od každého druhu po 25 kusech sazenic. Stěnu jsem si rozdělila na 16 částí a každý druh vysadila do 4 částí po 6 až 7 sazenicích. Každý druh byl díky tomu na kraji, ve středu, u země i v horní polovině stěny tak, aby se daly dobře pozorovat jednotlivé faktory růstu v trochu odlišných podmínkách.

Jednalo se především o vzrostlejší sazenice, takže to vzhledem k velikosti otvorů v kari síti dělalo trochu problém. Nejprve bylo potřeba si všechny otvory spočítat a rozvrhnout, která sazenice půjde kam, aby se zachovaly co možná pravidelné spony. Po rozvržení sazenic jsem vždy pomocí kleští upravila a přestříhla pletivo a následně i geotextilii, aby se dala sazenice umístit. Občas bylo potřeba mírně narušit velký bal sazenice. Po zasazení sazenice do vhodné polohy jsem vždy co nejlépe upravila geotextilii v okolí a ohnula pletivo zpět do své polohy tak, aby sazenice případně nevypadla, než se uchytlí. Díky dobře posunuté geotextilii do okolí rostliny se mi poměrně dobře povedlo zabránit zakořenění plevelů z okolí vertikálních stěn. Následovalo upravení okolí vertikálních stěn a pečlivé zalití nové výsadby trvalek pomocí kapkovací závlahy.

4.4 Péče o výsadbu

Při plánování celého projektu vertikálních stěn i při výběru jednotlivých taxonů byl kladen velký důraz i na co možná nejmenší náročnost budoucí údržby. Faktor finančních i časových nákladů je při tvorbě veřejných i soukromých vertikálních stěn velmi důležitý, proto byl zohledněn i při našem výzkumu. Veškerá péče o stěny tak spočívala především v odplevelování a zalévání.

Vertikální stěny v Troje byly již od výsadby zalévány pomocí podzemní kapkovací hadice od značky Rain Bird. Jednotlivé závlahy byly řízeny pomocí ovládací jednotky umístěné

poblíž vertikálních stěn. Dle specifikací mají kapkovače této závlahy speciální ochranu proti zarůstání i nejjemnějších kořenů a také speciální systém zabraňující nasávání nečistot. Ten spočívá ve dvou jednotlivých výtocích na každém kapkovači, které vyrovnají tlak při ukončení závlahového cyklu a nedochází tak k vtahování nečistot do hadice. Jednotlivé kapkovače jsou umístěny 33 cm od sebe a průtok je nastaven na 2,3 litru za hodinu na 1 kapkovač. Závlaha byla spuštěna ode dne výsadby tak, aby zavlažovala každý den třikrát. Na obou mých stěnách bylo každé zavlažování během dne nastaveno na 8 minut. Při každém cyklu bylo tedy zavlaženo z každého kapkovače asi 300 ml, za den poté 900 ml. Tak fungovalo zavlažování od konce června až do poloviny října. V polovině října byla zálivka snížena na 6 minut třikrát denně, tedy zhruba 230 ml na dávku a 690 ml denně. Změna byla provedena kvůli nižší průměrné venkovní teplotě a také kvůli větším srážkám a tím vyšší vlhkosti vzduchu. Z toho důvodu se na stěnách začal mírně tvořit mech, který ale v růstu po snížení zálivky nepokračoval. Dokonce při teplotách pod bod mrazu vymrzl.

Kapkovací závlaha je ideální, pokud je venkovní teplota nad bodem mrazu. Poté, především pokud je i teplota uvnitř substrátu nižší než 0 °C, dochází k zamrznutí vody v kapkovací hadici a může dojít k jejímu poničení. Z toho důvodu jsme automatickou závlahu na zimu přerušili. Místo toho jsem prováděla zálivku zahradní hadicí, která byla připojená na čerpadlo umístěné v nezamrzajícím prostoru. I tak bylo ale nutné zalévat pouze za dobrých tepelných podmínek, kdy venkovní zahradní hadice nebyla zmrzlá a nehrozilo rychlé zamrznutí vody v substrátu. Zálivku jsem prováděla jak postřikem vertikální stěny z čelní strany, tak co možná vydatným zaléváním z horní části. Intenzivněji především v teplejším období zimy. Zalévání bylo ale kvůli podmínkám počasí trochu nepravidelné, zhruba tak jednou za týden. Následně byla na jaře při nástupu vyšších teplot znovu obnovena kapková závlaha.

Druhou, také podstatnou částí péče o vertikální stěny je jejich odplevelování. Během léta a brzkého podzimu jsem se stěnám věnovala zhruba každé 2 – 3 týdny a vždy to bylo třeba. Když se začalo ochlazovat, tak byla frekvence nižší. Nejčastěji se vyskytovaly plevely jako *Cymbalaria muralis* nebo *Oxalis corniculata* a již zmíněný mech. Tyto rostliny sice tvořily hezké zelené plochy, ale pro mou práci byly nežádoucí. Většina plevelů šla odstranit pouze s použitím základního zahradnického vybavení. Komplikace v odstraňování plevelů byly ale často způsobeny pletivem, skrz které rostliny prorůstaly. Kvůli tomu šly málo kdy odstranit celé rostliny včetně kořenů, což způsobovalo jejich rychlé obrůstání a rychlé znovu zaplevelení. Nejvíce plevelů se nacházelo v okolí vysazených trvalek. To bylo totiž jediné místo, kde byla přístupná zemina. Některé plevely byly pravděpodobně zasazené již se sazenicemi trvalek. Co se týká prostorů mezi jednotlivými sazenicemi, kde byla zemina chráněná geotextilií, tak tam byl výskyt nežádoucích rostlin minimální. Nebyla totiž žádná možnost, jak by se náletová semena mohla dostat do substrátu.

Součástí odplevelování vertikálních stěn bylo také odplevelování jejich okolí. Prostor pod a před stěnami nebyl nijak ošetřen, ať už netkanou textilií nebo například štěpkou. Při zakládání stěn jsem do vzdálenosti nejméně 40 centimetrů odstranila travní drny a plevely, které se ale velmi rychle vracely a rozrůstaly se až ke stěně, která kvůli tomu méně vynikla.

Poslední prací týkající se údržby vertikálních stěn bylo odstraňování odumřelých, odkvetlých nebo jinak nevzhledných částí. Záměrně nebyly odstraňovány celé odumřelé rostliny, aby mohl být výsledek na konci dobře zhodnocen. Odstraňovala jsem pouze přirozeně odkvetlé části, které neměly na hodnocení prosperity daného taxonu vliv.

4.5 Měření a sledování růstu trvalek

Součástí celého projektu nebyla pouze realizace vertikálních stěn, ale také průběžné sledování růstu jednotlivých taxonů a faktorů na ně působících. Každých zhruba 14 dní byla pořízena fotografie všech stěn, která následně sloužila k vyhodnocení nárůstu zelené plochy, vitality a prosperity druhů trvalek. Podle možností zapůjčení měřících přístrojů byla také zkoumána teplota vzduchu, substrátu uvnitř vertikální stěny, vlhkost a další hodnoty.

Měření jsem prováděla zapůjčeným univerzálním přístrojem značky ALMEMO 2690-8A především v období od nástupu nižších teplot až do jara. Jedná se o přenosný měřicí přístroj, který má 5 vstupů. Do těchto konektorů se umísťují jednotlivá čidla pro měření. Já jsem připojovala termodrát umožňující měření teploty uvnitř půdy a teplotu vzduchu, měřič pro zjištění relativní vlhkosti vzduchu, rosného bodu a speciální čidlo pro určení teploty povrchu.

Zároveň byla také porovnáována vlhkost substrátu v jednotlivých obdobích růstu a v různých částech stěn.

4.6 Hodnocení jednotlivých taxonů

Základem této práce bylo vyhodnotit vhodnost vybraných taxonů k pěstování v systému vertikální zeleně. K tomu složil bodovací systém, na základně několika kategorií. V každé kategorii mohl jednotlivý taxon získat maximálně 5 bodů. Kategorie byly 4, tudíž maximálně 20 bodů pro každý taxon. Díky tomu pak bylo jasné, jaké taxony jsou vhodné a jaké nikoli.

