

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradní a krajinné architektury



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

Bakalářská práce

Autor práce: Dominika Holznerová

Obor studia: Zahradní a krajinařská architektura

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

©2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 19.4.2018

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Miroslavu Kuntovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce a cenné rady během celého procesu její tvorby. Dále děkuji své rodině za podporu a trpělivost v tomto období.

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

Souhrn

Vertikální zeleň, zelené stěny či vertikální zahrady jsou pojmy označující jeden z nových trendů v architektuře především urbánních prostorů. Díky rozšiřování povědomí o životním prostředí a jeho zásadním vlivu na lidský život se rozvíjí i oblasti výzkumu zelených stěn. Studie ukazují hned několik možných systémů vertikální zeleně, které nezahrnují pouze běžné popínavé rostliny. Každý z nich je vhodný do jiného prostředí ať už díky vlivu na okolní klima, možnosti jeho využití na různě velkých plochách či konstrukčních vlastnostech a použitých materiálech jednotlivých typů.

Ozelenění budov je v podmínkách České republiky stále poměrně nové téma, které vyžaduje další výzkum, a to především se zaměřením na výběr rostlinného materiálu, který musí splňovat přísnější kritéria než v oblastech se stálejším klimatem.

Tato práce vyhodnocuje pomocí monitoringu třináct vybraných taxonů rostlin, stálezelených keřů a trvalek, umístěných ve vertikálních zahradách orientovaných k severní světové straně. Hodnocení probíhá dle stanovené metodiky vytvořené pro tyto účely, která zahrnuje několik kritérií. Každý rostlinný druh je hodnocen samostatně pomocí známek a bodů. Hodnocení je zcela subjektivní.

Dle výsledků monitoringu bylo doporučeno jedenáct ze třinácti druhů rostlin k dalšímu zkoumání a použití v tomto systému ozelenění. Nejlepších výsledků dosáhlo pět druhů trav a většina stálezelených keřů, které překonaly zimní období, i přes silné mrazy, s dobrým estetickým efektem i zdravotním stavem a můžeme předpokládat jejich pozitivní vývoj během jarního a letního období. U dvou druhů trvalek, které nebyly doporučeny k použití ve vertikálních zahradách, bylo zaznamenáno vysoké procento úmrtnosti a nedostačující estetická hodnota.

Celkové hodnocení vertikální zahrady je kladné i z hlediska její orientace k severní světové straně. V dalším výzkumu je doporučeno rozlišit složení substrátu pro rostliny do suchého a vlhkého prostředí a soustředit více pozornosti na dobu zálivky.

Klíčová slova: vertikální zahrada, vertikální zelená stěna, vertikální zahrada ve venkovním prostředí, zelená stěna, živá stěna

Possibilities of cultivating selected taxons in outdoor vertical gardens

Summary

Vertical green, green walls or vertical garden are possibly used terms to describe a new rising trend in the field of architecture mostly in urban areas. In the urban environment, we still look for new ways to bring greenery into it despite the lack of space. Thanks to the spread of environmental awareness and its fundamental influence on human life, the research in the field of green walls is also developing. These studies show several possible vertical green systems, which do not only include conventional climbing plants. Each of them is suitable for different environment, either due to the influence on the surrounding climate, the possibilities of its use on differently wide areas or the constructional properties and the materials used.

The greening of buildings is still a relatively new topic in the Czech Republic, which requires further research, especially with a focus on the selection of plant material, which has to meet stricter criteria than in areas with a stable climate.

This work evaluates thirteen selected plant taxa, especially evergreen shrubs and perennials located in self-watering cascade vertical gardens oriented to the north side, by monitoring. The evaluation is based on established methodologies developed for these purposes which include several criteria. Each plant species is evaluated separately by marks and points. The rating is entirely subjective.

According to the results of monitoring, eleven of the thirteen species of plants were recommended for further investigation and use in this system of greening. The best results were achieved by five species of grasses and most of the evergreen shrubs that surpassed the winter season, despite strong frosts, with good aesthetic effect and plant health, and we can presume their positive development during the spring and summer periods. Two species of perennials were not recommended for use in vertical gardens, because of high mortality rates and insufficient aesthetic value.

The overall assessment of vertical gardens is also positive in terms of its orientation on the north side. In further research it is recommended to distinguish substrate composition for plants suitable for dry and humid environment and to focus more on watering the plants at the right time.

Keywords: vertical garden, vertical green wall, outdoor vertical garden, green wall, living wall

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Literární rešerše	2
3.1 Definice vertikální zeleně	2
3.1.1 Zelené stěny v interiéru a exteriéru	3
3.1.2 Zelené střechy	3
3.2 Vliv vertikální zeleně na její okolí	4
3.2.1 Vliv zelených stěn na budovu a její interiér	5
3.2.2 Vliv zelených stěn na městské prostředí	6
3.3 Systémy vertikální zeleně	8
3.3.1 Zelené fasády	9
3.3.2 Systém živých stěn – Living wall system (LWS)	11
4 Materiál a metody	14
4.1 Vertikální zahrady	15
4.2 Metodika výzkumu	17
4.3 Rostlinný materiál	23
5 Výsledky	29
5.1 První měření 28.11.2017	30
5.2 Druhé měření 12.12.2017	32
5.3 Třetí měření 5.1.2018	34
5.4 Čtvrté měření 16.1.2018	36
5.5 Páté měření 30.1.2018	38
5.6 Šesté měření 13.2.2018	40
5.7 Sedmé měření 27.2.2018	42
5.8 Osmé měření 13.3.2018	45
5.9 Deváté měření 27.3.2018	46
5.10 Desáté měření 3.4.2018	48
5.11 Celkové hodnocení monitoringu	51
6 Diskuze	62
7 Závěr	64
8 Seznam literatury	65
8.1 Literární zdroje	65
8.2 Internetové zdroje	67

1 Úvod

V dnešní době, kdy populace měst prudce roste a s ní přichází mnoho problémů pro životní prostředí v těchto urbánních oblastech, je městská zeleň považována za jedno z nejefektivnějších řešení této problematiky (Besir et al., 2017). Možnosti ozelenění měst jsou díky nedostatku prostoru velmi omezené, a tak přichází na scénu využití ploch zdánlivě nevyužitelných, tedy střech a fasád budov.

Zelené střechy jsou v současnosti poměrně často používaným a technicky dobře zvládnutým architektonickým prvkem, který působí nejen esteticky, ale zároveň má pozitivní vliv na životní prostředí. Systémy ozelenění fasád budov zatím skrývají nevyužitý potenciál vzhledem k ploše, kterou tvoří fasády budov ve městech oproti plochám jejich střech (Manso et al., 2015).

S rozšiřujícím se povědomím o životním prostředí narůstá zájem o tento typ ozelenění budov jak ve veřejném sektoru, tak i soukromém. K ozelenění fasád domů je možné využít několika různých systémů, které se od sebe liší svou konstrukcí i mírou vlivu na své okolí. Většina těchto systémů vychází z konceptu tzv. Mur végétal, kterou vytvořil slavný francouzský botanik Patrick Blanc, který je v současnosti největší osobností v oblasti tvorby zelených fasád (Nicholson, 2015).

V podmínkách České republiky je ozelenění fasád zatím nové téma. Vzhledem k velkým proměnám počasí během roku je proces tvorby zelené stěny ztížen o výběr rostlin, které budou plnit svou funkci celoročně. K tomuto účelu slouží i tato práce, která se díky výzkumu samozavlažovacího kaskádového systému vertikální zahrady orientovaného na severní světovou stranu, pokusí lépe specifikovat sortiment rostlin použitelných k ozelenění fasád.

2 Cíl práce

Cílem této práce je v první části rozlišení různých systémů vertikální zeleně, poukázání na jejich klady a zápory, a to jak z hlediska estetiky, tak i funkčnosti, technických parametrů a vlivu na okolí.

Druhá část práce se věnuje samotnému monitoringu severní vertikální zelené stěny. Získané údaje o jednotlivých taxonech rostlin jsou vyhodnoceny dle stanovené metodiky. Závěr práce obsahuje celkové zhodnocení výzkumu a doporučení vybraných taxonů rostlin k použití v systému vertikálních zelených stěn.

3 Literární rešerše

3.1 Definice vertikální zeleně

Rostlinný materiál je již odedávna využíván k ozelenění fasád budov a tím je obohacuje o další funkci, a to nejen estetickou.

Termín vertikální zeleň označuje veškeré způsoby ozelenění vertikálních povrchů rostlinami. Tradiční zelené stěny jsou známy již od doby Babylónských zahrad a římské a řecké kultury. Ve středomoří se často používala vinná réva k vytvoření stínu na pergolách nebo přímo popínala fasády budov sloužící k jejich ochlazení v letním období (Manso et al., 2015).

Rostliny jsou ve vertikálních systémech připevněny ke stěně různými konstrukcemi a jejich kořenící prostor může být umístěn v zemi, v samotném materiálu stěn či v modulárním systému připevněném na stěnu. Podle jejich způsobu růstu je můžeme klasifikovat jako prvek ozelenění fasád nebo Living wall system (LWS), tedy systém živých stěn (Perini et al., 2011). Na tomto rozdělení se shoduje hned několik autorů, avšak další rozdělení podkategorií se liší.

Rostoucí zájem o vertikální zeleň v dnešní době oprávněně roste jak v soukromém sektoru, tak i v tom veřejném. Zatím však neexistují žádné mezinárodní technické standardy jako jsou například k zeleným střechám. V mnoha zemích Evropské unie již vznikly manuály a regulace k realizacím těchto systémů, ale stále zde existují dva problémy. První je technická náročnost realizací, která zvyšuje náklady a tím negativně ovlivňuje poptávku. Druhý spočívá

v neexistenci základních parametrů výstavby pro realizační firmy, a tak je mnoho projektů vertikálních stěn neúspěšných (Tedesco et al., 2016).

3.1.1 Zelené stěny v interiéru a exteriéru

Tyto způsoby ozelenění jsou využívány v interiéru i exteriéru budov velmi obdobně, ačkoliv rostlinný materiál se díky rozličným klimatickým podmínkám velmi liší.

Vertikální zelené stěny v interiéru jsou v dnešní době poměrně dobře prozkoumány. Jejich pozitivní efekt, jako je utváření příjemného mikroklimatu v místnosti díky zvyšování vzdušné vlhkosti, který našim obytným prostorům často chybí je nesporný (Matouš, 2012). Ve spojení s estetickou hodnotou, kterou do interiéru vnášejí jsou v poměru k jejich pořizovací ceně velmi dobře vyvážené. Současný sortiment rostlin pro takové stěny je již poměrně bohatý a v České republice se na ně specializuje hned několik firem.

Zelené stěny v exteriéru jsou oproti tomu v našich podmínkách méně často využívané, a to především kvůli povětrnostním podmínkám v ČR, ale také jejich pořizovací ceně a ceně údržby. Sortiment rostlin pro zelené stěny v exteriéru je zatím úzký, a proto se tato práce pokusí obohatit současný seznam použitelných rostlin o další vhodné taxony tak, aby plnili svou funkci celoročně.

3.1.2 Zelené střechy

Zelené střechy jsou typem městské zeleně, který je v dnešní době stále více využíván.

Střechy tvoří ve městech až 25 % plochy, a tak mají velký potenciál k jejich využití. Kromě estetické stránky přináší do svého okolí mnoho dalších benefitů jako je zlepšení ovzduší města, lepší hospodaření s dešťovou vodou, vytvoření prostředí pro mnoho živočišných druhů, snížení hluchnosti a mnoho dalších (Besir et al., 2017).

Zelené střechy můžeme rozdělit do tří hlavních kategorií, a to na extenzivní, intenzivní a poloextenzivní.

Extenzivní zelené střechy jsou základním typem ozelenění střech a vyznačují se nízkou výškou substrátu. Nejsou konstruovány k pobytu, sortiment rostlin pro tyto střechy není v našich podmínkách velký a obsahuje především nízké sukulentní druhy.

Oproti tomu intenzivní zelené střechy mají různou mocnost substrátu, až do několika metrů, tak aby byly schopny vytvořit dostatečný prostor pro kořeny bylin i dřevin. Tento typ zelených střech je z hlediska jejich benefitů pro zadržování vody a živočichy nejúčinnější.

Poloextenzivní typ zelených střech se snaží kombinovat výhody obou výše zmíněných typů. Lehkou konstrukci extenzivních střech a zároveň benefity spojené se zadržováním vody u střech intenzivních (ISDM, 2016).

3.2 Vliv vertikální zeleně na její okolí

Populace měst rok od roku celosvětově roste. Podle materiálů Organizace spojených národů z roku 2017 se má počet lidí žijících ve městech do roku 2050 zvýšit až na 67 % (Raji et al., 2015). Tím vyvstávají otázky týkající se životního prostředí ve městech a jejich negativní tendenci.

Díky různým systémům ozelenění městského prostředí však můžeme ovlivnit nejen narůstající teplotu v ulicích i uvnitř budov, ale i například znečištění ovzduší a tím vytvářet příjemnější prostředí pro život. Proto jsou systémy ozelenění ve městech považovány za jedno z nejlepších řešení těchto narůstajících problémů (Besir et al., 2017).

Zelené stěny oproti systémům zelených střech mají ovšem větší potenciál, pokud zvážíme plochu, kterou tvoří fasády budov v poměru k ploše střech ve městech. Fasády mohou tvořit až dvojnásobnou plochu než střechy domů (Manso et al., 2015).

Navíc přináší velkou škálu pozitivních vlivů na své okolí, a to jak na jednotlivé budovy, tak i na celá města (Perini et al., 2013). Většina z nich však vytváří potřebný efekt pouze ve velkých plochách, například v celých sousedstvích či městech.

3.2.1 Vliv zelených stěn na budovu a její interiér

Můžeme hodnotit hned několik pozitivních vlivů vertikální zeleně na samotnou budovu a její interiér. Těmito vlivy jsou vytváření stálejší teploty uvnitř budovy a s tím spojený efekt snižující náklady budovy na její chlazení a vytápění a také ochrana fasád budov před nepříznivými vlivy počasí.

Teplota

Během teplých období v roce může být zelená fasáda jedním z řešení snížení teploty v budově. Ozeleněné fasády absorbují menší množství tepla než fasády bez vegetace, a tím zamezují vyzařování tepelné energie především během večera a noci. Teplota uvnitř budovy tím může klesnout o 2-6 °C, pokud je pokryta vegetací, oproti budově s fasádou holou (Perini et al., 2011). V podmínkách České republiky je také důležitý efekt opačný, a to unikání tepla z vnitřku budov během zimního období. Vertikální zeleň v tomto případě slouží jako izolace a únik tepla je snížen. Pro tento zimní efekt je třeba využít stálezelené druhy rostlin.

Ekonomický efekt

Díky ovlivnění teploty uvnitř budov klesají náklady na její ochlazování během léta a vytápění během zimy. Různé systémy ozelenění mají rozličně velký efekt na úspory, avšak všechny z nich tento benefit poskytují.

Náklady na chlazení budov mohou klesnout až o 43 % v oblastech středomoří (Perini et al., 2011). Pro střední Evropu tato data nejsou známa, ovšem vzhledem k narůstajícím teplotám může být procento úspor obdobné.

Náklady na vytápění pak klesají o 1-6 % v závislosti na použitém systému ozelenění, a to jak ve středomoří, tak i v našich klimatických podmínkách (Alexandri et al., 2008).

Ochrana fasád

Systemy ozelenění, zakrývající fasády budov, mají příznivý vliv na prodloužení životnosti materiálů, které povrch budovy tvoří, jako je například nátěr na budově (Sheweka et al., 2011).

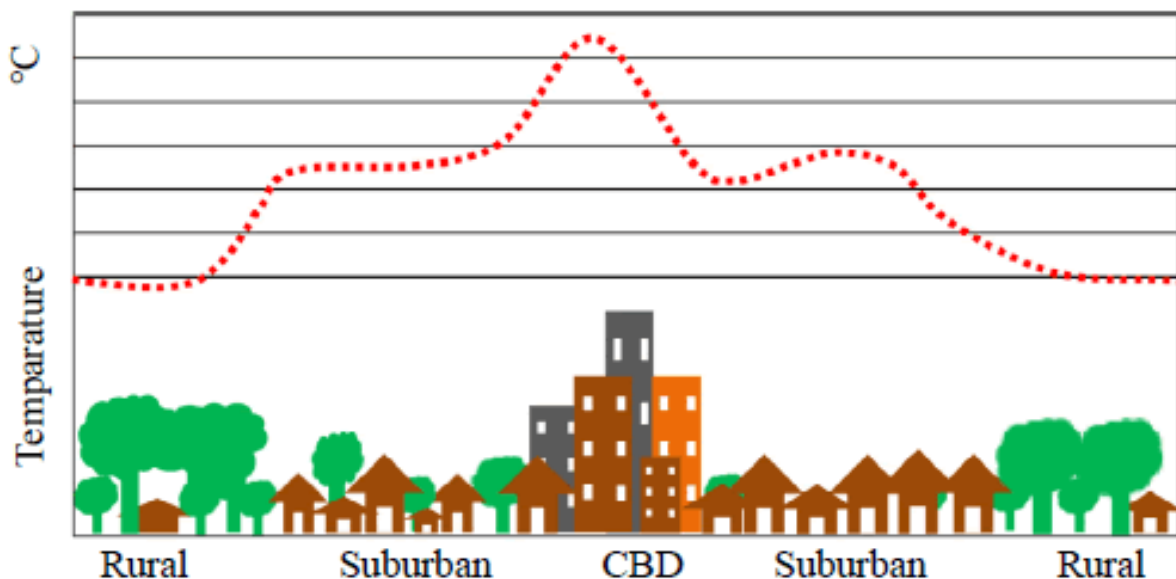
3.2.2 Vliv zelených stěn na městské prostředí

Zelené fasády budov mají velký vliv na městské prostředí. Se zvyšující se plochou fasád budov a nárůstem zástavby měst se nezvyšuje pouze teplota vzduchu ve městech, ale i problém s využitím dešťové vody, znečištěním ovzduší a s tím souvisejícími skleníkovými plyny. Díky vertikální zeleni jsme schopni tyto faktory pozitivně ovlivnit. Dalšími benefity jsou samozřejmě zvýšená estetika budov, biodiverzita především u ptactva a hmyzu a také pozitivní psychologický efekt na člověka (Sheweka et al., 2011).

Teplota měst – Městský tepelný ostrov

Sheweka et al. (2011) ve své studii uvádí definici Urban heat island (UHI) neboli městského tepelného ostrova, který je charakterizován vyšší teplotou vzduchu v urbánních, tedy zastavěných plochách, ve srovnání s nezastavěnou krajinou.

Vzniká díky větší expozici povrchů jako jsou fasády či chodníky, slunečnímu záření, než můžeme pozorovat ve volné krajině, která poskytuje díky vegetaci více stínu. Tento efekt je ovlivněn i nasměrováním ulic ke směru větru, kdy ulice a budovy směřované proti směru větru mají vyšší teplotu vzduchu. Také absence vegetace ve městech má velký vliv na teplotu. Každých 10 % plochy zeleně může teplotu v daném místě snížit až o 0,6 °C (Bhargava et al., 2017). To se děje díky evapotranspiraci, tedy odpařování a transpiraci rostlin, a tím se zvyšující vlhkosti vzduchu (Besir et al., 2017).



