

## Monitoring vybraných taxonů rostlin pro vertikální vegetační konstrukce určené pro použití v městském prostředí

### Monitoring of selected plant taxa for vertical vegetation structures intended for use in urban environments

Kateřina Čechová, Miroslav Kunt, Oldřich Vacek, Jan Hendrych, Eva Jakubcová

#### Abstract:

The centers of large cities are increasingly facing problems that arise from the operation of the heat island. One of the starting points for improving urban overheating is to increase the proportion of greenery in streets and other urban areas. Different systems for placing plants vertically may be a suitable alternative for places where it is not possible to place greenery in a conventional manner. The real use of different types of grasses in special vertical pots was verified. This is a world novelty, which aims to ensure simple and reliable landscaping of outdoor vertical areas throughout the year. The need for outdoor vertical greenery in cities has long been talked about, but functional and reliable technology is still lacking. Cascade Garden technology can create an outdoor vertical garden with classic self-watering pots, but grasses in vertical pots are an absolute world first. The cultivation of various species of climbing evergreen plants in baskets (pots) from curry nets was tested, where the plant is pre-grown to the required density and height. The climbing plant grows a vertical curry net of various heights anchored to a basket in the ground. Furthermore, it will be possible to pick it up from the ground by car with a "hand", transport it and plant it already in a new, prepared place with immediate effect. There will be almost no need to worry about such a hedge. It's an easy way to create a dense, green and impenetrable hedge in one day. It can be used around roads, sidewalks, playgrounds, driveways to houses, etc. This is a novelty in the Czech Republic. Representatives of cities are also increasingly demanding the creation of a simple plant-driven structure where roads, sidewalks, playgrounds, etc. need to be separated.

#### Keywords:

heat island, self-watering pots, vertical vegetation structures

ČECHOVÁ, Kateřina, KUNT, Miroslav, VACEK, Oldřich, HENDRYCH, Jan, JAKUBCOVÁ, Eva (2021). Monitoring vybraných taxonů rostlin pro vertikální vegetační konstrukce určené pro použití v městském prostředí. In: KUGL, Jiří, ed. *Člověk, stavba a územní plánování 15*. ČVUT v Praze, Fakulta stavební. pp. 80–107. ISBN 978-80-01-07049-9. ISSN 2336-7687.

Článek je licencován pod licencí Creative Commons BY-NC-ND 4.0 (Uvedte autora-Neužívejte komerčně-Nezpracovávejte 4.0 Mezinárodní). Licenční podmínky: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.cs>

## 1 Úvod

Účelem výzkumu je ověření reálného použití různých druhů travin ve speciálních svislých květináčích. Jedná se o světovou novinku, která má zajistit jednoduché a spolehlivé ozelenění venkovních svislých ploch po celý rok. Dlouhodobě se mluví o potřebě venkovní vertikální zeleně ve městech, ale stále chybí funkční a spolehlivá technologie. Technologie Kaskádové zahrady umí vytvořit venkovní vertikální zahradu s klasickými samozavlažovacími květináči, ale traviny ve svislých květináčích jsou pravděpodobně absolutní světovou novinkou.

Dále bude vyzkoušeno pěstování popínavých stálezelených rostlin v koších (květináčích) z kari sítí, kde je rostlina předpěstována do potřebné hustoty a výšky. Popínavá rostlina obrostle svislou kari síť různé výšky ukotvenou do koše v zemi. Dále ji bude možno autem s „rukou“ vyzvednout ze země, převézt a zasadit rovnou již vzrostlou na nové, připravené místo s okamžitým efektem. O takovýto živý plot se nebude nutně téměř vůbec starat. Je to jednoduchý způsob, jak vytvořit během jednoho dne hustý, zelený a neprostupný živý plot. Použití najde jak kolem silnic, chodníků, oddělení dětských hřišť, příjezdové cesty k domům atd. Jedná se o novinku v České republice.

Zástupci měst si také stále častěji žádají vytvoření jednoduché konstrukce popnuté rostlinami tam, kde je třeba oddělit silnice, chodníky, dětská hřiště apod. Vytvoření a vyzkoušení těchto konstrukcí založených na principu závěsných lanek popnutých vegetací včetně výběru vhodných popínavých rostlin pro městské prostředí je další částí výzkumu.

## 2 Rešerše literárních pramenů

### 2.1 Tepelný ostrov města

Tepelný ostrov je nejcitelnější v centrech velkých měst, kde zástavba budov dosahuje vyšších teplot nežli okolní krajina. Používání umělých povrchů na budovy a komunikace mají jeden z nejzásadnějších vlivů na oteplování měst. S použitím umělých povrchů se následně pojí faktor propustnosti pro vodu a její následný výpar, který je ovlivněn strukturou materiálu. S propustností je svázán nedostatek vegetace, který trápí většinu velkých měst. Protože vegetace má schopnost zlepšení mikroklimatu ve svém okolí, je důležitým faktorem při oteplování měst (Pérez-Urrestarazu et al., 2015; Čechová & Kozáková, 2018).