První kategorie hodnotila kompaktnost rostliny. Její vhodnost do vertikálního osazení v tom smyslu, jestli nevypadává ze stěny, tvoří jednotně zelenou rostlinu a nemá nevzhledná nevybarvená místa v trsu. Druhou kategorií je celková vitalita taxonu. Tam jsem hodnotila rychlost zapojování porostu a míru konkurence schopnosti. Třetí kategorií je celkový vzhled rostliny. Do hodnocení spadala estetika taxonu, zajímavost a jedinečnost vybarvení, celoroční efekt a míra ozvláštňení kvetením. Poslední kategorií jsem pojmenovala jako odolávání stresu. Velký důraz u vertikálních stěn je především na jejich dlouhodobost. Z toho důvodu jsem hodnotila odolávání suchu, mrazu a následné obražení na jaře.

Všechny taxony jsem hodnotila v kategoriích pomocí bodů, ale zároveň jsem připisovala poznámky pro zkonkretizování hodnocení a také pro doplnění nějakých výhod a nevýhod pěstování.

5 Výsledky

5.1 Hodnocení prosperity taxonů

5.1.1 Taxony vybrané na stěnu na přímém slunci

Tabulka č. 1: *Festuca scoparia* (Julie Stiburková)

<u>Sledovaná vlastnost</u>	<u>Body</u>	<u>Poznámka</u>
Kompaktnost	5	Velmi kompaktní nízký taxon bez jakýchkoli mezer v jednotlivých trsech. Pevně drží v substrátu a nevypadává.
Vitalita	5	Rychlé zapojení porostu i při vzdálenějším vysazení. Spon cca 20 × 20 cm ideální. Vysoká míra konkurenceschopnosti.
Celkový vzhled	4	Po zapojení rostlin velmi hezký, kompaktní a sytě zelený pokryv. V únoru ale docházelo k mírnému žloutnutí. Na konci března se ale trsy již začínaly zelenat. Jednotlivé listy jsou velmi špičaté, a proto nepříjemné na dotek.
Odolávání stresům	4	Mírná reakce na nedostatek závlahy a na větší reakce na dlouhotrvající mráz.
<u>Celkový počet bodů</u>	18	

Tabulka č. 2: *Saxifraga paniculata* (Julie Stiburková)

<u>Sledovaná vlastnost</u>	<u>Body</u>	<u>Poznámka</u>
Kompaktnost	1	Rostlina je velmi málo kompaktní a hodně vypadává ze svislých stěn. Především pokud jsou otvory pro její zasazení moc velké, tak nemá šanci se udržet.
Vitalita	2	Některé trsy se uchytily a mírně rozrostly. V zásadě ale neproběhlo žádné zapojení porostu a konkurenceschopnost byla mizivá.
Celkový vzhled	2	Vzhled jednotlivých rostlin je zajímavý, pokud by byly schopné vytvořit souvislý porost. V jejich stavu ale na stěně absolutně zanikly.
Odolávání stresům	4	Jednotlivé rostliny byly zelené po celou dobu pokusu, včetně zimního období. Dobře snášely sucho i mráz.
<u>Celkový počet bodů</u>	9	

Tabulka č. 3: *Aubrieta* × *hybrida* (Julie Stiburková)

<u>Sledovaná vlastnost</u>	<u>Body</u>	<u>Poznámka</u>
Kompaktnost	5	Velmi dobře soudržný taxon. Dobře se uchytil ve vertikální stěně.
Vitalita	5	Všechny sazenice se velmi rychle zapojily do kompaktního nízkého pokryvu s velkou konkurenční schopností a rychlostí růstu.
Celkový vzhled	4	Rostliny tvořily hezké velké kompaktní trsy, vybarvené sytě zeleně. Brzy z jara začaly bohatě vykvétat fialovými květy.
Odolávání stresům	3	Během celého roku dobře odolávala suchu, ale v zimě začala mírně žloutnout u báze rostlin. Postupně ale došlo k obnovení porostu.
<u>Celkový počet bodů</u>	17	

Tabulka č. 4: *Phlox subulata* (Julie Stiburková)

<u>Sledovaná vlastnost</u>	<u>Body</u>	<u>Poznámka</u>
Kompaktnost	3	Rozvolněné trsy, které ale nevypadávaly z místa zasazení
Vitalita	2	Dobré uchycení rostlin, které ale během října začaly rapidně žloutnou a odumírat.
Celkový vzhled	2	Rostliny se špatně zapojily, působily nekompaktně a od října byly zežloutlé. Než došlo ke žloutnutí tak měly zajímavou texturu.
Odolávání stresům	2	Velká reakce na snížené teploty a větší vzdušnou vlhkost. Na stěnách v polostínu začaly odumírat ještě dříve než na slunci. Na jaře nedošlo k jejich obnově.
<u>Celkový počet bodů</u>	9	

5.1.2 Taxony vybrané na stěnu ve stínu

Tabulka č. 5: *Ajuga reptans* (Julie Stiburková)

<u>Sledovaná vlastnost</u>	<u>Body</u>	<u>Poznámka</u>
Kompaktnost	3	Hezky kompaktní trsy, které se dobře držely zasazené ve vertikální stěně
Vitalita	3	Do konce září se jednotlivé rostliny velmi dobře ujaly a měly bujný růst. Na přelomu října a listopadu ale začaly odumírat a byly nevzhledné.
Celkový vzhled	3	Do konce října byly jednotlivé rostliny velmi zajímavé texturou i barevně. Později ale začaly odumírat.
Odolávání stresům	2	Taxon se dobře ujal a odolával teplu i menší zálivce. Poté ale pravděpodobně v reakci na nižší noční teploty odumřel.
<u>Celkový počet bodů</u>		11

Tabulka č. 6: *Vinca minor* (Julie Stiburková)

<u>Sledovaná vlastnost</u>	<u>Body</u>	<u>Poznámka</u>
Kompaktnost	4	Moc dobře vypadající převislé rostliny. Bylo by ale nutné je zasadit do menšího sponu, aby vypadaly hustěji. Sazenice se dobře ujaly a držely v půdě.
Vitalita	5	Velmi rychlý nárůst zelené hmoty. Rostliny tvořily dlouhé odnože visící dolů, proto jsou vhodné pro nižší polohy na stěně tak, aby nezakrývaly taxony vysazené pod nimi. Jsou velmi dobře konkurence schopné.
Celkový vzhled	5	Taxon má stále tmavě zelenou sytou barvu, po většinu roku doplněnou o krásné jemné fialové květy. Působí velmi efektně.
Odolávání stresům	5	Nezaznamenala jsem absolutně žádnou reakci na změny teplot ani na frekvenci zálivky. Pouze v zimním období bylo kvetení omezené.
<u>Celkový počet bodů</u>		19

Tabulka č. 7: *Bergenia cordifolia* (Julie Stiburková)

<u>Sledovaná vlastnost</u>	<u>Body</u>	<u>Poznámka</u>
Kompaktnost	4	Již od výsadby sazenic byly rostliny kompaktní a dobře uchycené v substrátu. Mírné povolání přišlo s nástupem podzimu, kdy nebyly listy již tak pevné.
Vitalita	4	Do konce října sazenice rychle narůstaly a bujně plnily prostor. Zapojily se během velmi krátké doby. Během podzimu a zimy byla vitalita nižší.
Celkový vzhled	3	Do nástupu nižších teplot byly bergenie okrasou, s pevnými a sytě zbarvenými zelenými listy. Na podzim se listy zabarvily do atraktivní vínové barvy. Zároveň s tím ale také začaly některé odumírat a působit nevzhledně.
Odolávání stresům	3	Při vyšších teplotách a menší záливce nedošlo k žádným změnám, ale nízké teploty se projevily hodně. Na jaře byly sazenice poměrně nevzhledné, ale začaly pomalu obrůstat novými listy.
<u>Celkový počet bodů</u>	13	

Tabulka č. 8: *Carex comans* (Julie Stiburková)