Obrázek 1: Rozložení teploty v rámci městského tepelného ostrova (Urban heat island), zdroj: Bhargava et al. (2017)

Znečištění ovzduší

Městský tepelný ostrov má díky své vyšší teplotě větší spotřebu energie, která vede k využívání množství fosilních paliv navíc. Tím narůstá množství skleníkových plynů a znečištění ovzduší.

Látky vznikající při spalování fosilních paliv jsou velmi nebezpečné pro lidské zdraví a negativně působí na kvalitu ovzduší ve městech. Vznikají mnohé problémy jako například formace přízemního ozonu (smog), tvorba jemných prachových částic a také kyselá dešť. Zároveň dochází k uvolňování velkého množství CO_2 a dalších skleníkových plynů, které vedou ke globálním změnám klimatu (Bhargava et al., 2017). Vertikální zeleň v tomto případě slouží jako filtrační systém znečištěného ovzduší ve městech (Olonetzky, 2017).

Biodiverzita

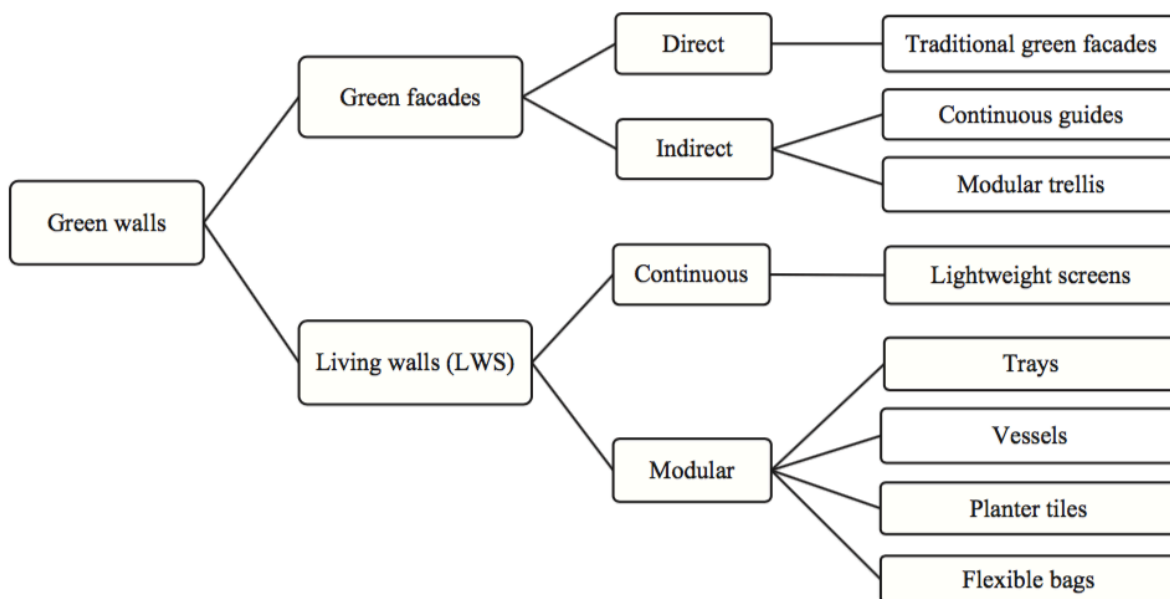
Veškerá zeleň poskytuje prostředí pro živočichy mnoha druhů. V případě vertikální zeleně se jedná především o mikroorganismy a živočichy menší, tedy ptáky a hmyz, což je zapříčiněné nízkým vzrůstem rostlinného materiálu a malým množstvím substrátu (Francis et al., 2011).

Psychologický vliv na člověka

Pojem biofilie, kterou definoval Edward O. Wilson jako „vrozené emoční vztahování se lidských bytostí k ostatním živým organismům" (Kellert et al., 1993), tedy přirozená přitažlivost mezi lidmi a například rostlinami, popisuje naši základní potřebu živých organismů kolem nás, abychom se cítili dobře. Vertikální zeleň tedy v urbánních prostorách, které nemají dostatek prostoru pro vegetaci, mohou tuto naši vrozenou potřebu uspokojit, a tedy mít pozitivní vliv na naši psychickou pohodu (Nicholson, 2015). S tím úzce souvisí i estetická hodnota, kterou nám vertikální zeleň ve městech přináší.

3.3 Systémy vertikální zeleně

Základní rozdělení vertikálních systémů zeleně se u jednotlivých autorů příliš neliší. Pro přehlednost využívám základní rozdělení od autorky Perini et al. (2012), která ve své studii uvádí následující typy vertikální zeleně. Systémy vertikální zeleně rozděluje podle způsobu pěstování rostlin v nich použitých na zelené fasády a systém živých stěn (Living wall system – LWS), který je možné označit jako zelené stěny nebo vertikální zahrady. Stejné rozdělení využívá ve svých studiích i Besir et al. (2017).



Obrázek 2: Rozdělení systémů zelených stěn podle konstrukce, zdroj: Manso et al. (2015)

Jedním ze zajímavých dělení těchto systémů je na tzv. umělé zelené stěny a přírodní zelené stěny. Označení umělé si získaly systémy, které jsou založené na použití inertního média bez použití substrátu, což je způsob používaný Patrickem Blancem.

Přírodní zelené stěny jsou naproti tomu systémy, které jsou založené na využití substrátu jako živného média pro rostliny (Nicholson, 2015).

Tento způsob rozdělení se dá zařadit pod pojem Living wall system a neposkytuje tedy prostor pro zařazení typů vertikální zeleně spadajících do pojmu zelené fasády.

3.3.1 Zelené fasády

Zelené fasády jsou založené na využití popínavých rostlin. Rostliny mohou být ukotveny ke stěně různými systémy a můžeme je rozdělit na přímé a nepřímé způsoby ozelenění fasád. Tento typ není příliš finančně nákladný.

Vzhledem k absenci vrstev konstrukce, která by byla připevněna přímo na fasádu domu, jako je tomu u systému živých stěn, není izolační efekt zelených fasád příliš vysoký a pohybuje se okolo 1,2 % ušetřených nákladů na vytápění interiéru budov, na kterých jsou umístěny. Díky tomu jsou ale zároveň relativně trvale udržitelné, protože nepoužívají mnoho materiálů, a to především plastů (Perini et al., 2011).

Výběr rostlin pro zelené fasády ovlivňuje jejich estetiku i funkčnost. Při použití stálezelených rostlin dosáhneme celoročního estetického efektu a ochrany fasády domu i v zimním období roku například před sněhovými a dešťovými srážkami. Stálezelené rostliny jsou tedy vhodné i do chladných oblastí (Dunnett et al., 2008).

Pokud využíváme rostlin opadavé, dosáhneme tím velké proměny během roku, což má pozitivní estetický efekt. Jsou vhodnější do teplejších oblastí, kde není často žádané, aby byly budovy izolovány během zimy, naopak mohou využít zahřívání díky slunečnímu záření (Perini et al., 2012).

Přímý systém ozelenění fasád

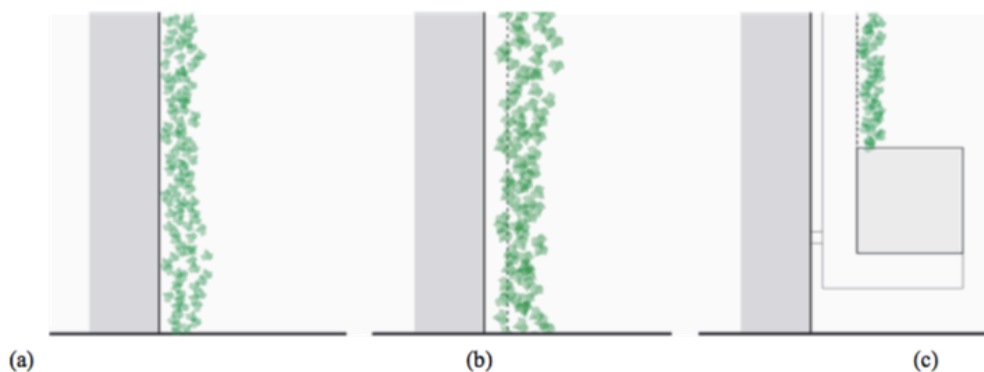
Využívá popínavé rostliny přímo přiléhající k povrchu fasády budovy. Tyto rostliny koření přímo do volné půdy u budovy a závlaha obvykle není zajištěna, tedy jsou odkázány na srážkovou vodu. K přímému ozelenění používáme především popínavé dřeviny samopnoucí, které se dále dělí na dřeviny s přičepivými kořínky (např. *Hedera*) a na dřeviny s přichytnými destičkami na úponkách (např. některé druhy rodu *Parthenocissus*) (Hurych, 2003).

Nepřímý systém ozelenění fasád

Nepřímý systém ozelenění se vyznačuje využitím konstrukce k popínání rostlin, jako jsou dráty či treláže z různých materiálů. Tuto kategorii lze rozdělit na dva typy ozelenění, a to podle umístění substrátu. Oba typy opět využívají pouze srážkovou vodu. Opět jsou zde využity popínavé dřeviny, a to ovíjivé (levotočivé či pravotočivé) nebo úponkaté (např. některé druhy rodu *Parthenocissus*, *Vitis*, *Clematis*) (Hurych, 2003).

V prvním případě se jedná o rostliny kořenicí ve volné půdě u budovy, stejně jako u nepřímého systému ozelenění.

V případě druhém se jedná o kombinaci prvního typu nepřímého ozelenění fasád a kontejnerů se substrátem, přitom ale vzniká menší prostor pro kořeny rostlin a někteří autoři ho zařazují do systému živých stěn (Dunnett et al., 2008). Výhodou tohoto typu je možnost umístění kontejnerů v několika výškových úrovních na budově tak, aby byla rostlinami pokryta i vyšší budova vzhledem k omezeným možnostem dorůstání popínavých dřevin (Perini et al., 2011).



Obrázek 3: Přímý systém ozelenění (a), nepřímý systém ozelenění (b), nepřímý systém kombinovaný s kontejnery se substrátem (c), zdroj: Perini et al. (2011)



Obrázek 4: Přímý systém ozelenění (a), nepřímý systém ozelenění (b), nepřímý systém kombinovaný s kontejnery se substrátem (c), zdroj: Perini et al. (2011)

3.3.2 Systém živých stěn – Living wall system (LWS)

Systém živých stěn můžeme charakterizovat jako zelenou stěnu, která není spojena se zemí a rostliny v ní umístěné mohou růst ze substrátu umístěném v malých kontejnerech, nebo z umělých živných médií k růstu, jako je například pěna, plst', perlit, nebo minerální vlna (Perini et al., 2012).

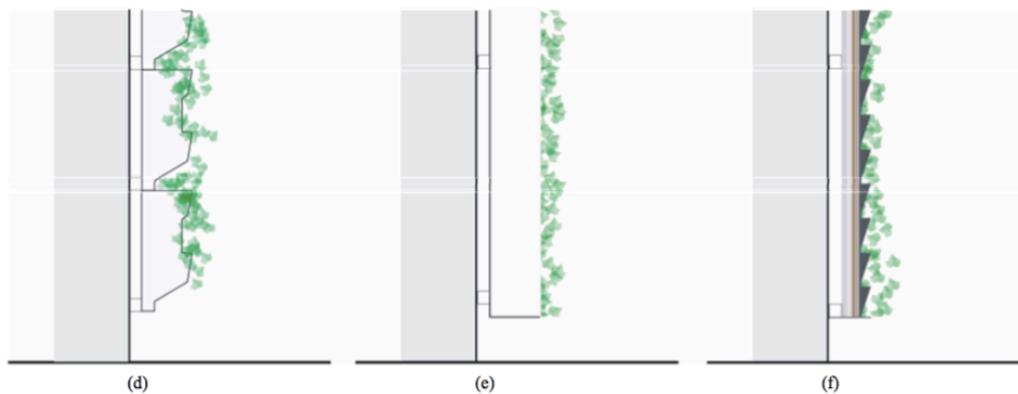
Rostliny mají velmi omezený prostor pro kořenový systém, a proto je kladen velký důraz na výběr rostlinných druhů a následnou péči o ně. Všechny typy konstrukcí, které pod tento pojem můžeme zařadit, vyžadují systém závlahy, vyvážený substrát a dostatečný přísun živin pro rostliny.

Díky většímu počtu druhů rostlin v těchto vertikálních zahradách, ať už stálezelených či opadavých, mohou být vytvořeny esteticky zajímavější kombinace a je zde prostor pro kreativitu při vytváření těchto stěn oproti systému zelených fasád. Mohou zde být využity trvalky, vytrvalé byliny, dřeviny nebo například trávy. Kombinací stálezelených a opadavých rostlin můžeme dosáhnout celoročního efektu a zároveň zajistit jiné působení stěny v každé roční době. Výhodou je i jednoduché a rychlé odstranění a doplnění rostlin v případě úhynu.

Besir et al. (2017) dále rozděluje systémy živých stěn na nepřerušované a modulární (viz. obrázek 2). Podle autorky Perini et al. (2011) jsou tyto systémy rozděleny dle materiálu použitého k růstu rostlin. Obě tyto rozdělení ovšem popisují stejné systémy živých stěn, a proto je můžeme propojit.

Vliv živých stěn na jejich okolí je vyšší oproti systémům zelených fasád. Díky vzduchové vrstvě, která vzniká mezi konstrukcí zelené stěny a fasádou budovy, působí jako tepelná izolace, která zajišťuje úspory energie na vytápění, a to až 4 % u nepřerušovaných živých stěn a až 6,3%

u modulárních systémů LWS. Vrstva vzduchu zároveň působí jako ochrana fasády před vlhkostí (Manso et al., 2015). Celá konstrukce chrání fasádu domu před povětrnostními vlivy jako je déšť, sluneční záření a další. Z hlediska zátěže pro životní prostředí tyto systémy nejsou příliš ekologickým řešením, protože jejich konstrukce obsahuje velké množství materiálů, jako jsou kovy a různé druhy plastů a jejich vliv na prostředí, ve kterém jsou umístěny tuto zátěž obvykle nevyváží (Perini et al., 2011).



Obrázek 5: LWS využívající jednotlivých kontejnerů se substrátem (d), LWS využívající pěnový základ (e), LWS využívající vrstvenou plst' (f), zdroj: Perini et al. (2011)



Obrázek 6: LWS využívající jednotlivých kontejnerů se substrátem (d), LWS využívající pěnový základ (e), LWS využívající vrstvenou plst' (f), zdroj: Perini et al. (2011)

Nepřerušovaný systém živých stěn

Spojením nepřerušovaný systém živých stěn rozumíme takovou konstrukci, která není rozdělena na jednotlivé moduly, tedy kontejnery se substrátem. Rostliny rostou v lehkých a propustných vrstvách různých materiálů, kam jsou umístěny jednotlivě (Manso et al., 2015).

Tento systém byl úspěšně použit Patrickem Blancem, který proslavil zelené stěny a umožnil jejich další vývoj v současné architektuře (Blanc).

Živá stěna obsahuje obvykle několik vrstev, které jsou základem každé konstrukce. Nosnou konstrukci, která je připevněna ke stěně budovy, obvykle několik centimetrů od ní, a je tvořena kovovou mříží, sloužící k upevnění dalších vrstev. Následuje vrstva PVC zajišťující neprostupnost vody k fasádě domu (Blanc). Na tento základ jsou připevněny další vrstvy živných médií pro rostliny.

První možností je vrstva pěnového substrátu, který je z přední strany stěny upevněn opět kovovou mříží, pod kterou je vrstva PVC, ve které jsou vytvořeny díry pro rostliny (viz. obrázek 5 e). Závlaha je zajištěna shora po celé délce a díky vlastnostem pěnového substrátu se rovnoměrně distribuuje po celé stěně. Tento typ zelených stěn je z finančního hlediska nejnákladnější a může být až desetkrát dražší než systémy zelených fasád (Perini et al., 2011).

Druhý typ zahrnuje základní konstrukci (viz. obrázek 5 f) výše popsanou, na které jsou dále umístěny vrstvy plsti, která sama o sobě poskytuje prostor pro kořeny rostlin a rovnoměrně se v ní šíří zálivka, která je stejně jako u předchozího typu umístěna na horním okraji stěny (Manso et al., 2015). Taková konstrukce má ze všech typů LWS nejnižší hmotnost a cenově je obvykle nejlevnější, avšak materiály na ní použité působí největší ekologickou zátěž.

Modulární systém živých stěn

Základem modulárního systému živých stěn jsou jednotlivé kontejnery se substrátem, do kterých jsou rostliny umístěny jednotlivě a mají větší kořenící prostor než u nepřerušovaných systémů (viz. obrázek 5 d). Přesto je zde nutnost systému závlahy a dodávání živin.

Stavba této stěny zahrnuje nosnou konstrukci připevněnou k fasádě budovy, obvykle kovovou, v méně případech dřevěnou, na níž je připevněna nepropustná vrstva. Následuje konstrukce nesoucí jednotlivé moduly, tedy kontejnery či květináče. Jejich tvary se velmi různí v závislosti na požadovaném designu stěny (Besir et al., 2017).

Systémy zavlažování jsou většinou kaskádové, tedy voda je napouštěna do žlabů na horním okraji stěny a postupně přepadá do spodnějších vrstev tak, aby bylo zajištěno rovnoměrné distribuování vody a živin. Mnoho firem do konstrukcí instaluje nádrže na vodu, potřebnou pro

rostliny i na několik měsíců a také čidla, která sama spouští závlahový systém. To je i případ systému samozavlažovacích vertikálních zahrad od firmy Němec.

Modulární systémy živých stěn mají ze všech typů vertikálních zahrad nejlepší izolační efekt na budovu a její dopad na životní prostředí je tedy vyvážen pozitivním vlivem na úspory energie (Perini et al., 2011).

Po finanční stránce je tento typ ve středu cenové škály všech systémů ozelenění.