<u>Sledovaná vlastnost</u>	<u>Body</u>	<u>Poznámka</u>
Kompaktnost	5	Rostliny byly již od sazenic velmi kompaktní, a i proto se dobře ujaly.
Vitalita	3	Zasazené sazenice byly poměrně vzrostlé. Během roku byl zaznamenán jen střední vývoj růstu, který byl ale naprosto optimální tak, aby traviny nebyly příliš převislé a nezastiňovaly ostatní taxony. I proto jsou vhodnější hlavně do okraje nebo spodní části výsadby na vertikálních stěnách.
Celkový vzhled	5	Díky své ne tak obvyklé barvě a textuře jsou velmi zajímavým kontrastem k výsadbě ostatních trvalek. Ideální by možná byla ještě o něco hustší výsadba jednotlivých sazenic.
Odolávání stresům	4	Během roku se s nedostatky vody a přílišným horkem vyrovnávaly sazenice velmi dobře. V zimním období ale došlo k ještě o něco výraznějšímu zežloutnutí rostlin a k mírnému prořidnutí.
<u>Celkový počet bodů</u>	17	

5.1.3 Celkové pořadí všech taxonů

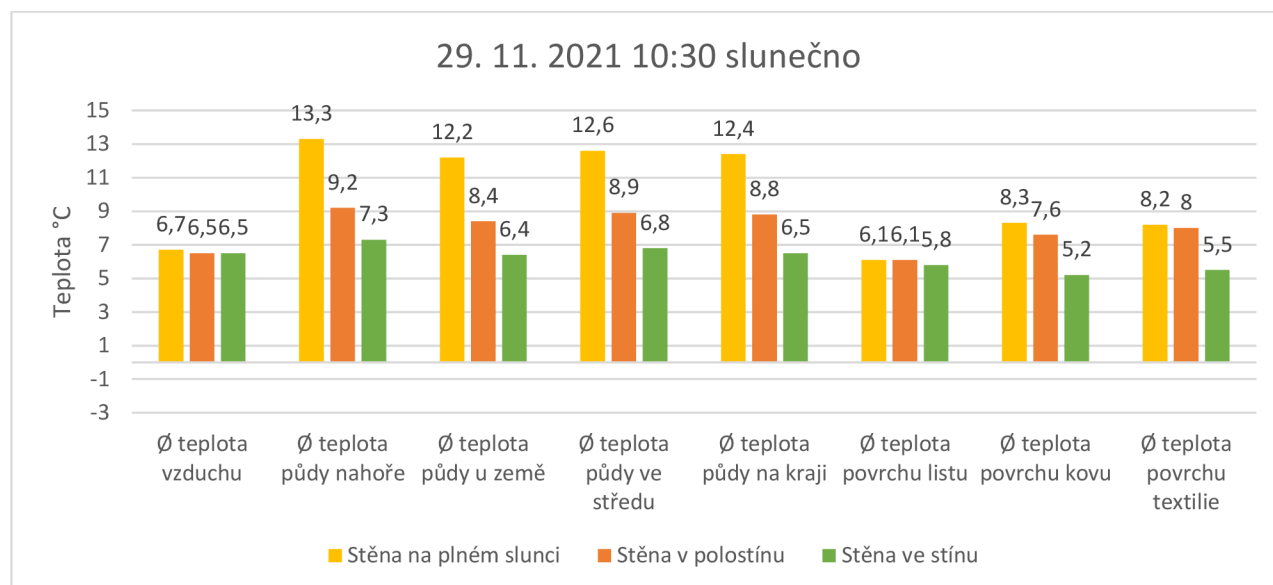
Tabulka č. 9: Celkové pořadí všech zvolených taxonů (Julie Stiburková)

Název taxonu	Počet bodů
<i>Vinca minor</i>	19
<i>Festuca scoparia</i>	18
<i>Aubrieta</i> × <i>hybrida</i>	17
<i>Carex comans</i>	17
<i>Bergenia cordifolia</i>	14
<i>Ajuga reptans</i>	11
<i>Phlox subulata</i>	9
<i>Saxifraga paniculata</i>	9

Dle vyhodnocení (v tabulce č. 9) na základě bodového systému vyšly jako nejvhodnější adepti pro pěstování v systémech vertikální zeleně *Vinca minor*, *Festuca scoparia*, *Aubrieta hybrida* a *Carex comans*. Ostatní druhy v nastavených podmínkách moc neprosperovaly.

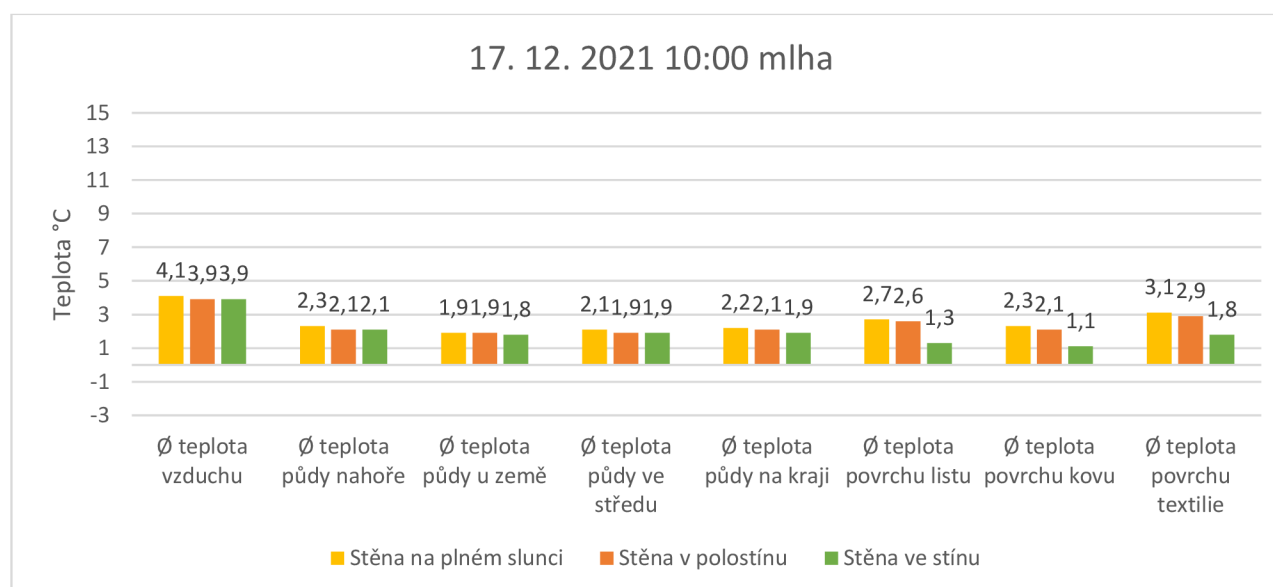
5.2 Hodnocení podmínek růstu

5.2.1 Podmínky v zimním období



Graf č. 1: Hodnoty naměřené 29. 11. 2021 v 10:30 (Julie Stiburková)

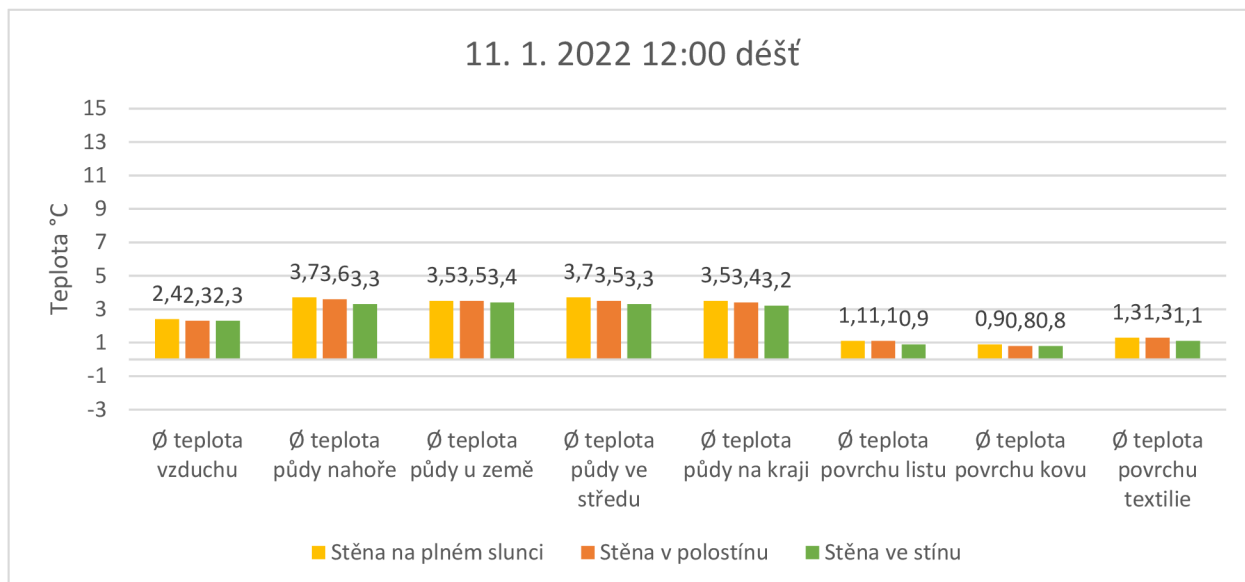
Měření bylo provedeno 29. listopadu v 10:30 za slunečného dne. Z grafu je jasně zřetelné, že pokud na vertikální stěnu svítí slunce, tak se substrát ve stěně velmi rychle ohřívá. Z toho důvodu je největší rozdíl teplot půdy mezi osluněnou stěnou a stěnou ve stínu. Zároveň je znatelný pokles teploty půdy směrem shora dolů, a to u všech stěn v podobném poměru. Co se týká teplot povrchů, tak teplota listů byla vždy nižší, než teplota kovového základu stěn a textilie. Teplota listů byla velmi podobná výšce teploty vzduchu.



Graf č. 2: Hodnoty naměřené 17. 12. 2021 v 10:00 (Julie Stiburková)

Teploty během měření 17. 12. 2021 byly diametrálně nižší, oproti prvnímu měření. Velká změna byla způsobena především absencí slunečního záření z důvodu mlhy. Pokud na stěny

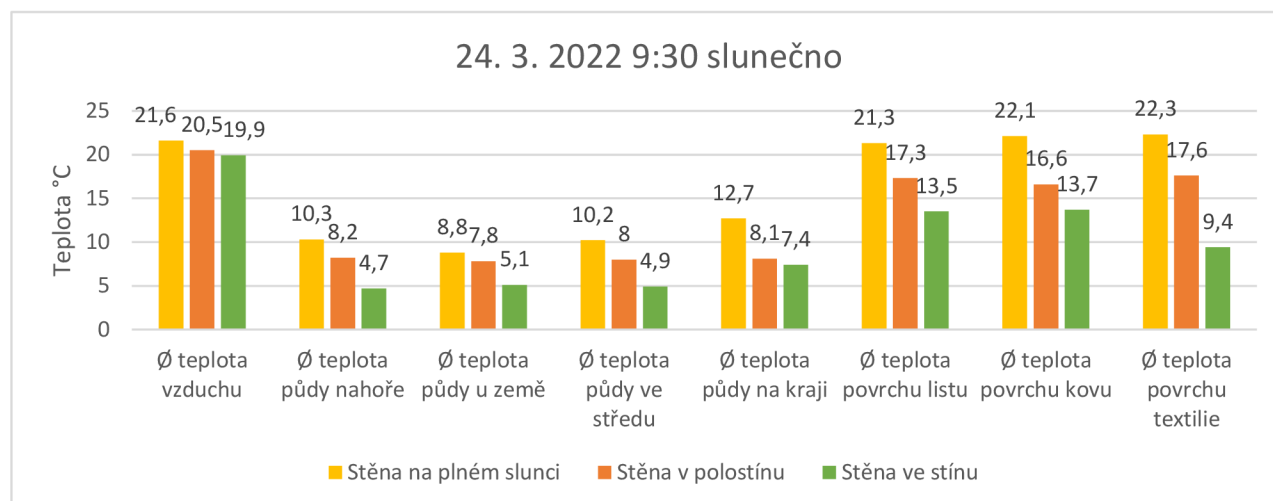
umístěné na slunce nedopadají sluneční paprsky, je rozdíl mezi teplotami na všech měřených místech minimální. Teplota půdy je více méně vyrovnaná ve všech částech stěn a je jen o něco málo nižší než teplota vzduchu. Vzhledem k mírnému studenému větru byly dokonce listy trvalek chladnější než vzduch.



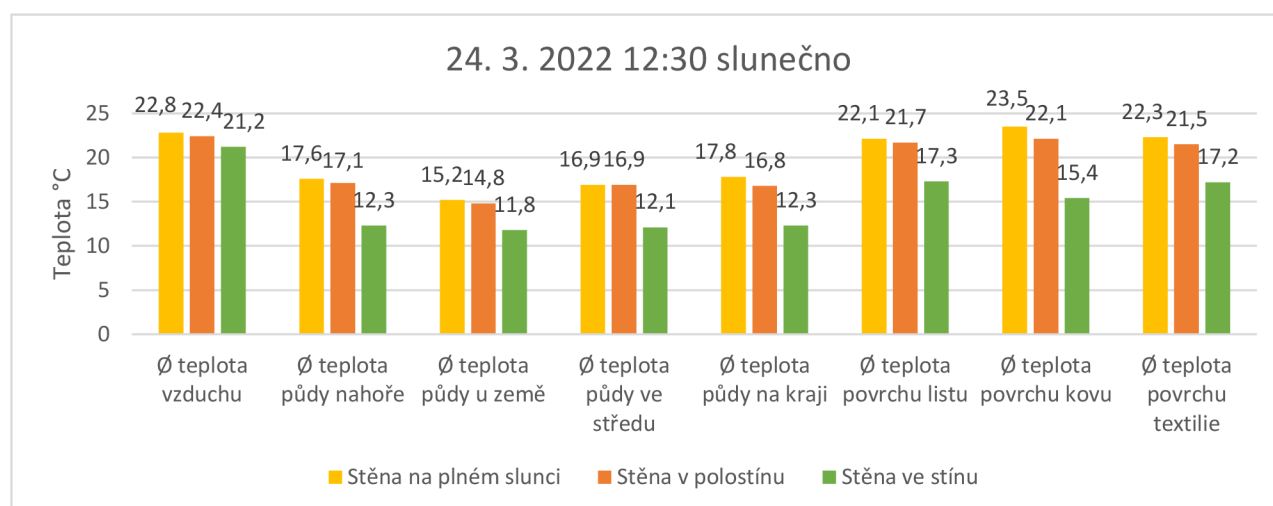
Graf č. 3: Hodnoty naměřené 11. 1. 2022 v 12:00 (Julie Stiburková)

Během třetího měření 11. 1. 2022 byl mírný déšť a poměrně silný studený vítr. Tomu odpovídala i nízká teplota vzduchu na všech stěnách a také ještě nižší teplota povrchů vertikální stěny. Naopak lze, s ověřením na stránkách meteorologické stanice ČZU zjistit, že teplota v dřívějších hodinách byla vyšší. A to dokazuje především teplejší substrát ve stěnách, než je teplota vzduchu. Těsně před měřením se totiž náhle ochladilo, a substrát měl větší setrvačnost nežli vzduch a listy trvalek. Teplota substrátu ve stěnách byla poměrně vyrovnaná v celé ploše, pouze na stěně ve stínu byla mírně nižší než na ostatních stěnách.