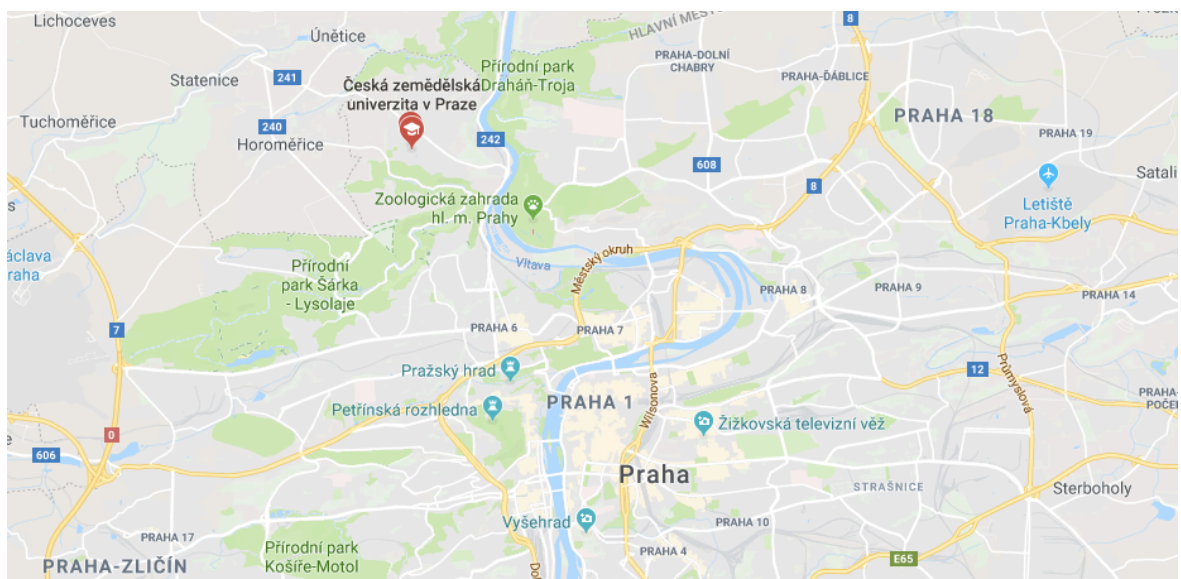
4 Materiál a metody

Pro tento výzkum bylo využito vertikálních samozavlažovacích kaskádových zahrad umístěných v areálu České zemědělské univerzity v Praze – Suchdol v ulici U Kruhovky.

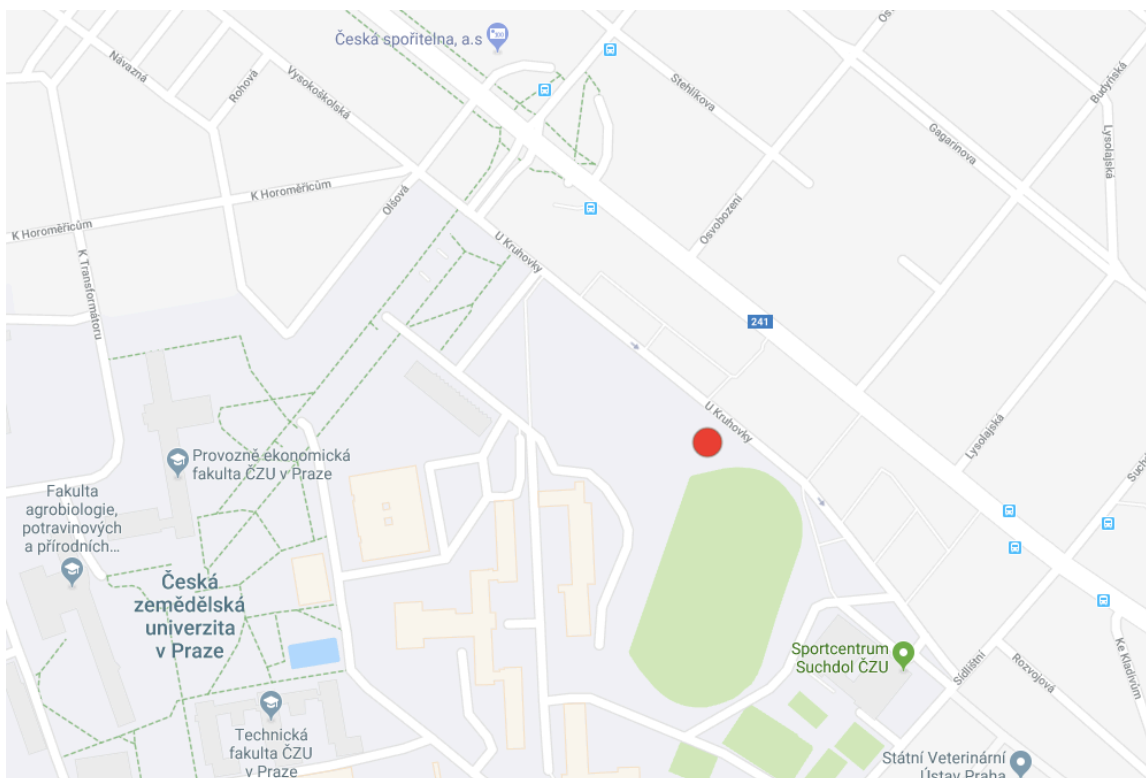
Všechny stěny byly instalovány firmou Němec s.r.o. včetně dodání rostlinného materiálu.

Praha Suchdol se nachází v kraji Hlavního města Prahy na levém břehu Vltavy s počtem obyvatel kolem 7 tisíc a rozlohou 431 ha.

Stěny jsou umístěny v přibližné nadmořské výšce kolem 280 m n.m. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 9 °C a průměrný roční úhrn srážek je kolem 500 mm.



Obrázek 7: Mapa umístění areálu ČZU v rámci Prahy, zdroj: www.google.cz/maps



Obrázek 8: Mapa umístění vertikálních zahrad v areálu ČZU, zdroj: www.google.cz/maps

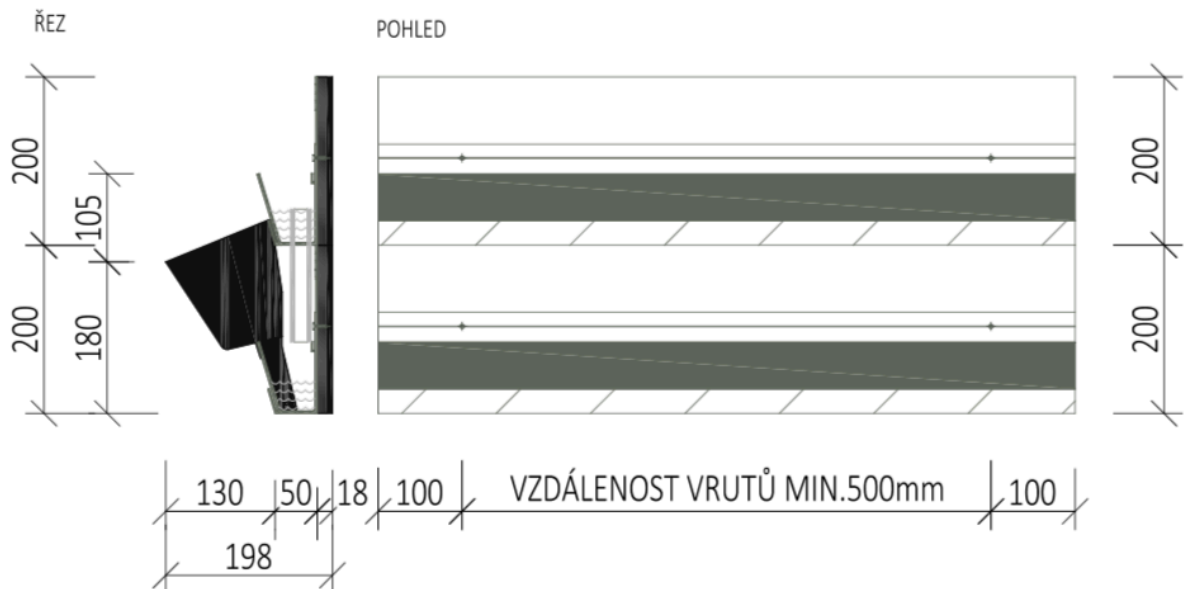
Stěny stojí na volné travnaté ploše, nezastíněné stromy ani okolními budovami. Z jedné strany vede silnice se stromovou alejí, ze strany druhé se nachází parkoviště areálu ČZU. Jsou volně přístupné a nezajištěné proti krádežím. Stěn je zde umístěno pět, z nich čtyři jsou orientovány ke světovým stranám. Jsou oboustranné, tedy zajišťují vždy dvě plochy pro rostliny ke každé světové straně.

4.1 Vertikální zahrady

Samozavlažovací kaskádový systém vertikálních stěn je pro tento výzkum zajištěn firmou Němec, včetně dodání rostlinného materiálu a jeho umístění do stěn.

Stěny jsou plně samostojné, jejich zatížení, které brání převrácení stěny, je zajištěno betonovým podstavcem, na který je dále instalován nosný systém stěny. Betonové kvádry jsou vypodloženy tak, aby ležely v rovině. Pomocí nerezových šroubů je na betonový základ instalována pozinkovaná konstrukce. Do této konstrukce je dále umístěna sběrná nádrž na vodu, která slouží k záливce. Na tuto nádrž jsou umístěny pozinkované bočnice a ze stran, kde jsou umístěny rostliny, jsou nainstalovány nosné OSB desky o nosnosti 60 kg/m^2 . Na nosnou konstrukci se

dále instalují zavlažovací truhlíky, do kterých jsou vyvrtány otvory pro svislý přepad. Po jejich montáži se celý systém napustí vodou. Do takto připravených konstrukcí lze umístit samotné květináče s rostlinami. Květináč je tvořen dvěma částmi, prostorem pro substrát a rostlinu a nohou, která je umístěna ve žlabu zavlažovacích truhlíků tak, aby voda vzlínala substrátem až ke kořenům rostlin. Květináče se do truhlíků zavěšují pomocí háčků, které se umístí do drážek na truhlících. Díky tomuto systému je možná jednoduchá výměna neprosperujících rostlin za nové. Systém závlahy je ovládán řídicí jednotkou, která je napojena na čidla snímající hladinu vody ve všech žlabech zavlažovacích truhlíků. Dopouštění vody je pak řízeno automaticky přes bezpečnostní ventil (Kunt et al., 2017).



Obrázek 9: Vzhled a technické parametry květináče (vlevo) a truhlíku (vpravo), zdroj: www.cascadegarden.nemec.eu



Obrázek 10: Vzhled samostojné samozavlažovací kaskádové vertikální zahrady od firmy Němec, zdroj: www.cascadegarden.nemec.eu

4.2 Metodika výzkumu

Výzkum vychází ze sběru fotografií pořízených v areálu České zemědělské univerzity v Praze od listopadu 2017 do začátku dubna 2018 a jejich následného hodnocení dle vlastní bodové tabulky a subjektivního hodnocení.

Během výzkumu byly posuzovány růstové i estetické hodnoty stěn a jednotlivých druhů, ze kterých byly vybrány pro hodnocení ty druhy, které dosáhly nejvyššího počtu bodů.

Všeobecné informace

- Druhové zařazení (český a latinský název), čeleď
- Orientace stěny ke světovým stranám
- Počet rostlin

Doplňující informace

- Poznámka
- Datum měření

Hodnocení

- Vitalita
- Zdravotní stav
- Změna barevnosti
- Rozrůstání
- Kompaktnost
- Estetická hodnota
- Celoroční působnost
- Kvetení

Hodnotí se všechny rostliny jednoho druhu dohromady. Zanedbatelné množství odumřelých rostlin je pod 10 % z celkového počtu rostlin téhož druhu. Pokud je úhyn vyšší než 10 %, odrazí se tato skutečnost v hodnocení. Při úhynu velkého množství rostlin nedochází k hodnocení a druh není doporučen pro použití ve stěně. Při hodnocení pouze v zimním období nelze s určitostí označit uhynulé rostliny. Podezření z úhynu se samozřejmě odrazí nižším ohodnocením. Hodnoceno je na základě známek a pětibodové stupnice. Znamka „1“ odpovídá 5 bodům a nejlepšímu hodnocení, známka „5“ odpovídá 1 bodu a nejhoršímu hodnocení. U každého hodnocení je uvedeno datum hodnocení. Poznámka je určena pro informace doplňující hodnocení určitého kritéria. Součástí hodnocení je také fotodokumentace z jednotlivých měření, příp. fotografie pro odůvodnění hodnocení (výskyt parazitů, neobvyklé změny...).

Vitalita

Hodnoceny jsou odchylky od běžného růstu daného taxonu. Neobvyklé změny, odlišující se od růstu rostliny na jejím běžném stanovišti, mohou poukazovat na nevhodné podmínky. Sledují se změny habitu, kvetení, změny v plodech, barevnost, prosychání, olistění, poranění. U hodnocení v zimních měsících je důležité, jak rostlina přečká teploty pod bodem mrazu. Po oteplení může dojít k výraznému zhoršení vitality rostliny a k většímu skoku v hodnocení. Zhoršení může nastat také vlivem přemokření půdy v květináči v jarních měsících.

- **1 (5):** rostlině se daří, podmínky zcela vyhovují
- **2 (4):** rostlina roste/kvete/plodí, ale méně než je obvyklé (dle taxonu)
- **3 (3):** rostlina roste/kvete/plodí výrazně méně, než je obvyklé (dle taxonu)
- **4 (2):** rostlině se nedaří, ale stále přežívá
- **5 (1):** rostlině se nedaří, usychá, předpokládá se úhyn

Zdravotní stav

Hodnotí se odchylky od běžného růstu. Při horším hodnocení je vhodné doplnit, co zhoršený zdravotní stav způsobilo do poznámky (např. napadení parazity). Zdravotní stav úzce souvisí s vitalitou. Hodnocení těchto dvou kritérií by se nemělo výrazně lišit. Při hodnocení v zimním období může dojít k výraznějšímu zhoršení zdravotního stavu vlivem teplot pod bodem mrazu či kvůli velkým výkyvům teplot v předjaří a na jaře. Důvodem zhoršeného zdravotního stavu může také být přemokření půdy v květináči v jarním období.

- **1 (5):** optimální
- **2 (4):** dobrý
- **3 (3):** zhoršený
- **4 (2):** velmi zhoršený
- **5 (1):** špatný

Změna barevnosti

Na rostliny v zelených stěnách jsou kladeny vysoké estetické nároky. Proto je jedním ze samostatně hodnocených kritérií také změna barevnosti, i když se již sleduje v hodnocení vitality. Barevné změny se nejčastěji týkají listů a můžou je způsobit různé faktory. Vedle virových onemocnění také abiotické vlivy (špatná zálivka, množství světla, mráz). U barevných kultivarů je nutné zhodnotit, zda se barevnost příliš neodlišuje.

- **1 (5):** barevnost odpovídá taxonu
- **2 (4):** mírná odchylka v barevnosti
- **3 (3):** středně velká odchylka v barevnosti
- **4 (2):** výrazná odchylka v barevnosti
- **5 (1):** barevnost neodpovídá taxonu

Rožrůstání

Hodnotí se rožrůstání rostliny v rámci stěny a její omezování okolních rostlin. Rostliny vhodné pro vertikální zahrady by se měly rožrůstat, zakrývat konstrukci, ale neutlačovat okolní rostliny.

V zimním období, tedy v období vegetačního klidu, nelze počítat s výrazným přírůstkem. Nepřirůstání rostlin v tomto období nelze považovat za vadu rostliny, a nemělo by tedy být hodnoceno negativně. Rostliny jsou většinou hodnoceny vyšším hodnocením, aby nedošlo ke zkreslení výsledků. Pokud rostlina ubývá na objemu, hodnocení se snižuje.

Pokud rostlina usychá, snižuje se hodnocení vitality a zdravotního stavu (od známky 3), kritérium se nehodnotí, zapíše se 0.

- **1 (5):** rostlina se rožrůstá, neomezuje okolní rostliny
- **2 (4):** rostlina se bujně rožrůstá, ale neomezuje okolní rostliny
- **3 (3):** rostlina se rožrůstá, téměř neomezuje okolní rostliny
- **4 (2):** rostlina se bujně rožrůstá, zasahuje do růstu okolních rostlin
- **5 (1):** rostlina silně omezuje okolní rostliny

Kompaktnost

Hodnocení kompaktnosti souvisí s rožrůstáním. Bujně rostoucí rostliny často neudrží kompaktní tvar. To může narušit vzhled stěny (např. odhalit její konstrukci). Při hodnocení v zimním období může dojít k výraznějšímu snížení hodnocení v důsledku úbytku hmoty. Naopak některé rozrostlejší rostliny jsou kompaktní a drží tvar, i když se jim nedaří. Stěně poskytují hmotu a zakrývají konstrukci. Pokud jsou vitalita a zdravotní stav rostliny ohodnoceny

nejnižším možným ohodnocením, není nutné kompaktnost hodnotit, zapíše se 0. Výjimku tvoří vzrostlejší rostliny, které udržují tvar a zakrývají konstrukci, i když nejsou v nejlepším stavu (viz výše).

- **1 (5):** kompaktní, bohatá hmota, držící stálý tvar
- **2 (4):** kompaktní
- **3 (3):** středně bujná, méně kompaktní
- **4 (2):** bujně rostoucí, rozkleslá, narušuje vzhled stěny
- **5 (1):** nekompaktní, značný úbytek, narušuje vzhled stěny

Estetická hodnota

Hodnocení estetiky je velice subjektivní. Závisí na estetickém cítění daného hodnotitele. Je však důležitým kritériem a navazuje na předchozí kritéria. Je sledován celkový vzhled rostliny ve stěně, její atraktivita (barevné listy, výrazné květy, plody), délka a doba kvetení, zda rostlina remontuje, jak dlouho drží plody, popř. neobvyklé estetické vlastnosti. Udělená známka odpovídá známám z předchozích hodnocení, jelikož všechna předchozí kritéria ovlivňují vzhled rostliny.

- **1 (5):** esteticky zajímavá rostlina, poutá pozornost
- **2 (4):** esteticky působící
- **3 (3):** drobné nedokonalosti, rostlina stále působí esteticky
- **4 (2):** neestetická, nedokonalosti narušující vzhled stěny
- **5 (1):** esteticky nevhodná, značné nedokonalosti narušující vzhled stěny

Celoroční působnost

Hodnotí se změny v průběhu vegetačního období a zimy. Sleduje se rašení u opadavých dřevin, kvetení, plody, zimní efekt rostlin, kompaktnost v průběhu roku.

- **1 (5):** celoročně působivá rostlina, efektní i v zimě
- **2 (4):** celoročně působivá rostlina, zimní efekt není tolik výrazný
- **3 (3):** působivá ve vegetačním období, bez zimního efektu
- **4 (2):** působivá více než polovinu vegetačního období
- **5 (1):** působivá méně než polovinu vegetačního období

Kvetení

Hodnotí se pouze u kvetoucích rostlin. Výrazné a zajímavé květy jsou atraktivní a kvetoucí rostliny zvyšují estetickou hodnotu stěny. Sleduje se barva a velikost květu, doba a délka kvetení, remontace, vůně, příležitost pro opylovače.

- **1 (5):** výrazné kvetení
- **2 (4):** méně výrazné kvetení
- **3 (3):** průměrné kvetení
- **4 (2):** nevýrazné kvetení
- **5 (1):** zanedbatelné kvetení

Nejvyšší možný počet bodů za jedno měření je u nekvetoucích rostlin 35, u kvetoucích 40. Hodnocení probíhá mimo vegetační období, tedy není možné hodnotit celoroční působnost, kvetení a rozrůstání. V takovém případě je nejvyšší počet bodů 25. U rostlin ohodnocených v průměru za všechna měření 10 až 15 body je doporučeno zvážit použití ve vertikálních zahradách dle ostatních kritérií. Rostliny s hodnocením pod 10 bodů nejsou doporučeny pro použití.