5.2.2 Podmínky na jaře



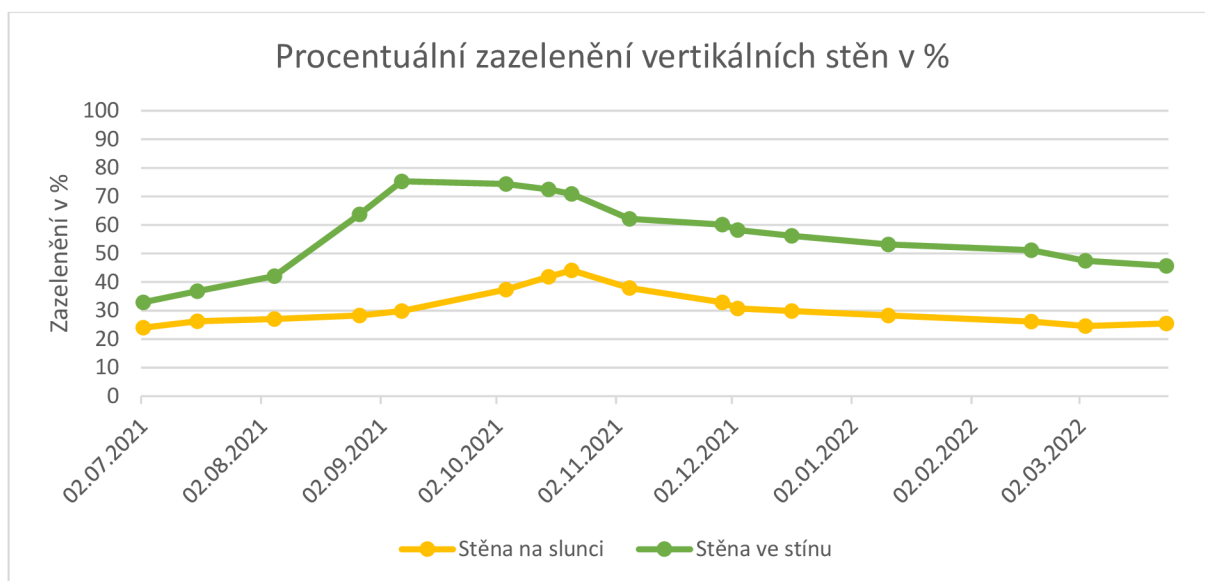
Graf č. 4: Hodnoty naměřené 24. 3. 2022 v 9:30 (Julie Stiburková)



Graf č. 5: Hodnoty naměřené 24. 3. 2022 v 12:30 (Julie Stiburková)

Tyto dva grafy znázorňují vývoj teplot na jaře během jednoho slunného dne a to 24. 3. 2022 v rozmezí 9:30 a 12:30. V tento den bylo jasno již od rána, tudíž i teplota v 9:30 byla na březem poměrně vysoká. Teplota vzduchu byla na osluněné stěně i u stěny ve stínu velmi podobná. Největší vývoj teplot byl, co se týče teploty substrátu ve stěnách. Zatím co dopoledne byly stěny ještě chladné z noci a trvalo, než se prohřály, po poledni byl substrát již mnohem teplejší. Nejvyšší teplotu měl vzhledem k počasí substrát na osluněných stěnách, ale teplota se zvedla i ve stěně ve stínu. Stále ale přetrvávalo, stejně jako v jiných měřeních, že substrát dole u základu byl nejchladnější, s nejdélší setrvačností. Teploty povrchů stěn a povrchů listů byly u stěny na slunci podobné dopoledne i v poledne, protože na ni svítilo již od rána. S postupně se otáčejícím dopadem slunečního záření se ale výrazně oteplil povrch vertikální stěny i listů v polostínu a ve stínu. Vůbec největší rozdíl byl znatelný při měření povrchové teploty textilie na stinné stěně.

5.3 Množství zazelenění vertikálních stěn v průběhu sledovaného období



Graf č. 6: Procentuální zazelenění vertikálních stěn během sledovaného období (Julie Stiburková)

Z grafu je patrné, že vertikální stěna umístěná na zastíněném stanovišti byla celý rok více zakryta porostem nežli stěna umístěná na slunci.

Co se týká stinné stěny, tak tam byl největší nárůst trvalek zaznamenán v období mezi srpnem a zářím. Až do konce října byl porost poměrně ustálený, ale poté začal řídnout a holá stěna se tak začala více odhalovat. Během zimních měsíců nedocházelo k žádnému většímu poklesu. V březnu se procenta zazelenění začala mírně zvedat. Procentuální pokryv byl na jaře vyšší než rok předtím při výsadbě sazenic.

Vertikální stěna umístěná na slunci měla zprvu pomalejší nárůst trvalek, především kvůli tomu, že se nejednalo o žádné převislé taxony. Nejvyššího bodu pokryvu pak dosáhla až v průběhu října. Vlivem nízkých teplot pak ale došlo k poměrně rychlému úbytku hmoty, a to během celé zimy. Na jaře se ale opět, stejně jako u druhé stěny, začaly jednotlivé trvalky zelenat a mírně rozrůstat. Z důvodu většího úhynu některých taxonů bylo procentuální zazelenění na jaře velmi podobné tomu při výsadbě trvalek v loňském roce.

5.3.1 Vlhkost substrátu

Vlhkost substrátu ve vertikálních stěnách byla během roku různorodá. Během letních měsíců byla poměrně vyrovnaná, protože docházelo k pravidelné záливce. Vzhledem k vysokým teplotám substrát prosychal, především ve vertikální stěně umístěné na slunci. S nástupem chladnějšího období se v substrátu držela vlhkost více, dokonce se v následku přemokření začal na povrchu tvořit mech. Po úpravě záливky se vše vrátilo do normálu. V zimních měsících byla vlhkost substrátu velmi nestálá, z důvodu nepravidelné závlahy. Substrát ale nebyl nikdy zcela vyschlý. Z celého pozorování vyšlo, že především horní rohy vertikálních stěn byly sušší, a naopak spodní část stěn byla vlhčí. Zemina ale nikdy nebyla natolik přemokřená, že by přebývající voda vytékala ven.

6 Diskuze

Součková (2000) velmi detailně popisuje, jaký dopad má momentální uspěchaný život a způsob výstavby nových budov nejen na lidskou psychiku. V posledních letech se ale ve světě dává mnohem větší důraz na obklopování se zelení. Je vytvářeno mnoho studií, které pomáhají osvětlit dopad rostlin na psychické rozpoložení lidí, jejich zdraví v důsledku čistšího vzduchu a také výhody co se týkají tepelné a zvukové izolace. A to se nejedná konkrétně pouze o vertikální stěny, ale o veškerý hustší porost rostlin.

Při instalaci vertikálních stěn v Troji bylo velmi dobře patrné, jaký estetický vliv jejich umístění mělo. Stěny se nachází podél starší budovy, která vzhledem ke staré omítce nijak pozitivně nevyniká. I přes to, že v okolí budovy je velké množství zelené plochy, tak tomuto prostoru vertikální stěny dodaly úplně jiný nádech. Jedním faktorem je, alespoň v době prosperity, velká zelená plocha místo světlé omítky. Druhým, možná i významnějším faktorem je ukázka něčeho ne tak obvyklého. Většina nově příchozích se u stěn zastavila se zájmem a někteří si je i fotili. Je velmi důležité lidem představovat nové možnosti pěstování i ve stísněných podmínkách.

Nejen Johnston & Newton (2004) se zabývají pozitivním vlivem vertikálních zelených stěn na regulaci teplot budov a tím pádem i ekonomickou úsporu. V létě jsou stěny schopné izolovat budovy od přílišného tepla a zároveň pohlcují přímý sluneční žár. V zimě naopak izolují vnitřní prostředí od chladu a zabraňují ucházení tepla ven. Dle mého výzkumu mohu jednoznačně potvrdit jejich vliv. Možná bych to ale spíše formulovala tak, že vertikální stěny naplněné substrátem napomáhají vyrovnávat jednotlivé výkyvy teplot, díky setrvačnosti. Z grafů uvedených ve výsledcích je jasně viditelný vliv teploty vzduchu na půdu ve stěnách. Především je to dobře vidět na grafu z březnového měření, kdy docházelo k oteplování substrátu ve středu stěny mnohem pomaleji, než k oteplování povrchu stěny i povrchu listů. Naopak v zimě, kdy byla teplota vzduchu nízká, tak stačila poměrně krátká doba, kdy vyšlo slunce a stěna se zřetelně prohřála.

Další ekonomickou výhodou je i šetření vody na závlahu (Timur & Karaca 2013). Pokud by byla zalévána stejná plocha, jakou mají vertikální stěny, která by ale byla umístěná jako klasický záhon, byla by pravděpodobně nutná větší zálivka. Po většinu sledovaného období byly využívány kapkovací hadice, které jsou velmi úsporné. Veškerá voda byla vždy naplno využita rostlinami, nikdy se nestalo, že by přebytečná voda z vertikálních stěn odtékala spodem. Je to ideální systém, protože voda, která není využita rostlinami v horní části proteče dolů, kde ještě může být spotřebována ostatními sazenicemi

Dle Wooster et al. (2022) mají vertikální stěny osázené rostlinami nepopíratelný vliv i na faunu. Během celého léta a doby květu jednotlivých trvalek jsem i já pozorovala velké množství hmyzu v jejich okolí. Jednalo se především o včely a čmeláky využívající nektar a pyl z květů, ale také o další hmyz, který hledal útočiště. A tak jak uvádí Timur & Karaca (2013), škodliví škůdci a choroby se vertikálních stěn skoro netýkají. Alespoň na mých stěnách jsem žádné problémy nezaznamenala.