Rostliny s průměrnou známkou 1 až 2 jsou hodnoceny jako vhodné pro použití ve vertikální zahradě. U rostlin s průměrnou známkou 3 by se mělo použití zvážit. Rostliny hodnoceny známkou 4 až 5 jsou určeny jako nevhodné pro pěstování.

Hodnocení dle těchto kritérií je velmi subjektivní a závisí na přístupu a estetickém vnímání hodnotitele. Velmi důležitou roli hraje slovní, doplňkové hodnocení. Některé rostliny mohou dosáhnout vyššího bodového hodnocení a vyšší průměrné známky, ale hodnotitel je nemusí

doporučit pro výsadbu ve vertikální zahradě. To může nastat například u rostlin, které sice přežily zimní období, ale svým celkovým habitem stěnu neobohacují.

Při hodnocení v zimních měsících se výrazněji přihlíží k předposlednímu a poslednímu hodnocení. Hlavně v případě, že rostliny jsou při těchto kontrolách ve velmi špatném stavu, a tudíž ohodnoceny velice nízko.

4.3 Rostlinný materiál

Tato kapitola obsahuje popis jednotlivých taxonů rostlin, jejich latinský i český název a zařazení do čeledi. Jsou zde popsány stanovištní podmínky jednotlivých rostlin, jejich vytrvalost, vzrůst, barva a tvar olistění, barva a vzhled květů a doba kvetení.

***Andromeda polifolia* `Nikko` - kyhanka sivolistá**

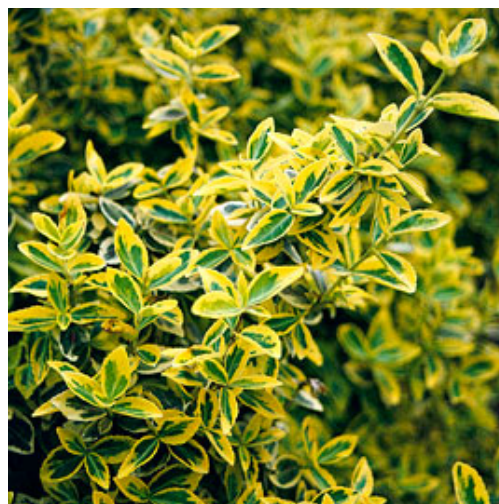
Stálezelený nízký keřík z čeledi *Ericaceae* s jednoduchými celokrajnými listy, které jsou na krátkých řapících a ze spodní strany jsou sivě ožíněné. Květy má růžové až mírně fialové, uspořádané v chocholících na vrcholech výhonů a jsou baňkovitého tvaru. Kvete během května a června. Keřík je vhodný do vřesovišť, vyhovuje mu tedy rašelinný substrát, kyselá půda a polostín (při dobré závlivce i plné slunce). Tento druh pochází ze severní části Eurasie a Severní Ameriky a dorůstá kolem 20 cm (Koblížek, 2006). Kultivar `Nikko` je kompaktní keřík.



Obrázek 11: *Andromeda polifolia* `Nikko`, zdroj: www.pflanzmich.de

***Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold` - brslen fortuneův**

Keř z čeledi *Celastraceae*, je stálezelený a vytrvalý. Zvládá stanoviště polostinná i slunná, ovšem vlhká, je kompaktního vzrůstu a není okrasný květem, pouze listem (Kelly et al., 2004). Listy jsou vejčité s výraznou žilnatinou, zbarvené žlutě a zeleně. Je plně mrazuvzdorný a pochází z Číny a Japonska (Štursa, 2016).



Obrázek 12: *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold`, zdroj: www.rhs.org.uk

***Festuca glauca* `Auslese` - kostřava sivá**

Tráva z čeledi *Poaceae*, která pochází z jižní Evropy. Její vzrůst je kompaktní ve tvaru polokulovitých trsů do výšky 20-25 cm. Její listy jsou modro šedé, drsné a úzké. Kvete nenápadně od května do června. Je vhodná do lehkých propustných půd, které jsou sušší na slunném stanovišti. Je to krátkověká trvalka (3-5 let) vhodná do skalek (Nováková, 2004).



Obrázek 13: *Festuca glauca* `Auslese`, zdroj: www.roslinowo.pl

***Festuca ovina* – kostřava ovčí**

Druh trávy z čeledi *Poaceae*. Je vhodná do chudých propustných a suchých půd na slunci či lehkém polostínu. Tvoří hustý asi 25 cm vysoký trs. Listy jsou úzké, drsné, mírně modré. Má výrazná latnatá květenství na začátku června. Tento druh pochází z Evropy a Malé Asie (Nováková, 2004).



Obrázek 14: *Festuca ovina*, zdroj: www.skolkyuo.cz

***Fragaria vesca* – jahodník obecný**

Jahodník obecný je vytrvalá bylina, poměrně rychle rostoucí z čeledi *Rosaceae*. Dorůstá výšky kolem 10-20 cm. Listy rostoucí z přízemní růžice jsou tříčetné na dlouhých řapících a jsou pilovitě zubaté. Květy jsou bílé pětičetné a mohou kvést od dubna do září. Na místech květů se později vytváří červená souplodí nažek, tedy jahody. Vyžadují živnou vlhčí půdu, která je dobře propustná. Druh je rozšířen po celém světě v mírných oblastech (Hoskovec, 2007).



Obrázek 15: *Fragaria vesca*, zdroj: www.luontoportti.com

***Juniperus communis* `Repanda` - jalovec obecný**

Tento stálezelený poléhavý kultivar jalovce obecného patří do čeledi *Cupressaceae*. Druh roste v nížinách i horách České republiky. Listy jsou šedozelené pichlavé jehlice, uložené v trojčetných přeslenech. Keř je velmi aromatický a jeho větve mohou v dospělosti dosáhnout až 2 m délky. Černošedé plody se vytváří druhým nebo třetím rokem. Jalovec je světlomilný snášející mírné přistínění i suchou půdu (Hurych, 2003).



Obrázek 16: *Juniperus communis* `Repanda`, zdroj: www.rhs.org.uk

***Koeleria glauca* – smělek sivý**

Okrasná tráva z čeledi *Poaceae* pocházející z okrajů suchých lesů střední a východní Evropy a ze severní Asie. Roste v nepravidelných trsech vysokých kolem 20-25 cm, listy jsou šedozelené, tuhé a drsné. Nově raší vždy na začátku dubna a květ tvořený hustými latami se objevuje v červnu až srpnu. Má ráda propustné písčité půdy na slunných suchých stanovištích. Je vhodná do skalek (Nováková, 2004).



Obrázek 17: *Koeleria glauca*, zdroj: www.gardens4you.uk

***Koeleria macrantha* – smělek štíhlý**

Tráva z čeledi *Poaceae*, vyskytující se v mírném a subtropickém pásu severní polokoule. V přírodě se vyskytuje na skalnatých stráních a stepních svazích. Vyhovuje jí mělká písčité půda a slunné stanoviště. Tento druh dorůstá do 20-50 cm a vytváří husté trsy šedozelených listů. Kvete v květnu až červenci dlouhými latami (Duchoň, 2011).



Obrázek 18: *Koeleria macrantha*, zdroj: www.heritageseedlings.com

***Lamium galeobdolon* 'Kirkcudbright Dwarf' - pitulník žlutý**

Vytrvalá bylina z čeledi *Lamiaceae* vyskytující se v celé střední Evropě. Ke svému růstu vyžaduje mírné přistínění a vlhkou půdu. Tento druh se rychle rozrůstá. Listy jsou drobné, na okraji jemně pilovité, žlutozelené bíle panašované rostoucí v přeslenu, květy jsou žluté hluchavkovitého tvaru kvetoucí od května do června. Tento kultivar je nízkého vzrůstu do 15 cm (Rice, 2006).



Obrázek 19: *Lamium galeobdolon* 'Kirkcudbright Dwarf', zdroj: www.zahradnictvikrulichovy.cz

***Phleum pratense* – bojínek luční**

Vytrvalá tráva patřící do čeledi *Poaceae*, která pochází z Evropy, Severozápadní Afriky a Sibíře, ale dnes je rozšířena na mnoha dalších místech světa. Má ráda mírně vlhká slunná stanoviště a kvete od června do srpna širokými lichoklasy. Dorůstá výšky 30-120 cm a je hustě trsnatá s výrazně zelenými listy (Mrázek, 2012).



Obrázek 20: *Phleum pratense*, zdroj: www.minnesotawildflowers.info

***Prunus laurocerasus* 'Caucasica' - bobkovišeň lékařská**

Stálezelený keř dorůstající výšky 6 a více metrů z čeledi *Rosaceae*. Listy bobkovišně jsou dlouhé oválné s kožovitou texturou, lesklé na svrchní straně a výrazně zelené. Je vysazována jako dřevina do pozadí výsadeb, ale přesto je velmi atraktivní svými vonnými bílými květy kvetoucími v červnu. Na jejich místě se vytváří bobule, které se na podzim barví do černa. Bobkovišeň je nenáročný keř, lépe prospívá při mírném zastínění v propustnějších půdách. Nalezneme ji v oblasti mírného pásu (Kelly at al., 2004).



Obrázek 21: *Prunus laurocerasus* 'Caucasica', zdroj: www.brest.sk

***Taxus baccata* `Repandens` - tis červený**

Tis červený je stálezelený strom či keř dorůstající až 12 m. Řadíme ho do čeledi *Taxaceae*. V tomto případě se jedná o nízký kultivar, který může být až půdopokryvný. Jeho větve jsou dlouhé, na koncích zahnuté směrem dolů. Listy jsou tmavě zelené až 3 cm dlouhé. Na koncích větví se objevují semena obalená v červených míšcích. Keř je vhodný na slunná i stinná stanoviště a jeho původní druh pochází z jihovýchodní Evropy (Kelly et al., 2004).



Obrázek 22: *Taxus baccata* `Repandens`, zdroj: www-shop.zahrady-rostliny.cz

***Vinca minor* – barvínek menší**

Barvínek menší je stálezelený plazivý keř či polokeř. Listy má jednoduché a celokrajné, křížmostojné, vstřícně uspořádané ve výrazně zelené barvě. Květy barvínku jsou výrazně modré až fialové pětičetné a kvete od května do září. Barvínek menší pochází z jižní Evropy a Malé Asie a vyžaduje teplá chráněná stanoviště, případně zimní kryt (Koblížek, 2006).



Obrázek 23: *Vinca minor*, zdroj: www.gobotany.newenglandwild.org

5 Výsledky

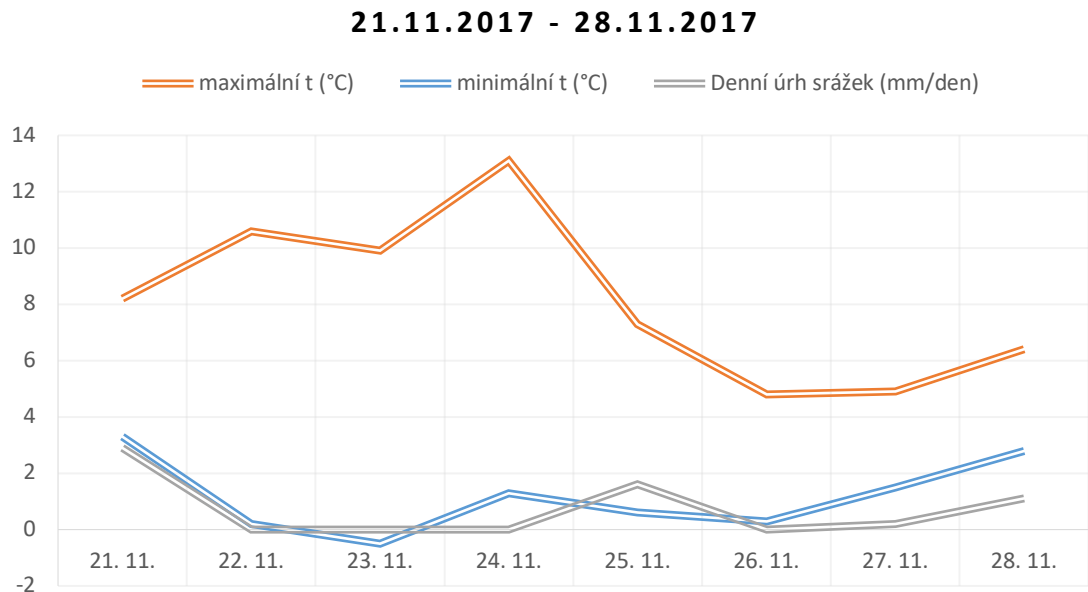
Následující výsledky hodnocení popisují zkoumanou samozavlažovací kaskádovou vertikální zahradu orientovanou k severní světové straně. Od každého z dvanácti hodnocených taxonů rostlin stěny obsahují 45 kusů. U některých druhů došlo k odcizení několika kusů během období monitoringu, to však významně neovlivňuje výsledek hodnocení. Druh *Koeleria macrantha* není hodnocen v plném počtu, vzhledem k chybě v dodání rostlin, která byla způsobena realizační firmou, přesto je daný druh hodnocen. Dodání třináctého druhu *Phleum pratense*, proběhlo se zpožděním dne 20.2.2018.

Monitoring probíhal od 28.11.2017 do 3.4.2018. Výsledky jsou hodnoceny z deseti vybraných měření, které nejlépe reprezentují vývoj stěny, a jsou zaneseny do tabulek, které obsahují všechny kategorie uvedené v metodice hodnocení, kdy každá z nich je hodnocena známkou i body. Každý monitoring je hodnocen samostatně v tabulce a s krátkým popisem změn jednotlivých rostlin v závislosti na počasí a je doplněn o fotografie z měření. Následuje samostatné hodnocení jednotlivých taxonů, kde je blíže popsán jejich vývoj v období monitoringu a pro lepší přehlednost je jejich vývoj zanesen do grafů.

Všechna meteorologická data využitá k hodnocení, tedy vývoj maximální a minimální teploty vzduchu během dne a denní úhrn srážek, jsou sesbírána z údajů meteorologické stanice České zemědělské univerzity v Praze. Tato data jsou volně přístupná na webových stránkách www.meteostanice.agrobiologie.cz. Pro každé měření je vytvořen graf těchto meteorologických jevů v délce jednoho týdne před dnem monitoringu a s ním včetně.

Substrát je pro všechny druhy rostlin jednotný a obsahuje 62 % rašeliny, 23 % kompostu a 15 % perlitu. Substrát byl namíchán a zajištěn firmou Němec.

5.1 První měření 28.11.2017



Graf 1: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 25.11.2017 do 5.12.2017, zdroj: autor

Teplotní podmínky v týdnu prvního měření byly příznivé, nejnižší denní teplota klesla pod bod mrazu pouze 23.11.2017. Teplota během dne dosáhla maxima 13 °C 24.11.2018, poté začaly teploty klesat až o 8 °C, na konci týdne ovšem opět stoupaly až do dne monitoringu. Denní úhrny srážek nebyly nijak významné, v den měření dosáhly hranice 3 mm/den.

28.11.2017	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Kvetení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
	<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-			
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Festuca ovina</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Fragaria vesca</i>	2	4	1	5	2	4	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		2,2	19
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Koeleria macrantha</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Lamiastrum galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	2	4	1	5	1	5	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		1,4	23
<i>Prunus lauroceransus</i> `Caucasica`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Vinca minor</i>	1	5	1	5	1	5	-	-	3	3	1	5	-	-	-	-		1,4	23

Tabulka 1: Hodnocení rostlin z monitoringu 28.11.2017, zdroj: autor

Hodnocení rostlin během prvního měření zachycuje jejich počáteční stav, není možné ho srovnat s předchozím měřením. Při udělování jednotlivých známek byl brán ohled především na očekávaný vzhled daných taxonů rostlin, který je uveden v popisu jednotlivých druhů v kapitole věnující se rostlinnému materiálu. Klimatické podmínky nijak dramaticky neovlivnily vývoj rostlin v daném období vzhledem k jejich příznivosti.

Celkově je toto hodnocení shledáno pozitivním, vzhledem k průměrným známkám rostlin, které se pohybují od známky 1 do známky 2,2. Stejně tak součty bodů pro jednotlivé taxony značí, že většina z nich byla dodána v dobrém zdravotním stavu a svou funkci plní výborně, s přihlédnutím k jejich pozdní výsadbě a pozdnímu dodání firmou.

Rostliny se sníženou známkou a počtem bodů jako je *Festuca glauca* `Auslese` (obrázek 26), *Festuca ovina*, *Koeleria glauca*, *Koeleria macrantha* a *Taxus baccata* `Repandens` mají sníženou hodnotu v kategorii změna barevnosti. Pro zmíněné druhy trav je tento jev v začátku zimního období běžný, a tedy jejich vitalita i zdravotní stav jsou v souladu s jejich přirozeným vývojem, proto nebyla snížena jejich známka. U taxonu *Taxus baccata* `Repandens` došlo ke změně barevnosti konců listů, což u tohoto stálezeleného druhu není obvyklý jev, je tedy pravděpodobně způsoben nedostatkem vláhy.

Druh *Fragaria vesca* (obrázek 25) na počátku zimy přechází do dormance a jeho výkon z hlediska estetiky, kompaktnosti růstu i vitality je ohodnocen pouze nejnižší známkou tohoto měření. Snížení známky druhu *Lamium galeobdolon* 'Kirkcudbright Dwarf' (obrázek 24) je především díky jeho velmi malému vzrůstu, který sice odpovídá dodanému kultivaru, ale nevyhovuje požadavkům na vertikální stěnu.



Obrázek 24: *Lamium galeobdolon* 'Kirkcudbright Dwarf', zdroj: autor



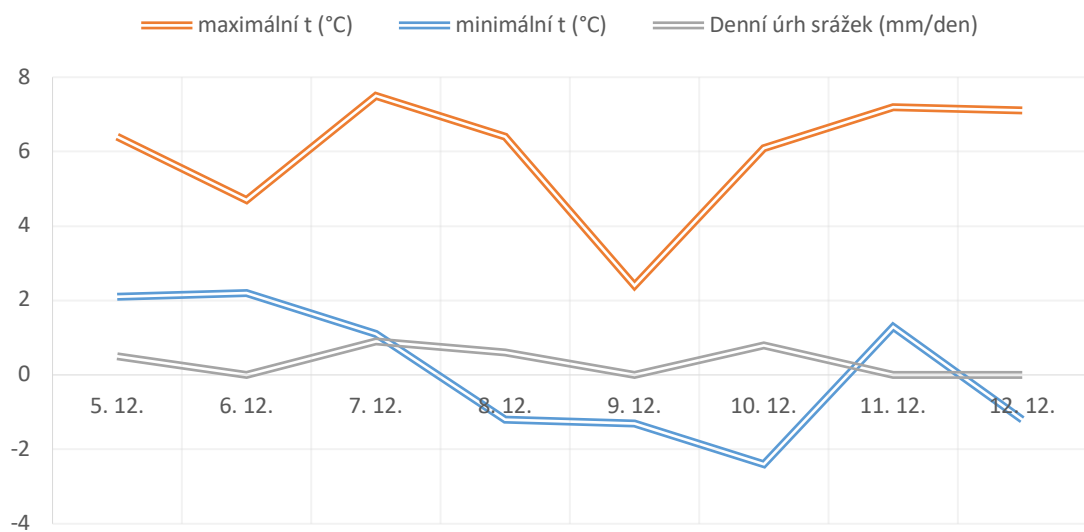
Obrázek 25: *Fragaria vesca*, zdroj: autor



Obrázek 26: *Festuca glauca* 'Auslese', zdroj: autor

5.2 Druhé měření 12.12.2017

5.12.2017 - 12.12.2017



Graf 2: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 5.12.2017 do 12.12.2017, zdroj: autor

Teplotní podmínky během těchto sedmi dní byly kolísavé, nejnižší teploty klesly až na -2,5 °C, nejvyšší teploty dosáhly skoro k 8 °C a to i v den měření 12.12.2017. Denní úhrny srážek jsou poměrně vyrovnané, ačkoliv nízké, nepřekračují 1,5 mm/den.

12.12.2017	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Kvetení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	1	5	1	5	2	4	1	5	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	29
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Festuca ovina</i>	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Fragaria vesca</i>	2	4	2	4	2	4	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		2,4	18
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Koeleria macrantha</i>	1	5	2	4	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,4	23
<i>Lamiastrum galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	2	4	2	4	1	5	-	-	1	5	3	3	-	-	-	-		1,8	21
<i>Prunus lauroceransus</i> `Caucasica`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Vinca minor</i>	1	5	2	4	2	4	-	-	3	3	1	5	-	-	-	-		1,8	21

Tabulka 2: Hodnocení rostlin z monitoringu 12.12.2017, zdroj: autor

U čtyř druhů je zaznamenán pokles bodů v hodnocení. U většiny těchto druhů došlo ke snížení známek především díky povětrnostním vlivům, které díky výkyvům teplot a příchodu mírně mrazivých teplot během noci, ovlivnily především změnu barevnosti.

U druhu *Vinca minor* (obrázek 27) bylo zaznamenáno od posledního měření zhoršení zdravotního stavu. I přes stálezelený charakter rostliny dochází k opadávání některých listů z důvodu usychání. Dochází k němu pouze u některých rostlin ve stěně, lze tedy usuzovat, že tyto kusy nebyly v dobrém zdravotním stavu již při dodání. *Lamiastrum galeobdolon* `Kirkcudbright Dwarf` (obrázek 28) projevilo podobné změny na několika kusech rostlin.

Pozitivně se během dvou týdnů mezi měřeními vyvíjel *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold` (obrázek 29), který se mírně rozrostl.



Obrázek 27: *Vinca minor*, zdroj: autor



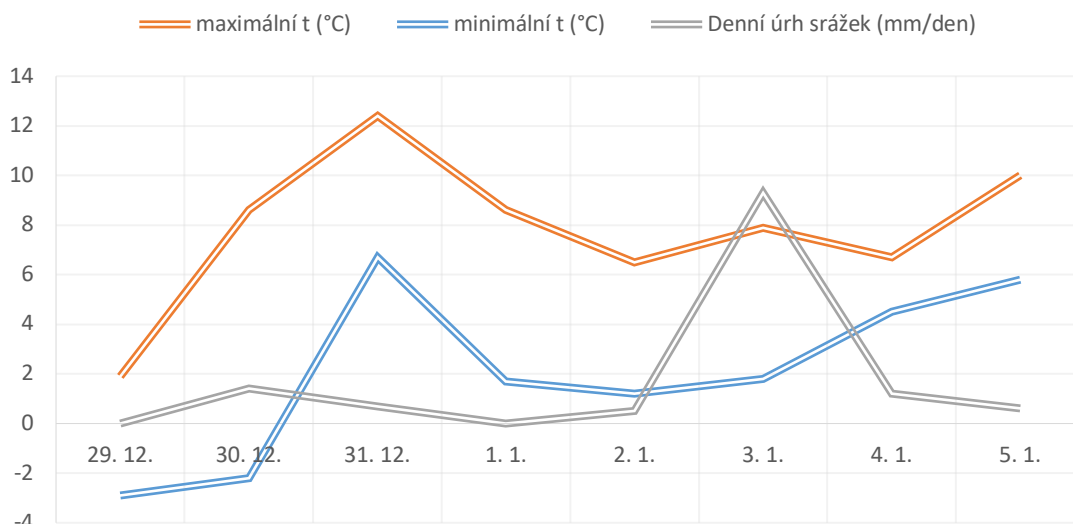
Obrázek 28: *Lamiastrum galeobdolon* 'Kirkcudbright Dwarf', zdroj: autor



Obrázek 29: *Euonymus fortunei* 'Emerald 'n' Gold', zdroj: autor

5.3 Třetí měření 5.1.2018

29.12.2017 - 5.1.2018



Graf 3: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 29.12.2017 do 5.1.2018, zdroj: autor

V posledních dnech prosince 2017 byl zaznamenán nárůst teplot až na 12 °C 31.12.2017, poté teploty mírně klesají, ne však pod bod mrazu. 3.1. došlo k velkému úhrnu dešťových srážek a to přes 8 mm/den. V den měření 5.1. byla jasná obloha s teplotou 10 °C.

5.1.2018	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Kvetení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
	<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	-	-	-			
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald `n` Gold`	1	5	1	5	2	4	1	5	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	29
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Festuca ovina</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Fragaria vesca</i>	3	3	2	4	3	3	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		2,8	16
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Koeleria macrantha</i>	1	5	2	4	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,4	23
<i>Lamium galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	3	3	3	3	2	4	-	-	1	5	3	3	-	-	-	-		2,4	18
<i>Prunus lauroceranus</i> `Caucasica`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Vinca minor</i>	1	5	2	4	2	4	-	-	3	3	1	5	-	-	-	-		1,8	21

Tabulka 3: Hodnocení rostlin z monitoringu 5.1.2018, zdroj: autor

Vhledem k teplotám, které od posledního měření byly spíše stálé a teploty přes den neklesly pod bod mrazu, rostliny se v tomto období příliš nezměnily.

Druh *Andromeda polifolia* `Nikko` (obrázek 30) díky teplému počasí vytvořil fialové květní pupeny na konci výhonů, efekt kvetení byl tedy ohodnocen a rostlina dosáhla 30 bodů. *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold` (obrázek 31) se opět rozrostl. Naopak stále klesající vitalita a zdravotní stav u *Fragaria vesca* a *Lamium galeobdolon* `Kirkcudbright Dwarf` (obrázek 32) přetrvává.



Obrázek 30: *Andromeda polifolia* 'Nikko', zdroj: autor



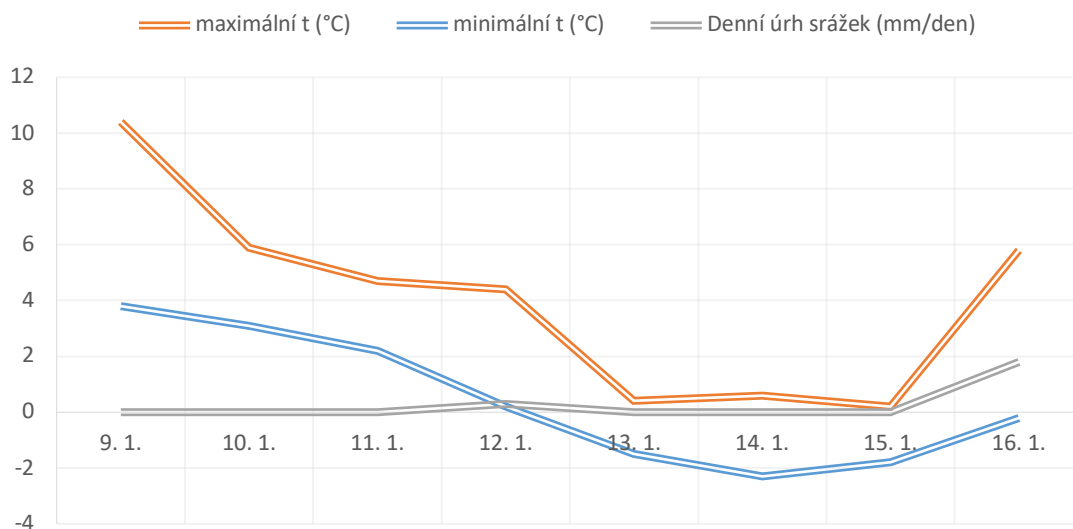
Obrázek 31: *Euonymus fortunei* 'Emerald 'n' Gold', zdroj: autor



Obrázek 32: *Lamiatrum galeobdolon* 'Kirkcudbright Dwarf', zdroj: autor

5.4 Čtvrté měření 16.1.2018

9.1.2018 - 16.1.2018



Graf 4: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 9.1.2018 do 16.1.2018, zdroj: autor

Během týdne od 9.1.2018 do 16.1.2018 došlo k velkým změnám teplot. Počátek týdne byl teplý, kdy ani nejnižší teploty neklesly pod 2 °C, od 13.1. do 15.1. se i maximální teploty pohybovali kolem 0 °C. V den měření byla teplota 6 °C a srážky do 2 mm/den.

16.1.2018	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Kvetení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Festuca ovina</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Fragaria vesca</i>	3	3	2	4	3	3	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		2,8	16
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Koeleria macrantha</i>	1	5	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,6	22
<i>Lamium galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	3	3	3	3	3	3	-	-	1	5	3	3	-	-	-	-		2,6	17
<i>Prunus lauroceranusus</i> `Caucasica`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Vinca minor</i>	2	4	2	4	2	4	-	-	3	3	2	4	-	-	-	-		2,2	19

Tabulka 4: Hodnocení rostlin z monitoringu 16.1.2018, zdroj: autor

Vývoj rostlin od posledního měření nebyl díky teplotám nad nulou, výrazný. Mírný pokles v hodnocení byl zaznamenán opět u druhů *Fragaria vesca*, *Lamium galeobdolon* `Kirkcudbright Dwarf` a *Vinca minor*. *Andromeda polifolia* `Nikko` si zachovala květní pupeny ve stejném stavu jako byly v den předchozího měření.

Druhy, u kterých dlouhodobě nedošlo k žádné změně hodnocení a jsou hodnoceny nejvyššími body, jako je například *Prunus lauroceranusus* `Caucasica` (obrázek 33), *Juniperus communis* `Repanda` (obrázek 34), nebo druhy trav jako *Festuca glauca* `Auslese` (obrázek 35), stále plní svou estetickou funkci naplno a jsou vitální.



Obrázek 33: *Prunus laurocerasus* 'Caucasica', zdroj: autor



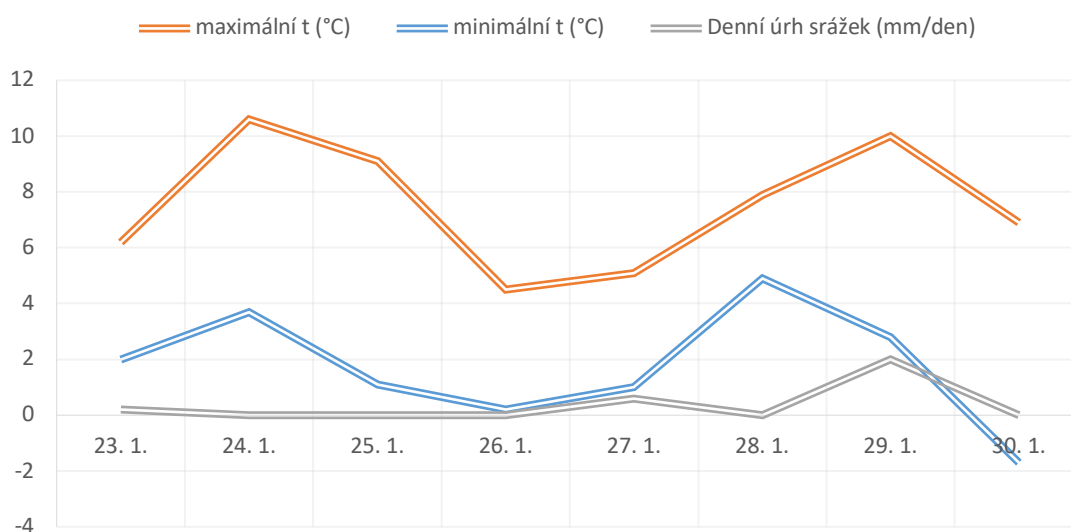
Obrázek 34: *Juniperus communis* 'Repanda', zdroj: autor



Obrázek 35: *Festuca glauca* 'Auslese', zdroj: autor

5.5 Páté měření 30.1.2018

23.1.2018 - 30.1.2018



Graf 5: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 23.1.2018 do 30.1.2018, zdroj: autor

V tomto týdnu se teploty, včetně minimálních denních teplot, pohybovaly vždy nad nulou, k poklesu došlo až v den měření 30.1.2018, kdy bylo 7 °C během měření. Srážkový úhrn během týdne nepřekročil 2 mm/den a to pouze 29.1.

30.1.2018	Vitalita		Zdravotnístav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Květení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
	<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	2			
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	1	5	1	5	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,4	23
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	1	5	1	5	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,4	23
<i>Festuca ovina</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Fragaria vesca</i>	4	2	3	3	4	2	-	-	3	3	4	2	-	-	-	-		3,6	12
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Koeleria macrantha</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Lamiaeum galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	3	3	3	3	4	2	-	-	2	4	4	2	-	-	-	-		3,2	14
<i>Prunus lauroceransus</i> `Caucasica`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Vinca minor</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		2,6	17

Tabulka 5: Hodnocení rostlin z monitoringu 30.1.2018, zdroj: autor

Bodové hodnocení od posledního měření u všech druhů mírně kleslo, druh *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold` (obrázek 36) mírně změnil barvu. Další výraznější pokles proběhl u druhů *Fragaria vesca* a *Lamiaeum galeobdolon* `Kirkcudbright Dwarf`, které se jako jediné dostaly k průměrné známce nižší než 3. Rostliny rodu *Koeleria* (obrázek 37) z druhů trav prospívají nejméně. Naproti tomu u druhu *Andromeda polifolia* `Nikko` (obrázek 38) bylo zaznamenáno více kusů s květními pupeny než při posledním měření.



Obrázek 36: *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold`, zdroj: autor



Obrázek 37: *Koeleria glauca*, zdroj: autor



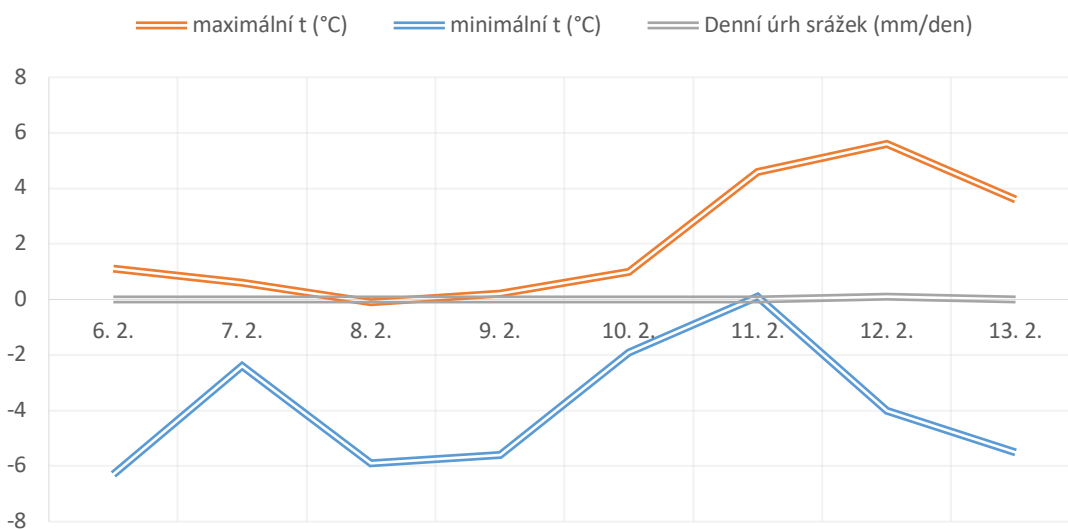
Obrázek 38: *Andromeda polifolia* `Nikko`, zdroj: autor



Obrázek 39: Celkový vzhled stěny v den monitoringu 30.1.2018, zdroj: autor

5.6 Šesté měření 13.2.2018

6.2.2018 - 13.2.2018



Graf 6: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 6.2.2018 do 13.2.2018, zdroj: autor

Teploty se během týdne monitoringu od 6.2. do 13.2.2018 pohybovali při 0 °C a to především ty noční, které dosáhly až k -6 °C. Na konci týdne došlo k mírnému oteplení a v den monitoringu byla teplota 4 °C.

13.2.2018	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Kvetení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	2	4		1,2	29
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	1	5	1	5	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,4	23
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	1	5	1	5	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-	sušš	1,4	23
<i>Festuca ovina</i>	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,2	24
<i>Fragaria vesca</i>	4	2	4	2	4	2	-	-	4	2	4	2	-	-	-	-		4,0	10
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Koeleria macrantha</i>	3	3	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,2	19
<i>Lamiastrum galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	4	2	4	2	4	2	-	-	3	3	4	2	-	-	-	-		3,8	11
<i>Prunus lauroceransus</i> `Caucasica`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Vinca minor</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		2,6	17

Tabulka 6: Hodnocení rostlin z monitoringu 13.2.2018, zdroj: autor

Změny rostlin od posledního měření nejsou nijak nápadné. Pouze u druhů, kterým s každým měřením klesá vitalita i jejich estetická hodnota, jako je *Fragaria vesca* (obrázek 40), *Lamiastrum galeobdolon* `Kirkcudbright Dwarf` (obrázek 41) nebo *Vinca minor*, došlo k dalšímu negativnímu vývoji. Druh *Fragaria vesca* byl ohodnocen průměrnou známkou 4, tedy doposud nejnižší. *Taxus baccata* `Repandens` (obrázek 42) mění z důvodu sucha barvu listů a jeho vitalita a zdravotní stav se horší.

V den monitoringu 13.2.2018 také došlo k neplánovanému zalití všech rostlin dodavatelskou firmou. Efekt, který závlivka způsobí, bude odvislý od vývoje teplot v následujících týdnech.