6.1 Rostliny na osluněné stěně

Během pozorování růstu jednotlivých trvalek se mi velmi potvrdilo, co uvádí Šuchmannová (2005) a Martan (2005). A to sice, že xerofytním druhům jen prospívají málo vyživené půdy, které jsou dobře propustné. Během celého pokusu jsem nezaznamenala strádání některého druhu po živinách. V tomto ohledu prosperovaly všechny taxony velmi dobře.

Co se týká porovnání prosperity stejných taxonů na plně osluněné stěně a na stěně v polostínu, tak mi nepřišlo, že by zde byl nějaký velký rozdíl. Podle Šuchmannová (2005) mají rostliny vhodné na slunce v polostínu více zelené hmoty a méně kvetou. K tomuto faktu jsem alespoň během prvního roku pěstování nedošla, všechny taxony prosperovaly velmi podobně.

Druh *Festuca scoparia* se velmi dobře vyjímal jako zajímavý prvek ve stěně ve skupinové výsadbě a byl dekorativní po celý rok přesně tak, jak uvádí Pasečný (2003). Stejně tak jako se vyplnilo tvrzení Křesadlová & Vilím (2005) o rychlém zapojení jednotlivých sazenic do spojeného sytě zeleného koberce, který nežloutne ani během zimy.

Saxifraga paniculata je dle Větvička (1998) vhodným druhem spíše do polostínu. Na slunném stanovišti prosperuje pouze, pokud je v okolí vysoká vzdušná vlhkost. Což by odpovídalo, protože na slunné stěně druh příliš neprosperoval. Co se ale týká chladnějšího období, tak s ním neměla *Saxifraga paniculata* větší problémy i přes to, že podle Sekerka (2003) se neřadí mezi vysoce odolné druhy proti promrznutí. Skalničky potřebují mít vždy dostupnou vláhu, ale nesmí být přemokřené (Hanzelka 2015). To je možná faktor, kvůli kterému *Saxifraga paniculata* příliš neprosperoval. Kapkovací závlaha zavlažovala především střed substrátu ve vertikální stěně a malé sazenice *Saxifraga paniculata* s krátkým kořenovým systémem tak neměly dostatečně ideální přístup k závlaze. A proto také sazenice nevytvořily krásný zelený koberec, o kterém se zmiňuje Větvička (1998). Bohužel se v prvním roce po výsadbě nedařilo sazenicím natolik, abych mohla zhodnotit jejich období květu, které je podle Křesadlová a Vilím (2005) od května do června.

Aubrieta × hybrida velmi dobře prosperovala v propustné půdě na osluněném stanovišti přesně tak, jak uvádí Hessayon (2000). Vzhledem ke krátké době pokusu nebyl proveden řez rostliny po odkvětu, který by měl podpořit další vlnu kvetení a také omezit růst tak, aby nezasahoval do ostatních vysazených druhů. To by bylo velmi vhodné provést v následujících měsících. Tak jak uvádí Lancaster (2004) se *Aubrieta* ukázala jako velmi dobře mrazuvzdorná i v podmínkách našeho klimatického pásma.

Phlox subulata je, tak jak uvádí Šuchmanová (2005), Hassayou (2000) i Větvička (1998) rostlina vhodná do sušších míst, ideálně na slunném stanovišti, což by odpovídalo mým podmínkám. Bohužel by ale měly růst ve výživné půdě, což nebylo splněno. Naopak podle Arterová (1997) je *Phlox paniculata* vhodný do vlhčích a stinnějších podmínek. I přes to do prvních nižších teplot rostliny prosperovaly poměrně dobře. Kaku (2007) uvádí ideální dobu pro výsadbu na podzim, ale z mého pozorování špatného snášení nízkých teplot a vymrzání bych řekla že je vhodnější výsadba dříve tak, aby se rostliny stačily do zimy více zapojit.

6.2 Rostliny na stěně ve stínu

Sekerka (2003) zmiňuje, že vhodná půda pro stínomilné trvalky je bohatší na živiny a dobře propustná. I přes mírně vyčerpanou zeminu v mých vertikálních stěnách jsem na jednotlivých rostlinách nepozorovala žádné projevy naznačující nedostatek živin. Je ale možné, že se tyto znaky projeví později. Stínomilné trvalky jsou také dle Sekerka (2003) náchylné na přísun vláhy, který má být různý během roku.

O taxonu *Ajuga reptans* je podle Edwards (2002) uváděno, že je zcela mrazuvzdorný druh do -15°C. To se ale v mém pokusu neprokázalo, protože všechny rostliny na přelomu října a listopadu, když docházelo přes noc k nízkým teplotám, odumřely. Nebyly pravděpodobně dodrženy ideální podmínky růstu, takže nedošlo k jeho jednotnému zapojení a bujnému rozrůstání, které popisuje Větvička (1998). Vzhledem k pozdní výsadbě jsem také nemohla pozorovat klasy květů, které vyrůstají již na přelomu jara a léta (Staffler 2020).

Druh *Vinca minor* splnil snad veškerá očekávání, která popisoval Větvička (1998), Sekerka (2003) i Bloom (1971). Rostlina měla dlouhé oddenky porostlé tmavě zelenými listy, které neopadaly a byly zelené i v zimě. Je proto vhodná pro výsadbu tak, aby nezastiňovala ostatní trvalky. Prosperovala dobře v podmínkách zmíněných v knihách, což je polostín až stín a vlhčí i sušší podloží. Co ale nesouhlasí, je stanovení doby kvetení. Tu Sekerka (2003) stanovuje od března do června, ale na mnou vysazených rostlinách byly květy k vidění skoro během celého roku. Možná za to ale může pozdější výsadba.

Bergenia cordifolia je podle Edwards (2002) trvalkou vhodnou na slunné stanoviště, kde se s příchodem chladnějšího období mění zelené listy na načervenalé. Já jsem ji sázela do stínu, tak jak uvádí že je to vhodné Větvička (1998) a Arterová (1997). Jednotlivé sazenice se velmi rychle ujaly a zapojily do sebe, rychleji, než uvádí Bloom (1971) za 3 roky. Vždy ale záleží na hustotě výsadby. Bergenie by měly být velmi odolné co se týká mrazu, pokud jsou správně zasazeny a nemají střed růžice příliš v půdě (Bloom 1971). V mém pokusu ale *Bergenia cordifolia* jako stále okrasná trvalka moc neuspěla, Pravděpodobně z důvodu špatného zapojení masitých kořenů do mělkého půdního profilu.

Carex comans velmi dobře plní funkci přidané textury a zajímavé barvy do vertikální stěny tak, jak popisuje Martan (2005). Zároveň je také velmi vhodnou rostlinou do skupinové výsadby, jednotlivá sazenice by působila poněkud chudým dojmem. Pro výsadbu ve vertikálních stěnách je vhodná spíše do nižších částí tak, aby nepřekrývala ostatní vysazené taxony. Projevila se také jako plně mrazuvzdorná v našich podmínkách, což odpovídá popisku.

Co se týká porovnání s předchozím pokusem prováděným na stejných stěnách, tak jsou zde následující rozdíly. Na stinné stěně se v mém pokusu dařilo v tomto pořadí nejlépe *Vinca minor* a *Carex comans*. V původním pokusu nejlépe dopadly *Ajuga reptans* a také *Vinca minor*. Na stěně umístěné na slunci v mém pokus nejlépe dopadly *Festuca scoparia* a *Aubrieta* × *hybrida*, kdežto dříve to byly také *Festuca scoparia* ale na druhém místě *Saxifraga paniculata*, které se v mém pokusu příliš nedařilo (Matiska 2020).

7 Závěr

Díky souhrnu dostupných informací o budoucím rozvoji a urbanizaci velkých měst lze předpokládat, že vertikální stěny a jim podobné konstrukce jsou jedním z mála možných východisek nedostatku klasických výsadeb zeleně. Díky jejich nepopíratelným estetickým, zdravotním i ekonomickým benefitům je důležité zaměřeni na jejich vývoj.