Obrázek 40: *Fragaria vesca*, zdroj: autor



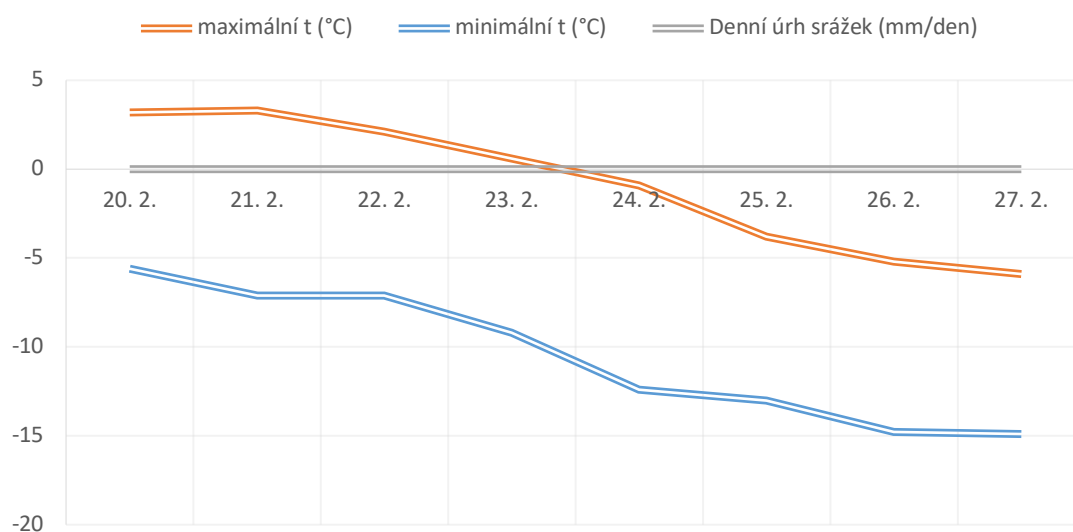
Obrázek 41: *Lamiastrum galeobdolon* 'Kirkcudbright Dwarf', zdroj: autor



Obrázek 42: *Taxus baccata* 'Repandens', zdroj: autor

5.7 Sedmé měření 27.2.2018

20.2.2018 - 27.2.2018



Graf 7: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 20.2.2018 do 27.2.2018, zdroj: autor

Maximální i minimální denní teplota během týdne před monitoringem klesla pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, což je pro rostliny v květináčích nepříznivé. K úhrnu srážek během týdne nedošlo.

27.2.2018	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Kvetení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	3	3	3	3	3	3	-	-	2	4	3	3	-	-	-	-	opada	2,8	16
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Festuca ovina</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Fragaria vesca</i>	5	1	5	1	5	1	-	-	5	1	5	1	-	-	-	-		5,0	5
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Koeleria macrantha</i>	3	3	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,2	19
<i>Lamiastrum galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	5	1	5	1	5	1	-	-	5	1	5	1	-	-	-	-		5,0	5
<i>Phleum pratense</i>	1	5	1	5	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		1,6	22
<i>Prunus laurocerasus</i> `Caucasica`	2	4	2	4	3	4	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	21
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Vinca minor</i>	3	3	3	3	4	2	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		3,2	14

Tabulka 7: Hodnocení rostlin z monitoringu 27.2.2018, zdroj: autor

Silné mrazy výrazně ovlivnily vývoj rostlin od posledního měření. Tato změna mohla být umocněna zálivkou, která přišla před obdobím mrazů.

Největší změny byly zaznamenány u rodu *Festuca* (obrázek 44) a rodu *Koeleria*, u nichž dochází k výraznému usychání. *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold` mírně ztrácí svou kompaktnost a vitalitu. *Prunus laurocerasus* `Caucasica` (obrázek 45) poprvé od začátku monitoringu změnil svůj vzhled a jeho zdravotní stav se po silných mrazech velmi zhoršil. To mělo vliv na snížení jeho estetické hodnoty.

Druhy *Fragaria vesca* a *Lamiastrum galeobdolon* `Kirkcudbright Dwarf` dosáhli k nejnižší průměrné známce 5.

Jediné druhy, u kterého doposud nedošlo ke změnám vzhledu je *Juniperus communis* a *Andromeda polifolia* `Nikko`.

V tomto měření se také poprvé objevuje druh *Phleum pratense* (obrázek 46), který byl se zpožděním dodán. Rostliny nejsou oproti ostatním druhům trav rozrostlé, ale působí kompaktně a vitálně. Snížení bodů za změnu barevnosti způsobil zimní efekt trávy, který je však přirozený.



Obrázek 43: Celkový vzhled stěny v den monitoringu 27.2.2018, zdroj: autor



Obrázek 44: *Festuca ovina*, zdroj: autor



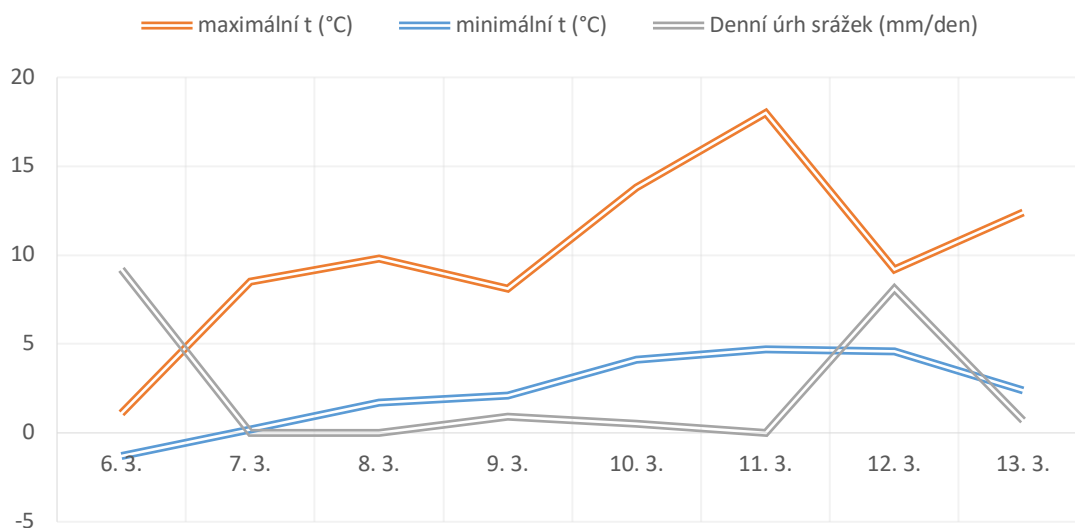
Obrázek 45: *Prunus laurocerasus* 'Caucasica', zdroj: autor



Obrázek 46: *Phleum pratense*, zdroj: autor

5.8 Osmé měření 13.3.2018

6.3.2018 - 13.3.2018



Graf 8: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 6.3.2018 do 13.3.2018, zdroj: autor

Během tohoto týdne došlo k velkým teplotním změnám, ze 2 °C na začátku týdne se teplota vyšplhala až k 17 °C 11.3.2018. Tento týden byl ve srovnání s předchozími na srážky bohatší, celkový úhrn srážek byl přibližně 17 mm. V den měření byla teplota na 12,5 °C.

13.3.2018	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Kvetení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	3	3	3	3	3	3	-	-	2	4	3	3	-	-	-	-		2,8	16
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Festuca ovina</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Fragaria vesca</i>	5	1	5	1	5	1	-	-	5	1	5	1	-	-	-	-		5,0	5
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Koeleria macrantha</i>	3	3	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,2	19
<i>Lamiastrum galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	5	1	5	1	5	1	-	-	5	1	5	1	-	-	-	-		5,0	5
<i>Phleum pratense</i>	1	5	1	5	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		1,6	22
<i>Prunus lauroceransus</i> `Caucasica`	3	3	3	3	4	2	-	-	1	5	3	3	-	-	-	-		2,8	16
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Vinca minor</i>	3	3	3	3	4	2	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		3,2	14

Tabulka 8: Hodnocení rostlin z monitoringu 13.3.2018, zdroj: autor

Dne 13.3.2018 byl zaznamenán největší vývoj u *Prunus laurocerasus* 'Caucasica' (obrázek 47), jehož výrazná změna barvy až k rezavě hnědé, významně snížila estetickou hodnotu druhu.

Ostatní druhy rostlin neprošli většími změnami od posledního měření. Druhy, které neprošli změnou, nadále zůstávají *Andromeda polifolia* 'Nikko' (obrázek 48) a *Juniperus communis* 'Repanda' (obrázek 49).



Obrázek 47: *Prunus laurocerasus* 'Caucasica', zdroj: autor



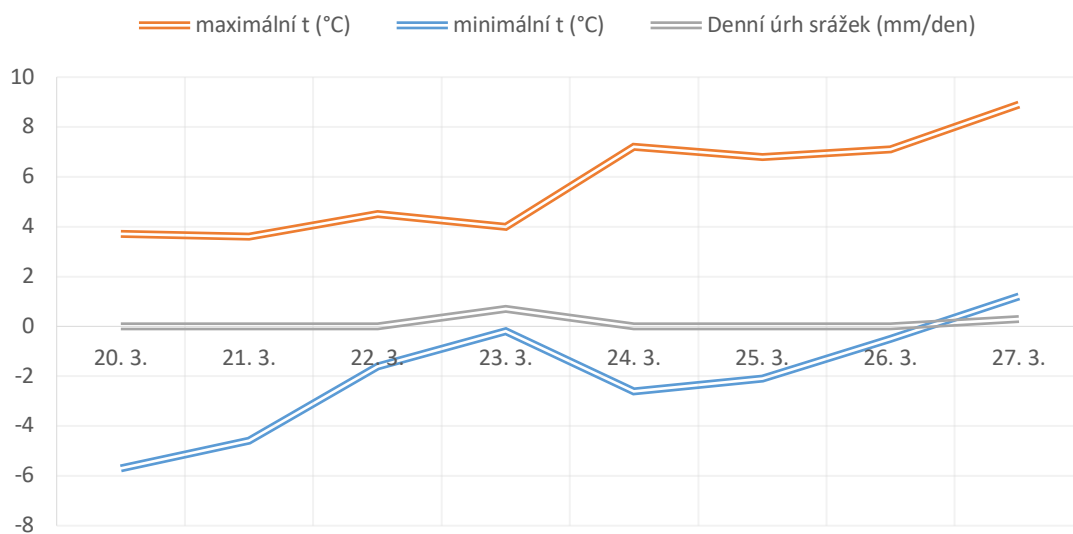
Obrázek 48: *Andromeda polifolia* 'Nikko', zdroj: autor



Obrázek 49: *Juniperus communis* 'Repanda', zdroj: autor

5.9 Deváté měření 27.3.2018

20.3.2018 - 27.3.2018



Graf 9: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 20.3.2018 do 27.3.2018, zdroj: autor

Teploty v týdnu před měřením 27.3.2018 pomalu vzrůstaly, ze 4 °C na 9 °C. nejnižší teploty se však pohybovaly od -6 °C do 1 °C, tedy byly poměrně nízké a většinu dní pod bodem mrazu. Úhrn srážek je v tomto období zanedbatelný.

27.3.2018	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Kvetení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
	<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	1	5	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	3			
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	3	3	3	3	3	3	-	-	2	4	3	3	-	-	-	-		2,8	16
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Festuca ovina</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Fragaria vesca</i>	5	1	5	1	5	1	-	-	5	1	5	1	-	-	-	-		5,0	5
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Koeleria macrantha</i>	3	3	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,2	19
<i>Lamium galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	5	1	5	1	5	1	-	-	5	1	5	1	-	-	-	-		5,0	5
<i>Phleum pratense</i>	1	5	1	5	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		1,6	22
<i>Prunus laurocerasus</i> `Caucasica`	4	2	4	2	4	2	-	-	1	5	3	3	-	-	-	-		3,2	14
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Vinca minor</i>	4	2	4	2	4	2	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-		3,6	12

Tabulka 9: Hodnocení rostlin z monitoringu 27.3.2018, zdroj: autor

Oproti minulému měření nedošlo k velkým výkyvům v hodnocených rostlinách. Proběhlé změny se týkají druhu *Andromeda polifolia* `Nikko`, který začal opět fialově kvést. K dalšímu snížení bodů u kategorie vitalita a zdravotní stav došlo u druhu *Prunus laurocerasus* `Caucasica`, který nadále reaguje na mrazivé podmínky minulého měsíce. Později dodané *Phleum pratense* zůstává stejné.



Obrázek 50: *Andromeda polifolia* 'Nikko', zdroj: autor



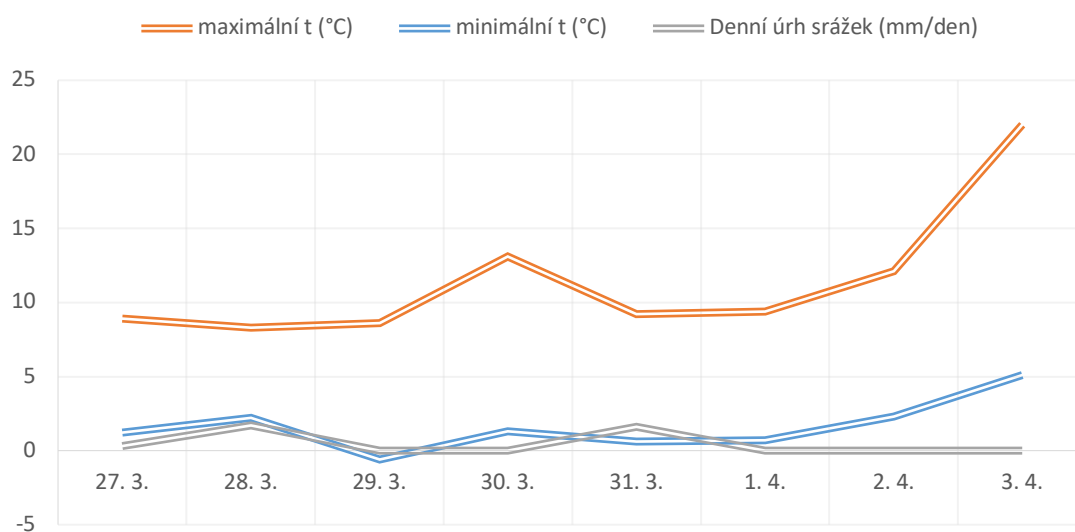
Obrázek 51: *Prunus laurocerasus* 'Caucasica', zdroj: autor



Obrázek 52: *Phleum pratense*, zdroj: autor

5.10 Desáté měření 3.4.2018

27.3.2018 - 3.4.2018



Graf 10: Vývoj maximální a minimální teploty během dne a denní úhrn srážek od 27.3.2018 do 3.4.2018, zdroj: autor

V týdnu posledního měření teploty neklesly pod bod mrazu a ke konci týdne výrazně stoupaly. V den měření bylo 22,5 °C a slunečno. Úhrn srážek během tohoto týdne dosáhl nejvyšší hranice 31.3.2018 s 2,4 mm/den.

3.4.2018	Vitalita		Zdravotní stav		Změna barevnosti		Rozrůstání		Kompaktnost		Estetická hodnota		Celoroční působnost		Květení		Poznámka	Průměrná známka	Součet bodů
	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body	Známka	Body			
<i>Andromeda polifolia</i> `Nikko`	2	4	1	5	2	4	-	-	1	5	1	5	-	-	2	4		1,5	27
<i>Euonymus fortunei</i> `Emerald 'n' Gold`	3	3	3	3	3	3	-	-	2	4	3	3	-	-	-	-		2,8	16
<i>Festuca glauca</i> `Auslese`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Festuca ovina</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Fragaria vesca</i>	5	1	5	1	5	1	-	-	5	1	5	1	-	-	-	-	někde	5,0	5
<i>Juniperus communis</i> `Repanda`	1	5	1	5	1	5	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,0	25
<i>Koeleria glauca</i>	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,0	20
<i>Koeleria macrantha</i>	3	3	2	4	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		2,2	19
<i>Lamium galeobdolon</i> `Kirkcudbright Dwarf`	5	1	5	1	5	1	-	-	5	1	5	1	-	-	-	-	někde	5,0	5
<i>Phleum pratense</i>	1	5	1	5	3	3	-	-	1	5	2	4	-	-	-	-		1,6	22
<i>Prunus lauroceransus</i> `Caucasica`	4	2	4	2	4	2	-	-	1	5	3	3	-	-	-	-		3,2	14
<i>Taxus baccata</i> `Repandens`	2	4	2	4	3	3	-	-	1	5	1	5	-	-	-	-		1,8	21
<i>Vinca minor</i>	4	2	4	2	4	2	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	někde	3,6	12

Tabulka 10: Hodnocení rostlin z monitoringu 3.4.2018, zdroj: autor

Poslední monitoring 3.4.2018 nezaznamenal výrazné změny v hodnocení rostlin od předchozího týdne. Některé rostliny jsou však znatelně sušší, protože i přes příznivé jarní teploty nedošlo k zálivce. Druh *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold` (obrázek 54) díky přisušku opadáva a *Andromeda polifolia* `Nikko` (obrázek 55) prosychá na koncích listů. U druhů *Fragaria vesca*, *Lamium galeobdolon* `Kirkcudbright Dwarf` a *Vinca minor* byly zaznamenáno, že některé kusy rostlin znovu remontují.

Během tohoto měření také došlo ke konečnému součtu uhynulých kusů rostlin od každého druhu a celkové hodnocení. U některých rostlin bylo zjištěno, že jsou velmi málo prokořenělé skrz substrát (obrázek 56).



Obrázek 53: Celkový vzhled stěny v den monitoringu 3.4.2018, zdroj: autor



Obrázek 54: *Euonymus fortunei* 'Emerald 'n' Gold', zdroj: autor



Obrázek 55: *Andromeda polifolia* 'Nikko', zdroj: autor



Obrázek 56: Slabé prokořenění *Juniperus communis* 'Repanda', zdroj: autor

5.11 Celkové hodnocení monitoringu

V rámci této kapitoly je vyhodnocen vývoj každého rostlinného druhu samostatně, hodnocení je doplněno o fotografie z monitoringu, které nejlépe reprezentují proběhlé změny. Druhá část obsahuje hodnocení celkové estetiky stěny a úmrtnost rostlin.

Andromeda polifolia `Nikko`

Tento druh je hodnocen po většinu doby monitoringu nejvyšším bodovým ohodnocením a nejlepší známkou, a proto je tento druh doporučen k použití. Jediná proběhlá změna, která snížila bodové hodnocení, je změna barevnosti a mírné snížení vitality na začátku jarního období z důvodu nedostatku závlivky. Estetická hodnota druhu *Andromeda polifolia* `Nikko` je velmi vysoká. Dvakrát během doby monitoringu bylo také zaznamenáno kvetení.



Obrázek 57: *Andromeda polifolia* `Nikko` 28.11.2017, zdroj: autor



Obrázek 58: *Andromeda polifolia* `Nikko` 5.1.2018, zdroj: autor



Obrázek 59: *Andromeda polifolia* `Nikko` 27.3.2018, zdroj: autor

Euonymus fortunei `Emerald `n` Gold`

Stálezelený keř *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold` v první polovině měření vykazoval známky rozrůstání a dosahoval nejvyšších bodových hodnocení. Jeho stav se postupně zhoršoval po silných mrazech v polovině února 2018. Na konci monitoringu díky nástupu teplého období a nedostatku závlahy některé kusy mírně ztrácely olistění.



Obrázek 60: *Euonymus fortunei* 'Emerald 'n' Gold' 28.11.2017, zdroj: autor



Obrázek 61: *Euonymus fortunei* 'Emerald 'n' Gold' 13.2.2018, zdroj: autor



Obrázek 62: *Euonymus fortunei* 'Emerald 'n' Gold' 3.4.2018, zdroj: autor

***Festuca glauca* 'Auslese'**

Festuca glauca 'Auslese' měla po celou dobu monitoringu vysoká hodnocení jak vitality a zdravotního stavu, tak i estetické hodnoty. Jediné snížení bodů je za změnu barevnosti, která je pro trávy zcela normálním jevem během zimního období, kdy stébla a listy usychají. Tento zimní efekt je chápán pozitivně a zajišťuje barevnou proměnu stěny během roku.