Na základě pozorování a následného hodnocení v několika kategoriích z osmi vybraných druhů trvalek nejlépe prosperovaly *Vinca minor*, *Festuca scoparia*, *Aubrieta* × *hybrida* a *Carex comans*. Ostatní druhy měly výrazně menší počet bodů. Proto byly tyto první čtyři druhy označeny jako vhodné trvalky pro pěstování v systémech vertikálních stěn s malým množstvím substrátu.

Vzhledem k tomu, že vertikální stěny se často umísťují i na místa se ztíženou možností péče, byl brán velký ohled i na časovou náročnost obhospodařování. Nedílnou součástí péče je především odplevelování a odstraňování odkvetlých a uschlých částí, což ale nezabere příliš času. Po větším zapojení a propojení jednotlivých sazenic by také nebyl tak velký prostor pro růst plevelů. Ostatní procesy, jako je zalívka a hnojení, jdou plnit pomocí automatizované závlahy. Co se týká případného napadení vertikálních stěn choroby nebo škůdci, tak zde je velmi malá pravděpodobnost. I na základě výzkumů bylo zjištěno, že vertikální stěny jsou na tyto problémy mnohem méně náchylné nežli klasické záhony s trvalkovými výsadbami.

Během dalšího možného výzkumu by bylo ideální dovést k dokonalosti zavlažování během zimních měsíců tak, aby bylo plně automatizované a nehrozilo jeho zamrzání. A zároveň umístit kapkovou závlahu tak, aby neprosychaly horní rohy vertikálních stěn a spodní část nebyla naopak přemokřená z důvodu prosakující vláhly z horní části. Současně by bylo zajímavé pozorovat vývoj všech vysazených druhů trvalek. Ať už se jedná o plné obrazení a rozrůstání během léta, tak také náchylnost na teploty pod bodem mrazu v dalších sezonách, kdy budou sazenice ještě více prokořeněné než nyní.

8 Literatura

- Arterová E. 1997. Stínomilné rostliny. Příroda, Bratislava.
- Bianchini F, Hewage K. 2012. How "green" are the green foors? Lifecycle analysis if green roof materials. *Building and environment* **48**:57- 65.
- Blanc P. 2012. *The Vertical Garden: From Nature to the City*. W. W. Norton & Company, New York.
- Bloom A. 1971. *Perenials for your garden*. Imprimeries de bobigny, France.
- Böhm Č. 1981. *Skalničky a skalky*. Práce, Praha
- Bohuslávек P, Horský V, Jakoubková Š. 2009. *Vegetační střechy a střešní zahrady*. Gektrade, Praha.
- Bradley R, 2015. *Long-term rooftop plant communities. Green roof ecosystems*. Springer, Cham.
- Čeng X, Jang ZJ. 2013. Study of roof greening's effect on thermal environment by using infrared thermography. *Spectroscopy and spectral analysis* **33**:1491-1495.
- Dubský M, Šrámek F. 2009. The effect of rockwool on physical properties of growing substrates for perennials. *Czech academy of agricultural sciences* **36**:38-43.
- Edwards R. 2002. *Mrazuvzdorné trvalky*. Euromedia Group, Praha.
- Feitosa RC, Wilkinson SJ. 2018. Attenuating heat stress through green roof and green wall retrofit. *Building and environment* **140**:11-12.
- Ghita G, 2011. Contributions to the phytochemical study of some samples of *Ajuga reptans* L. and *Ajuga genevensis* L. *Bulletin of the Transilvania university of Brasov* **4**:3 - 7
- Hanzelka P. 2015. *Květiny pro každou zahradu*. Grada Publishing, Praha 7.
- Hessayon D. 2000. *Skalky, skalničky a voda v zahradě*. Beta, Praha 4.
- Himmelhuber P. 2005. *Stálezelená zahrada*. Grada Publishing, Praha 7.
- Holuša Č. 2020. *Zelená střecha*. Pages 42 - 44 in Hauserová E, editors. *Trvalky. Permakultura*, Brno.
- Holzbecher J. 1982. *Skalničky*. Academie, Praha

- Johnston J, Newton J. 2004. Building Green - A guide to using plants on roofs, walls and pavements. Greater London Authority, London.
- Kaku T, 2007. Weed management issues and dynamics during establishment of Phlox ground cover using geotextile mulch. *Journal of weed science and technology* **52**:57 - 65
- Khanavi M, 2010. Cytotoxicity of *Vinca minor*. *Pharmaceutical biology* **48**:96 - 100
- Koch M, Karl R, German D, 2017. Unexplored biodiversity of Eastern Mediterranean biota: systematics and evolutionary history of the genus *Aubrieta* (Brassicaceae). *Annals of Botany* **119**:39 - 57
- Křesadlová L, Vilím S. 2005. Xerothermní rostliny v zahradě. CP Books, Brno.
- Lancaster R. 2004. Oblíbené zahradní trvalky. Euromedia Group, Praha.
- Martan M. 2005. Skalky a skalničky. CP Books, Brno.
- Matiska P, 2020. Vhodný sortiment trvalek a travin pro zelené vertikální stěny. *Zahradnictví* **1**:14 - 17
- Neuner G, 2002. Leaf rosette closure in the alpine rock species *Saxifraga paniculata*. *Plant, Cell & Environment* **22.12**:1539 - 1548.
- Pan BTC, Kao JJ. 2021. Comparison of indices for evaluating building green values based on greenhouse gas emission reductions. *Ecological indicators* (e107228) DOI:10.1016/j.ecolind.2020.107228.
- Pasečný P. 2003. Zahradní trvalky. Grada Publishing, Praha 7.
- Paull N, Krix D. 2020. Can green walls reduce outdoor ambient particulate matter, noise pollution and temperature?. *International journal of environmental research and public health* (e5084) DOI:10.3390/ijerph17145084.
- Ratsch T. 2013. Zelené zástěny v zahradě. Grada Publishing, Praha 7.
- Rice G. 2006. Encyklopedia of perennials. Penguin Group, London.
- Sekerka P. 2003. Stínomilné trvalky. Grada Publishing, Praha 7.
- Součková M. 2000. Pnoucí rostliny na zahradě i v bytě. Grada Publishing, Praha 7.
- Staffler M. 2020. Vertikální zahrada. Jan Vašut, Praha 5.
- Sulzberger R, Mayerhofer T. 2011. Rostliny ozdobné listem. Grada Publishing, Praha.
- Šuchmannová I. 2005. Suchomilné trvalky. Grada Publishing, Praha 7.

Timur OB, Karaca E. 2013, Vertical Garden - Advances in landscape architecture, IntechOpen
DOI:10.5772/55763.

Větvička V. 1998. Trvalky. Aventinum nakladatelství, Praha 4.

Vialard N., Blanc, P., Vialard, M. 2010. Jardinons a la verticale. Rustica, Paris.

Wooster EIF, Fleck R. 2022. Urban green roofs promote metropolitan biodiversity: A comparative case study. Building and environment (e108458)
DOI:10.1016/j.buildenv.2018.05.034.

Zhang Y. et. Al., 2011. Biological advances in Bergenia genus plant. African journal of biotechnology **42**:8166 - 8169

9 Samostatné přílohy

9.1 Měření abiotických podmínek

Tabulka A: Hodnoty získané 29. 11. 2021 v 10:30 (Julie Stiburková)

29.11.2021 10:30	Stěna na plném slunci	Stěna v polostínu	Stěna ve stínu
Ø teplota vzduchu	6,7	6,5	6,5
Ø teplota půdy nahoře	13,3	9,2	7,3
Ø teplota půdy u země	12,2	8,4	6,4
Ø teplota půdy ve středu	12,6	8,9	6,8
Ø teplota půdy na kraji	12,4	8,8	6,5
Ø relativní vlhkost vzduchu	57,3	60,8	62,5
Ø teplota rosného bodu	-1,1	-1,1	-0,8
Ø teplota povrchu listu	6,1	6,1	5,8
Ø teplota povrchu kovu	8,3	7,6	5,2
Ø teplota povrchu textilie	8,2	8	5,5

Tabulka B: Hodnoty získané 17. 12. 2021 v 10:00 (Julie Stiburková)

17.12.2021 10:00	Stěna na plném slunci	Stěna v polostínu	Stěna ve stínu
Ø teplota vzduchu	4,1	3,9	3,9
Ø teplota půdy nahoře	2,3	2,1	2,1
Ø teplota půdy u země	1,9	1,9	1,8
Ø teplota půdy ve středu	2,1	1,9	1,9
Ø teplota půdy na kraji	2,2	2,1	1,9
Ø relativní vlhkost vzduchu	49,8	49,2	48,5
Ø teplota rosného bodu	-0,2	-0,8	-1,5
Ø teplota povrchu listu	2,7	2,6	1,3
Ø teplota povrchu kovu	2,3	2,1	1,1
Ø teplota povrchu textilie	3,1	2,9	1,8

Tabulka C: Hodnoty získané 11. 1. 2022 v 12:00 (Julie Stiburková)

11.01.2022 12:00	Stěna na plném slunci	Stěna v polostínu	Stěna ve stínu
Ø teplota vzduchu	2,4	2,3	2,3
Ø teplota půdy nahoře	3,7	3,6	3,3
Ø teplota půdy u země	3,5	3,5	3,4
Ø teplota půdy ve středu	3,7	3,5	3,3
Ø teplota půdy na kraji	3,5	3,4	3,2
Ø relativní vlhkost vzduchu	54,1	54,5	52,4
Ø teplota rosného bodu	-5,4	-5,2	-5,1
Ø teplota povrchu listu	1,1	1,1	0,9
Ø teplota povrchu kovu	0,9	0,8	0,8
Ø teplota povrchu textilie	1,3	1,3	1,1

Tabulka D: Hodnoty získané 24. 3. 2022 v 9:30 (Julie Stiburková)

24.03.2022 9:30	Stěna na plném slunci	Stěna v polostínu	Stěna ve stínu
Ø teplota vzduchu	21,6	20,5	19,9
Ø teplota půdy nahoře	10,3	8,2	4,7
Ø teplota půdy u země	8,8	7,8	5,1
Ø teplota půdy ve středu	10,2	8	4,9
Ø teplota půdy na kraji	12,7	8,1	7,4
Ø relativní vlhkost vzduchu	30,2	28,3	26,5
Ø teplota rosného bodu	2,8	1,1	1,2
Ø teplota povrchu listu	21,3	17,3	13,5
Ø teplota povrchu kovu	22,1	16,6	13,7
Ø teplota povrchu textilie	22,3	17,6	9,4

Tabulka E: Hodnoty získané 24. 3. 2022 v 12:30 (Julie Stiburková)

24.03.2022 12:30	Stěna na plném slunci	Stěna v polostínu	Stěna ve stínu
Ø teplota vzduchu	22,8	22,4	21,2
Ø teplota půdy nahoře	17,6	17,1	12,3
Ø teplota půdy u země	15,2	14,8	11,8
Ø teplota půdy ve středu	16,9	16,9	12,1
Ø teplota půdy na kraji	17,8	16,8	12,3
Ø relativní vlhkost vzduchu	23,1	23,3	25,2
Ø teplota rosného bodu	0,1	0,1	0,2
Ø teplota povrchu listu	22,1	21,7	17,3
Ø teplota povrchu kovu	23,5	22,1	15,4
Ø teplota povrchu textilie	22,3	21,5	17,2

9.2 Pozorování vertikálních stěn v Troje



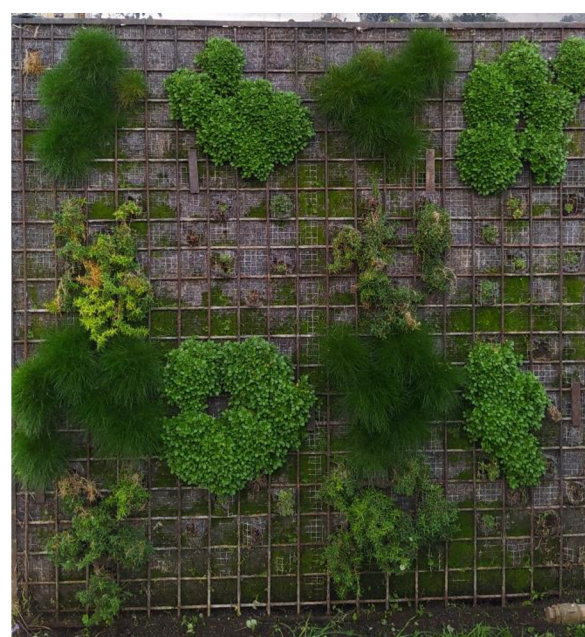
Obrázek č. 1: Původní stav stěny ve stínu a na slunci Foto: Julie Stiburková 2021



Obrázek č. 2: Stav stěny ve stínu a na slunci po výsadbě trvalek Foto: Julie Stiburková 2021



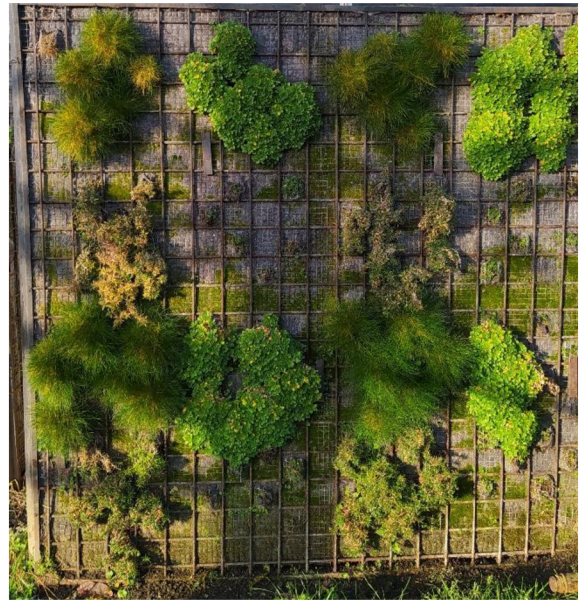
Obrázek č. 3: Stav stěny ve stínu a na slunci 7. 9. 2021 Foto: Julie Stiburková 2021



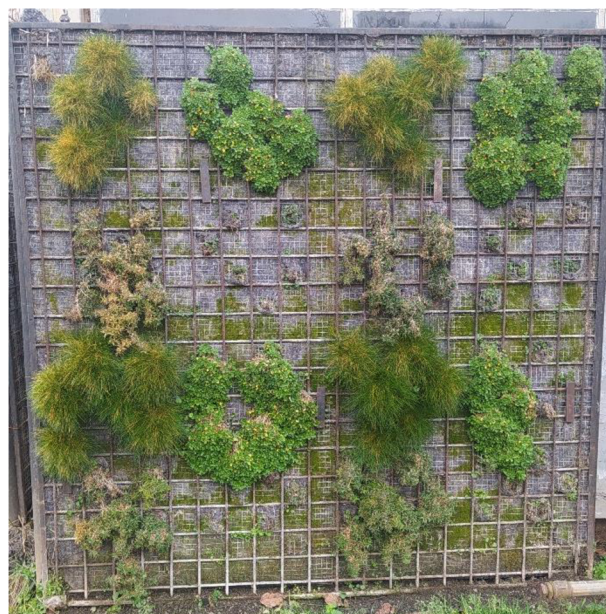
Obrázek č. 4: Stav stěny ve stínu a na slunci 21. 10. 2021 Foto Julie Stiburková 2021



Obrázek č. 5: Stav stěny ve stínu a na slunci 29. 11. 2021 Foto: Julie Stiburková 2021



Obrázek č. 6: Stav stěny ve stínu a na slunci 17. 12. 2021 Foto: Julie Stiburková 2021



Obrázek č. 7: Stav stěny ve stínu a na slunci 11. 1. 2022 Foto: Julie Stiburková 2022



Obrázek č. 8: Stav stěny ve stínu a na slunci 17. 2. 2022 Foto: Julie Stiburková 2022



Obrázek č. 9: Stav stěny ve stínu a na slunci 3. 3. 2022 Foto: Julie Stiburková 2022



Obrázek č. 10: Stav stěny ve stínu a na slunci 24. 3. 2022 Foto: Julie Stiburková 2022