Obrázek 63: *Festuca glauca* 'Auslese' 12.12.2017, zdroj: autor



Obrázek 64: *Festuca glauca* 'Auslese' 13.2.2018, zdroj: autor



Obrázek 65: *Festuca glauca* 'Auslese' 27.3.2018, zdroj: autor

Festuca ovina

Tento druh trávy si v rámci celkového vývoje rostliny vedl velmi podobně jako *Festuca glauca* `Auslese`. Snížené bodové hodnocení je tedy za postupné hnědnutí a prosychání rostliny, což je přirozený jev, který vytváří zajímavý efekt. Tato tendence byla umocněna silnými mrazy, které nápadně urychlily změnu barevnosti, nejnižší bodová hranice, které tato tráva dosáhla je však 20 bodů z nejvyšších 25, tedy její výsledek je velmi dobrý.



Obrázek 66: *Festuca ovina* 5.1.2018, zdroj: autor



Obrázek 67: *Festuca ovina* 13.2.2018, zdroj: autor



Obrázek 68: *Festuca ovina* 3.4.2018, zdroj: autor

Fragaria vesca

Od počátku není tato rostlina hodnocena nejvyššími hodnotami, v prvním měření dosáhla součtu 19 bodů z možných 25. U druhu *Fragaria vesca* je běžné, že přes její vytrvalost, v zimě nepůsobí esteticky, její listy usychají a nové se objevují až začátkem jara. Stejně tak tomu bylo i ve vertikální zahradě, kde po mrazech v únoru 2018 klesla její bodová hranice na 5 bodů, tedy minimální počet. Druh svými vlastnostmi, jako je právě neuspokojivý zimní efekt, neodpovídá požadavkům na rostliny v zelené stěně. Provedené sčítání na konci monitoringu ukázalo, že 19 z původních 45 kusů *Fragaria vesca* uhynulo pravděpodobně vlivem silných mrazů.



Obrázek 69: *Fragaria vesca*
28.11.2017, zdroj: autor



Obrázek 70: *Fragaria vesca* 30.1.2018,
zdroj: autor



Obrázek 71: *Fragaria vesca* 3.4.2018,
zdroj: autor

Juniperus communis `Repanda`

U tohoto stálezeleného jehličnatého keře nedošlo během monitoringu k žádné významné změně, která by ovlivnila bodové hodnocení. Ve všech deseti měřeních získal 25 bodů, a tedy výslednou průměrnou známku 1. Pro použití ve vertikální stěně je tedy naprosto vhodný.



Obrázek 72: *Juniperus communis*
`Repanda` 28.11.2017, zdroj: autor



Obrázek 73: *Juniperus communis*
`Repanda` 13.2.2018, zdroj: autor



Obrázek 74: *Juniperus communis*
`Repanda` 3.4.2018, zdroj: autor

Koeleria glauca

Podobně jako trávy rodu *Festuca* i tato tráva od počátku monitoringu měnila barvu svých listů, což není příznakem špatného zdravotního stavu, ale přirozený jev, který se odehrává během zimního období. Proto se v průběhu měření snižovalo bodové hodnocení za změnu barevnosti. Mírný pokles hodnocení vitality a zdravotního stavu byl zaznamenán během ledna, kdy se u některých kusů rostlin snížila jejich hustota. Z počátečního počtu 24 bodů kleslo hodnocení o pouhé čtyři body, tedy na 20 bodů ke dni 3.4.2018, proto je rostlina zcela vhodná pro účely vertikálních zahrad.



Obrázek 75: *Koeleria glauca*
28.11.2017, zdroj: autor



Obrázek 76: *Koeleria glauca* 30.1.2018,
zdroj: autor



Obrázek 77: *Koeleria glauca* 3.4.2018,
zdroj: autor

Koeleria macrantha

Vývoj tohoto druhu je velmi podobný jako u *Koeleria glauca*. Změna barevnosti během zimního období byla o málo větší než u ostatních druhů trav, během ledna 2018 se také zhoršila vitalita rostlin a jejich zdravotní stav, což ovlivnilo celkový estetický dojem na stěně. Přesto je tento druh hodnocen během celého monitoringu průměrnou známkou pohybující se mezi 1,2 až 2,2. Efekt v zelené stěně je tedy uspokojivý, je však lepší tento druh využít jako doplněk mezi jinými druhy.



Obrázek 78: *Koeleria macrantha*
28.11.2017, zdroj: autor



Obrázek 79: *Koeleria macrantha*
13.2.2018, zdroj: autor



Obrázek 80: *Koeleria macrantha*
3.4.2018, zdroj: autor

***Lamiastrum galeobdolon* `Kirkcudbright Dwarf**

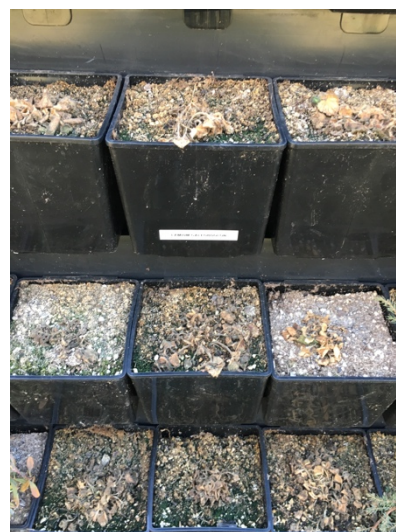
Tento kultivar druhu *Lamiastrum galeobdolon* není vysokého vzrůstu, není tedy od počátku vhodný do zelené stěny tohoto typu, protože nezakryje ani po možném rozrůstání květináč, ve kterém je umístěný. Rostliny nebyly dodány s dostatečně rozvinutým kořenovým systémem, to mělo negativní efekt na vývoj rostlin. Od počátku monitoringu nedosahovali dostatečného vzrůstu a již od počátku zimního období postupně ztrácely hmotu a kompaktnost. S příchodem silných mrazů v únoru 2018 klesla bodová hodnota rostliny na 5, tedy nejnižší možný počet. Na začátku jara některé kusy znovu začaly vytvářet olistění, které díky nedostatku závlahy týden před posledním monitoringem, opět uhynuly. Celková úmrtnost tohoto druhu je přibližně 90 %. Rostlina tedy není doporučena k použití ve vertikální zahradě.



Obrázek 81: *Lamiastrum galeobdolon*
`Kirkcudbright Dwarf 28.11.2017,
zdroj: autor



Obrázek 82: *Lamiastrum galeobdolon*
`Kirkcudbright Dwarf 30.1.2018, zdroj:
autor



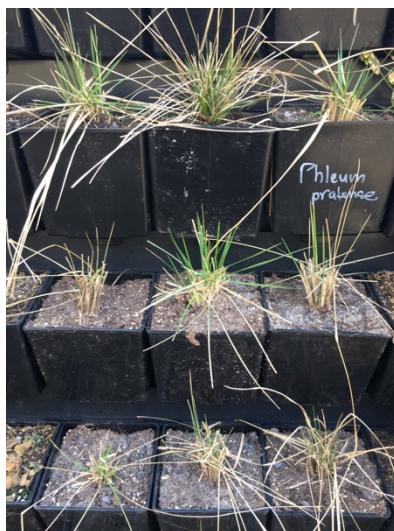
Obrázek 83: *Lamiastrum galeobdolon*
`Kirkcudbright Dwarf 3.4.2018, zdroj:
autor

Phleum pratense

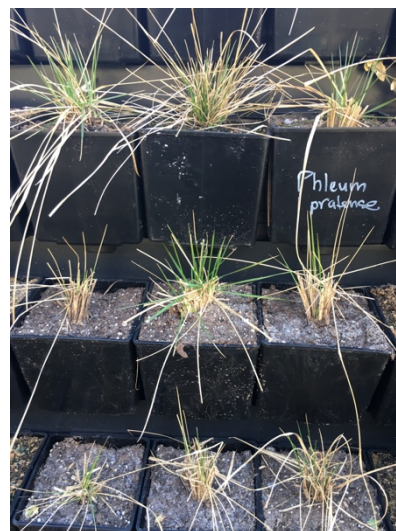
Rostliny tohoto druhu byly dodány se zpožděním dne 20.2.2018 a jejich měření proběhlo pouze čtyřikrát. Změny během této doby neproběhly a rostliny po celou dobu dosahují bodové hranice 22 bodů. Jejich vývoj není možné dobře posoudit, protože neznáme podmínky, ve kterých byly rostliny umístěné do doby dodání. Z dosavadních výsledků jsou rostliny posouzeny jako vhodné do zelené stěny vzhledem k jejich očekávanému rozrůstání, a i přes jejich barevnou změnu, která je pro trávy v zimním období běžná.



Obrázek 84: *Phleum pratense*
27.2.2018, zdroj: autor



Obrázek 85: *Phleum pratense*
13.3.2018, zdroj: autor



Obrázek 86: *Phleum pratense* 3.4.2018,
zdroj: autor

Prunus laurocerasus `Caucasica`

V první polovině monitoringu byl tento druh hodnocen nejvyšším počtem bodů, tedy 25. Po příchodu silných mrazů v polovině února 2018 a nevhodné závlivce dne 13.2.2018 začal *Prunus laurocerasus* `Caucasica` výrazně měnit barevnost a jeho vitalita a zdravotní stav se prudce zhoršili na konečných 14 bodů v hodnocení 3.4.2018. Estetický efekt hnědých listů je zajímavý, ale vypovídá o zhoršených podmínkách. U přibližně 5-10 % rostlin byl zaznamenán úhyn, u zbylých rostlin je předpoklad obnovy listů v jarním období.



Obrázek 87: *Prunus laurocerasus* 'Caucasica' 28.11.2017, zdroj: autor



Obrázek 88: *Prunus laurocerasus* 'Caucasica' 27.2.2018, zdroj: autor



Obrázek 89: *Prunus laurocerasus* 'Caucasica' 3.4.2018, zdroj: autor

Taxus baccata 'Repandens'

Tento stálezelený keř působil po celou dobu monitoringu velmi kompaktně a tvořil významnou hmotu na celkovém vzhledu stěny. V průběhu měření se změnila barevnost tohoto keře, kdy začaly hnědnout konce listů. Postupem času keř působil méně vitálně a jeho celkové bodové hodnocení kleslo z počátečních 24 bodů na 21 bodů ke dni 3.4.2018. Keř je tedy přes nastalé změny hodnocen známkou 1,8 a je doporučen k dalšímu zkoumání a použití ve vertikální zahradě.



Obrázek 90: *Taxus baccata* 'Repandens' 28.11.2017, zdroj: autor



Obrázek 91: *Taxus baccata* 'Repandens' 30.1.2018, zdroj: autor



Obrázek 92: *Taxus baccata* 'Repandens' 3.4.2018, zdroj: autor

Vinca minor

Druh *Vinca minor* během monitoringu postupně ztrácel body za kompaktnost, zdravotní stav i vitalitu. Díky jeho plazivému charakteru vhodně zakrývá květináče, ovšem nevyhovuje svou nízkou kompaktností. Během celého zimního období měnil barevnost a postupně usychal. Po silných mrazech se jeho stav zhoršil a celkem 3 kusy z 45 uhynuly. Jeho bodové hodnocení kleslo o 11 bodů v průběhu deseti měření, a to na nejnižší hranici 12 bodů. Druh je doporučen k dalšímu zkoumání a je vhodný spíše jako doplněk stěn mezi dalšími druhy.



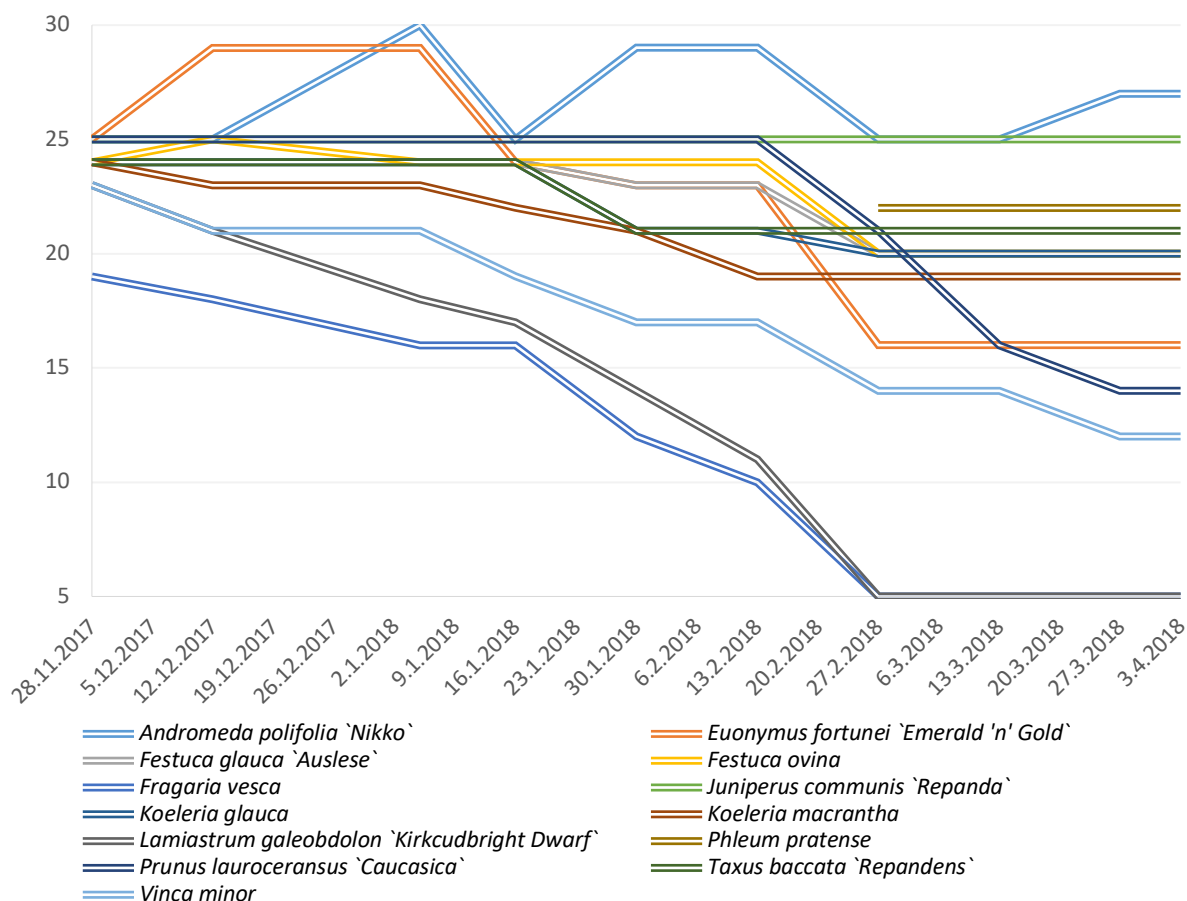
Obrázek 93: *Vinca minor* 28.11.2017,
zdroj: autor



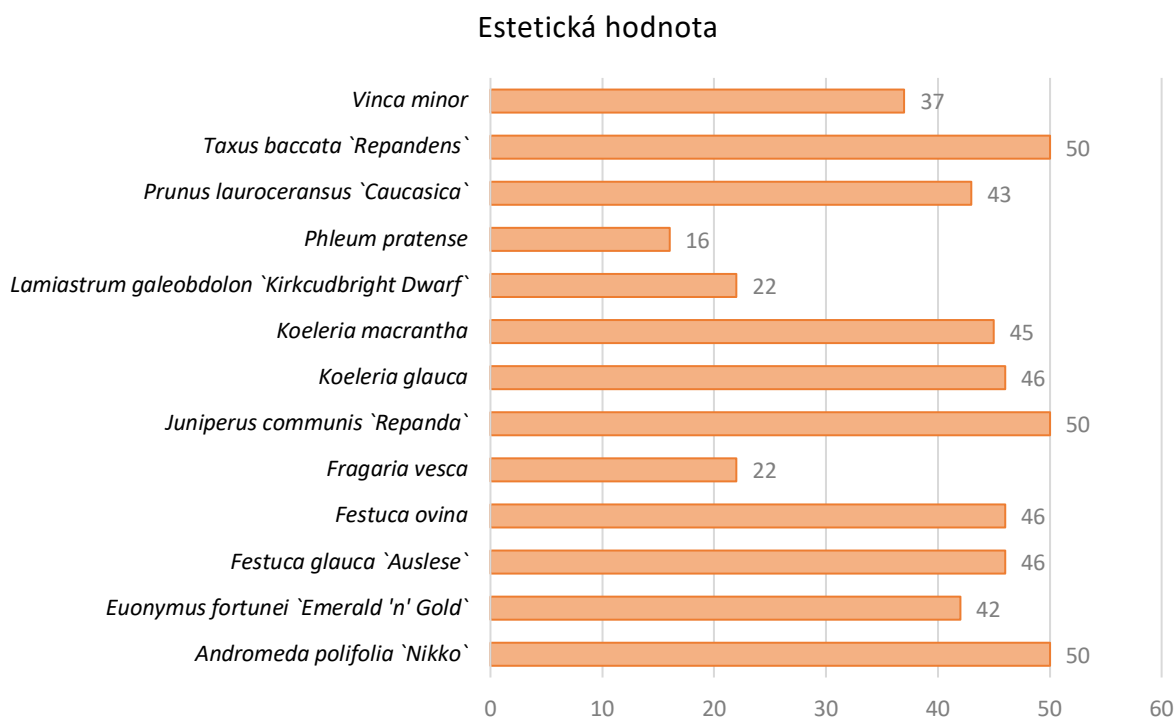
Obrázek 94: *Vinca minor* 13.2.2018,
zdroj: autor



Obrázek 95: *Vinca minor* 3.4.2018,
zdroj: autor



Graf 11: Vývoj celkového bodového hodnocení všech taxonů rostlin ve vertikální zahradě během sledovaného období od 28.11.2017 do 3.4.2018, zdroj: autor

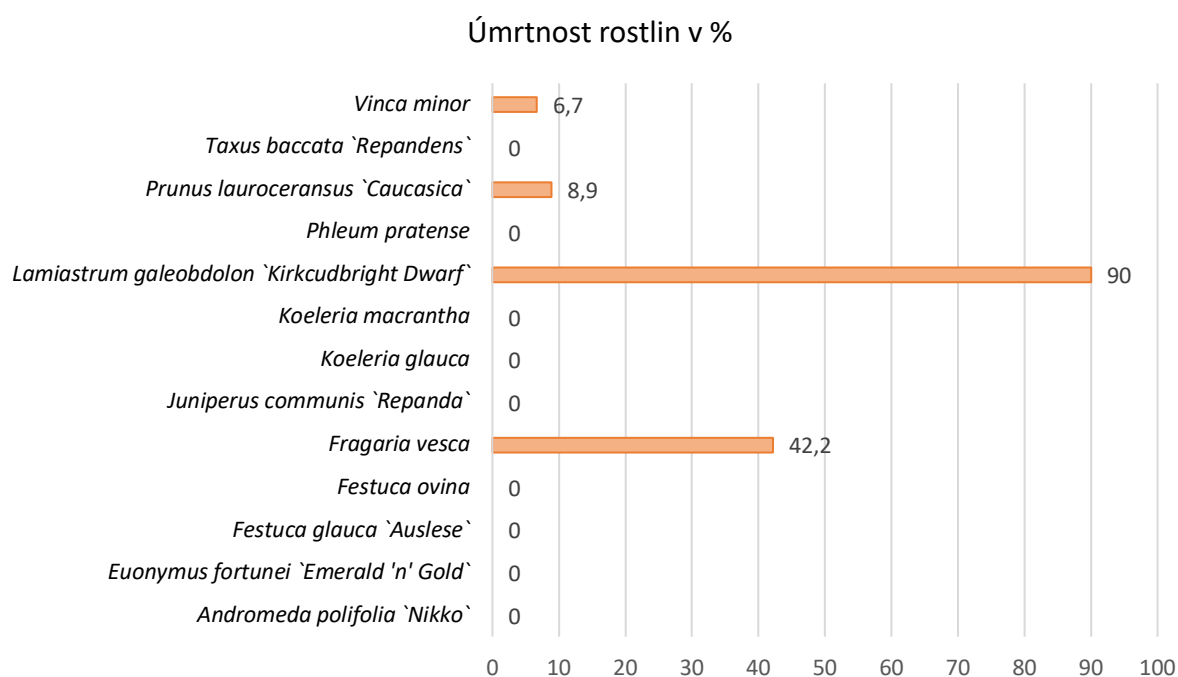


Graf 12: Podíl jednotlivých taxonů na celkové estetice stěny, zdroj: autor

Celkový vývoj rostlin ve vertikální stěně má sestupnou tendenci (graf 11), pouze u dvou druhů byl zaznamenán vývoj nad maximální bodovou hranicí a to v hodnocení kategorie rozrůstání a kvetení. Jedná se o druhy *Andromeda polifolia* `Nikko` a *Euonymus fortunei* `Emerald `n` Gold`. Druh *Juniperus communis* `Repanda` jako jediný po celou dobu monitoringu nezměnil žádný ze sledovaných aspektů. Mnoho zásadních změn, především v kategoriích vitalita, zdravotní stav, změna barevnosti a estetická hodnota, proběhlo od poloviny února 2018, kdy se teplota držela po celé dny pod bodem mrazu. Změny jsou pravděpodobně umocněny nevhodnou záhlivkou v tomto období. I přes tyto změny je hodnocení velmi pozitivní a z třinácti monitorovaných druhů je jedenáct doporučených pro další výzkum a využití. Jako dobrý základ pro tvorbu vertikální zahrady se osvědčila většina stálezelených keřů. Skupinu trvalek reprezentují především trávy, které ve výsledku prokázaly dobrou odolnost vůči podmínkám v zimním období a jsou tedy dobrým doplňkem k zástupcům keřů. Pouze dva druhy trvalek nebyly doporučeny k dalšímu využití v tomto systému ozelenění.

Podíl jednotlivých druhů rostlin použitých v zelené stěně na estetiku celé stěny reprezentuje graf 12, kdy největší estetický efekt mají druhy s nejmenší proměnou v čase.

Z grafu úmrtnosti rostlin jednotlivých druhů (graf 13) lze odvodit, že celková úmrtnost na stěně není příliš vysoká.



Graf 13: Úmrtnost jednotlivých taxonů rostlin v %, zdroj: autor

6 Diskuze

V rámci tohoto výzkumu bylo hodnoceno třináct taxonů rostlin, zahrnující stálezelené keře a trvalky, které jsou hodnoceny dle stanovené metodiky. Hodnocená kritéria jsou vitalita, zdravotní stav, změna barevnosti, rozrůstání, kompaktnost, estetická hodnota, celoroční působnost a kvetení. Jelikož monitoring probíhal během období vegetačního klidu rostlin, nejsou hodnoceny kategorie rozrůstání a kvetení, pouze u dvou taxonů byly vyzorovány změny těchto kritérií. Monitoring probíhal od konce listopadu 2017 do počátku dubna 2018, tedy není možné hodnotit celoroční působnost rostlin.

System samozavlažovacích kaskádových vertikálních zahrad od firmy Němec prokázal efektivitu využití tohoto typu ozelenění hned v několika ohledech. Konstrukce je snadno a rychle sestavitelná, umístění jednotlivých květináčů s rostlinami poskytuje alespoň minimální prostor pro kořeny rostlin, na rozdíl od systémů založených na pěnových substrátech či vrstvách plsti. Jak uvádí Besir et al. (2017), umístění rostlin v květináčích také poskytuje větší možnost variability použitých druhů, a tedy vytvoření lepšího estetického efektu a je velmi snadné vyměnit uhynulé kusy rostlin za nové. Samozavlažovací systém stěny nebyl prozkoumán vzhledem k době pozorování, rostliny byly zavlažovány manuálně, a to pouze dvakrát. Poprvé k zálivce došlo na začátku monitoringu při dodání rostlin, podruhé 13.2.2018, kdy byla zálivka zcela nevhodně načasovaná vzhledem k silným mrazům, které následovaly. Naopak plánovaná zálivka na začátku jarního období proběhla později a u některých rostlin došlo k výraznému přisušku. Kvalita dodané konstrukce je velmi dobrá, což není možné říci o dodaném rostlinném materiálu. Většina rostlin byla vysazena do květináčů na podzim, což silně ovlivnilo jejich šanci na dostatečný vývoj před zimním obdobím. U některých kusů bylo zjištěno nedostatečné prokořenění skrz substrát, a tím byl ztížen příjem vody a živin. V některých případech je úhyn rostlin způsoben nedostatkem substrátu v noze květináče, která je umístěna v truhlíku a zprostředkovává propojení mezi závlahou a kořeny. Také dodané kultivary neodpovídaly požadavkům na rostliny ve vertikální zahradě.

Pro tento typ vertikální zeleně se nejčastěji využívají stálezelené keře nižšího vzrůstu, či půdopokryvné, které přepadají přes hrany květináčů (Perini et al., 2011). Polovina rostlin umístěných ve zkoumané zelené stěně toto splňuje. Hurych (2003) doporučuje pro nádobový typ výsadby hned několik druhů, které jsou součástí monitoringu. Jedná se především o *Juniperus communis*, rod *Taxus* a *Prunus*. U prvních dvou zmíněných se hodnocení výzkumu shoduje s názorem autora a mohou je tedy doporučit k výsadbě do zelených stěn. Třetí druh,

Prunus laurocerasus 'Caucasica', ačkoliv autorem Hurych (2003) doporučovaný do stinných podmínek a snášející obstojně i sucho, nezvládl mrazivé období v druhé polovině února 2018 a byl zaznamenán úhyn přibližně 8 % kusů. Dle metodiky je toto množství zanedbatelné, a tak je druh doporučen k dalšímu zkoumání.

Druhy *Andromeda polifolia* 'Nikko' a *Euonymus fortunei* 'Emerald 'n' Gold' dle Koblížek (2006) vyžadují vlhčí živné půdy a přistínění, což jim severně orientovaná strana poskytuje. Oba jsou mrazuvzdorné, což potvrdily i výsledky monitoringu. Stejnou měrou se na nich podepsal přísušek na přelomu března a dubna 2018, který způsobil změnu barevnosti na listech a mírný opad u druhu *Euonymus fortunei* 'Emerald 'n' Gold'. Přesto zmíněné druhy dosahují vysokého hodnocení a doporučuji je k použití ve vertikálních zahradách.

Posledním vždyzeleným polokeřem je *Vinca minor*, který vyžaduje přistínění a vlhkou půdu (Koblížek, 2006) a můžeme ho považovat za vhodný na severně orientovanou zelenou stěnu. Tento druh se v průběhu monitoringu výrazně proměnil a několik kusů uhynulo. Z počátku velmi vitální a esteticky hodnotný převislý keř postupně ztrácel svou kompaktnost a došlo ke změně barevnosti listů pravděpodobně vlivem chladného počasí na nedostatečně rozrostlé rostliny, většina kusů však na počátku jarního období začala znovu obrůstat. I přes poměrně nízké hodnocení doporučuji tento druh k dalšímu výzkumu, ovšem s použitím starších a lépe prokořenělých rostlin.

Všechny zkoumané druhy trav vychází z hodnocení velmi pozitivně. Jejich průměrná známka se pohybuje kolem hodnoty 2, tedy velmi dobré. Nováková (2004) popisuje tyto stálezelené trsnaté trávy jako vhodné pro použití k solitérní výsadbě tedy i do samostatných květináčů a uvádí, že výše zmíněné druhy vyžadují propustný ideálně písčité substrát, sucho a slunné stanoviště. Z těchto důvodů je důležité zkoumání trav na severní stěně i během letního období, kdy může nedostatek slunečního záření způsobit nežádoucí změny. V období monitoringu trávy zajistily svým zimním efektem suchých listů velkou část estetické hodnoty celé stěny, a proto jsou velmi vhodným doplňujícím prvkem ke stálezeleným keřům.

Posledními zkoumanými druhy trvalek jsou *Fragaria vesca* a *Lamium galeobdolon* 'Kirkcudbright Dwarf'. Oba druhy prošly velmi negativním vývojem a již 27.2.2018 dosáhli na nejnižší možnou hodnotu 5 bodů. Dle autorů Rice (2006) a Hoskovec (2007) jsou oba druhy vhodné do vlhkých živných půd a snášejí i stinná stanoviště, což jsou pro použití na severní stěně žádané vlastnosti, přesto nejsou vhodnými druhy pro tento typ ozelenění. Druh *Lamium*

galeobdolon v kultivaru `Kirkcudbright Dwarf` nedorůstá požadované výšky, tak aby opticky zakryl květináč a nezůstává během zimy stálezeleným. Stejně tak je tomu u druhu *Fragaria vesca*. Díky silným mrazům navíc došlo k výraznému úhynu a to přes 40 % u jahodníku a přes 90 % u druhého zmíněného druhu. Proto tyto dva druhy nedoporučuji k použití ve vertikálních zahradách.

Jak je zmíněno výše 11 ze 13 druhů je doporučeno k dalšímu zkoumání a použití ve vertikálních zahradách. Použitý substrát se osvědčil jako vhodný pro většinu rostlin, pro lepší prosperitu však doporučuji rozlišit složení substrátu na rostliny vhodné do sucha a do vlhka. Z výzkumu vyplývá, že ideální je kombinace stálezelených keřů, které jsou plně mrazuvzdorné, a vytrvalých stálezelených druhů trav tak, aby byla zajištěna celoroční estetika zelené stěny a vybrané druhy se doplňovali svou barevností a strukturou.

7 Závěr

Tato práce měla za úkol monitoring třinácti vybraných taxonů rostlin, které jsou vysazeny v samostatných květináčích a umístěny do samozavlažovací kaskádové vertikální zahrady od firmy Němec. Hodnocení rostlin probíhalo na základě metodiky vytvořené v minulém roce, která obsahuje osm kritérií hodnocení, například kritérium vitality, zdravotního stavu, estetické hodnoty či změny barevnosti. Rostliny jsou hodnoceny body a známkami za každé kritérium. Monitoring se odehrával od konce listopadu 2017 do začátku dubna 2018.

Rostliny vybrané k hodnocení jsou převážně stálezelené keře a trvalky. Ve většině případů se vždyzelené keře osvědčily jako dobrý základ pro tvorbu vertikální zahrady. Skupinu trvalek reprezentují především trávy, které ve výsledku prokázaly dobrou odolnost vůči podmínkám v zimním období a jsou tedy dobrým doplňkem k zástupcům keřů. Pouze dva druhy trvalek nebyly doporučeny k dalšímu využití v tomto systému ozelenění z důvodu nevhodných vlastností rostlin, a to především jejich estetického efektu během zimy. Hodnocení bylo nejvýrazněji ovlivněno silnými mrazy během února 2018 a nevhodnou zálivkou v tomto období.

Severně orientovaná vertikální zahrada je v celkovém dojmu za monitorované období hodnocena kladně, což dokazuje množství doporučených druhů rostlin k dalšímu použití. Zadané cíle práce jsou tímto naplněny.

8 Seznam literatury

8.1 Literární zdroje

ALEXANDRI, E., JONES, P. 2008. *Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates*. DOI: 10.1016/j.buildenv.2006.10.055. ISBN 10.1016/j.buildenv.2006.10.055. Dostupné na internetu: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132306003957>

BESIR, A. B., CUCE, E. 2017. *Green roofs and facades: A comprehensive review*[online]. DOI: 10.1016/j.rser.2017.09.106. ISBN 10.1016/j.rser.2017.09.106. Dostupné na internetu: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032117313680>

BHARGAVA, A., LAKMINI, S., BHARGAVA, S. 2017. *Urban Heat Island Effect: It's Relevance in Urban Planning*. DOI: 10.4172/2332-2543.1000187. ISBN 10.4172/2332-2543.1000187. Dostupné na internetu: <https://www.omicsonline.org/open-access/urban-heat-island-effect-its-relevance-in-urban-planning-2332-2543-1000187.php?aid=89471>

DUNNETT, N. 2008. *Planting Green Roofs and Living Walls*. 2nd ed. Portland: Timber press. ISBN 978-0881929119.

FRANCIS, R. A., LORIMER, A. 2011. *Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls*. DOI: 10.1016/j.jenvman.2011.01.012. ISBN 10.1016/j.jenvman.2011.01.012. Dostupné na internetu: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479711000132>

HURYCH, V. 2003. *Okrasné dřeviny pro zahrady a parky*. 2 dopl. vyd. Praha: Český zahrádkářský svaz. ISBN 80-85362-46-5.

ISDM. 2016. *Green Roofs And Living Walls For Architects*. United States: Createspace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1539342182.

KELLERT, S. R., WILSON, E. O. 1993. *The Biophilia Hypothesis: Biophilia and the Conservation Ethic*. Washington, D.C: Shearwater Books. ISBN 978-1559631471.

KELLY, J., HILLIER, J. 2004. *Hillier Gardener's Guide to Trees and Shrubs*. 2nd. Devon: David & Charles. ISBN 715301306.

- KOBLÍŽEK, J. 2006. *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. 2. dopl. vyd. Tišnov: Sursum. ISBN 80-7323-117-4.
- KRČMÁŘOVÁ, J. 2009. *Hypotéza biofilie Edwards O. Wilsona*. DOI: 10.14712/18023061.45. ISBN 10.14712/18023061.45. Dostupné na internetu: <http://www.envigogika.cuni.cz/index.php/Envigogika/article/view/45>
- MANSO, M., CASTRO-GOMES, J. 2015. *Green wall systems: A review of their characteristics*. DOI: 10.1016/j.rser.2014.07.203. ISBN 10.1016/j.rser.2014.07.203. Dostupné na internetu: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032114006637>
- NICHOLSON, L. 2015. *Hanging Gardens of the World: The resurgence of Vertical Gardens*. 2nd ed. CreateSpace Independent Publishing Platform. ISBN 978-1517196103.
- NOVÁKOVÁ, A. 2004. *Okrasné trávy*. Praha: Grada. ISBN 80-247-0820-5.
- OLONETZKY, N. 2017. *Inspirations: Time travel through garden history*. Basel: Birkhauser. ISBN 978-3-7643-7623-9.
- PERINI, K., OTTELÉ, M., HAAS, E.M., RAITERI, R. 2012. *Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls*. DOI: 10.1007/s11252-012-0262-3. ISBN 10.1007/s11252-012-0262-3. Dostupné na internetu: <http://link.springer.com/10.1007/s11252-012-0262-3>
- PERINI, K., OTTELÉ, M., HAAS, E.M., RAITERI, R. 2011. *Greening the building envelope, facade greening and living wall systems*. DOI: 10.4236/oje.2011.11001. ISBN 10.4236/oje.2011.11001. Dostupné na internetu: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/oje.2011.11001>
- PERINI, K., ROSASCO, P. 2013. *Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems*. DOI: 10.1016/j.buildenv.2013.08.012. ISBN 10.1016/j.buildenv.2013.08.012. Dostupné na internetu: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132313002382>
- RAJI, B., TENPIERIK, M. J., VAN DEN DOBBELSTEEN, A. 2015. *The impact of greening systems on building energy performance: A literature review*. DOI: 10.1016/j.rser.2015.02.011. ISBN 10.1016/j.rser.2015.02.011. Dostupné na internetu: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032115000994>

RICE, G., ed. 2006. *Encyclopedia of Perennials: The Definitive illustrated reference guide*. London: Dorling Kindersley. ISBN 1 40530 600 9.

SHEWEKA, S., MAGDY, N. 2011. *The Living walls as an Approach for a Healthy Urban Environment*. DOI: 10.1016/j.egypro.2011.05.068. ISBN 10.1016/j.egypro.2011.05.068. Dostupné na internetu: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876610211014792>

ŠTURSA, J., NÍČOVÁ, V. 2016. *Dřeviny: opadavé i stálezelené v ilustracích Věry Níčové*. Praha: Aventinum. ISBN 978-80-7442-082-5.

TEDESCO, S., GIORDANO, R., MONTACCHINI, E. 2016. *How to Measure the Green Façade Sustainability? A Proposal of a Technical Standard*. DOI: 10.1016/j.egypro.2016.09.100. ISBN 10.1016/j.egypro.2016.09.100. Dostupné na internetu: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876610216307391>

8.2 Internetové zdroje

BLANC, P. The Vertical garden: A Scientific and Artistic approach by Patrick Blanc. In: *Vertical garden Patrick Blanc* [online]. [cit. 2018-04-02]. Dostupné na internetu: <https://www.verticalgardenpatrickblanc.com/documents>

DUCHOŇ, M. 2011. *Koeleria macrantha*. *Botany.cz* [online]. [cit. 2018-04-09]. Dostupné na internetu: <https://botany.cz/cs/koeleria-macrantha/>

HOSKOVEC, L. 2007. *Fragaria vesca*. *Botany.cz* [online]. [cit. 2018-04-09]. Dostupné na internetu: <https://botany.cz/cs/fragaria-vesca/>

KUNT, M., ČECHOVÁ, K., JAKUBCOVÁ, E., RAICH, B., NĚMEC J. 2017. Téma měsíce: Zahrady jinak Nová technologie vertikálních zelených stěn v ČR, časopis Zahradnictví. 2017 (1). 8-10.

MATOUŠ, M. 2012. Zelené stěny-vertikální zahrady v interiéru. *České stavby* [online]. České Budějovice, 2012 [cit. 2018-03-26]. Dostupné na internetu: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/zelene-steny-vertikalni-zahrady-v-interieru-21078.html>

MRÁZEK, T. 2012. *Phleum pratense*. *Botany* [online]. [cit. 2018-04-08]. Dostupné na internetu: <https://botany.cz/cs/phleum-pratense/>

WIKIPEDIA. 2001. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation [cit. 2018-04-02]. Dostupné na internetu: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Suchdol_\(Praha\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Suchdol_(Praha))