### 2.2 Funkce zeleně v sídlech

Ve městském prostředí plní zeď nezastupitelnou funkci, ač je jí zde nedostatek. Zeď ve městech plní především funkci mikroklimaticko-hygienickou, obytnou a rekreační, estetickou nebo kulturní a v neposlední řadě funkci ekologickou (Mareček, 1992).

Z mikroklimaticko-hygienického hlediska je esenciální především schopnost zeleně ovlivnit teplotu ve svém okolí. Rozdíl teplot mezi zelení a zástavbou může být až o 10–12 % (Lunc, 1952). Technické povrchy teplo z velké části pohlcují a následně jsou schopny ho sálat zpět do okolí, kdežto povrch zeleně je schopen slunečního záření odrazit. Konkrétně jsou rostlinné povrchy schopny zadržet pouze 67–75 % slunečního záření, což je neúměrné v porovnání s technickými prvky, které zadržují a následně vyzařují 86–92 % radiace (Mareček et al., 1975). Zeď tedy můžeme zařadit mezi důležité chladicí prvky ve městském prostředí, přičemž v částech města bez zeleně se zvyšuje efekt tepleného ostrova (Mareček, 1992).

Konkrétně vertikální zeď na konstrukci funguje jako ideální termoizolační prvek při instalaci na stěnu budovy. V letních měsících funguje vrstva zeleně jako izolant a snižuje se tedy nároky na chlazení budov pomocí klimatizace. Jak bylo uvedeno výše, zeď je

schopna odrazit větší množství slunečního záření než technický povrch budovy. Stěna se tedy tolik nezahřívá a nedochází k oteplení budovy. Naopak v zimě se projevuje termoizolační benefit zeleně především jako další vrstva izolace, která snižuje tepelné ztráty budov. Tento efekt je nejmarkantnější především u hůře izolovaných objektů, kde mohou být tepelné ztráty redukovány až o 30 % (Timur & Karaca, 2013).

Umístování zeleně ve městech je důležité i kvůli zvyšování vzdušné vlhkosti prostředí. Zeleň, nejen že odpařuje vodu, která dopadne na její listovou plochu, ale je také důležitá pro její schopnost transpirace. Množství odpařené vody je úměrné velikosti listové plochy, ale závisí i na umístění listů vzhledem ke slunci (Mareček, 1992). V porovnání s povrchem holé půdy nebo technickou zástavbou jsou rostliny schopné zvýšit vzdušnou vlhkost svého okolí až 20x (Lunc, 1952). Nasycení půdního profilu, teplota i proudění vzduchu však ovlivňují množství odpařené vody. Dalšími důležitými faktory jsou druh i velikost rostliny, její stáří nebo umístění vzhledem k ostatním (Mareček et al., 1975).

Zeleň je svou hmotou schopna regulovat proudění vzduchu v určitém směru (Lunc, 1952). Hustě zapojené jehličnany jsou schopné vytvořit clonu, kde na závětrné části vznikne úplné bezvětří. Polopropustných pásů dřevin je využíváno pro snížení rychlosti větru, přičemž mohou regulovat proudění vzduchu až o 70 % (Mareček et al., 1975). Vegetace významně ovlivňuje i vertikální proudění vzduchu, kdy rostliny ve svém okolí vytvářejí chladnější vzduch, který klesá k zemi a vytlačuje teplý vzduch. V noci toto proudění probíhá v opačném směru (Mareček et al., 1975).

Zeleň významně ovlivňuje i prašnost a znečištění ovzduší ve svém okolí. Dle Lunc (1952) zadržuje člověk ve svých dýchacích cestách 13 až 48 % příměsí vzduchu. Díky vegetaci jsou drobné partikule filtrovány přes listy. Nejlépe jsou pro tyto účely hodnoceny travnaté plochy, dále pak rostliny s drobnými chlupatými a vodorovně uspořádanými listy. Pasivně zeleň působí na prašnost ovzduší díky propadání jednotlivých částic vzduchu, které se zarazí o listovou plochu (Mareček et al., 1975). Ve vnitřním prostoru je jeden čtvereční metr vegetační stěny schopen přefiltrovat až 100 m<sup>2</sup> vzduchu. Ze širšího hlediska je tedy možné uvést, že pěstování padesáti stromů v jedné ulici je srovnatelné s umístěním zelené stěny adekvátních rozměrů na každý z padesáti domů v identické ulici (Timur & Karaca, 2013).

Kromě prachu je vegetace schopna regulovat i výskyt dalších škodlivin v ovzduší. Tyto se usazují na povrchu listů a následně jsou smývány díky deštovým srážkám a zasáknuty do půdy. Některé škodliviny v plynné formě jsou rostliny schopny hromadit ve svých vakuolách i mezibuněčných prostorách nebo je transportovat do půdy (Mareček, 1992). Díky výše zmíněnému vertikálnímu proudění jsou rostliny pasivně schopny škodlivé částice vytlačit s teplým vzduchem do vrchních vrstev atmosféry (Lunc, 1952). Mikroorganismy, které ulpí na povrchu listů, jsou následně zlikvidovány UV zářením. Některé druhy rostlin produkují silice a pryskyřice, které mohou brzdit vývoj škodlivých mikroorganismů (Mareček, 1992). Co se týče pokusů v interiérových prostorách, bylo v prostorech s rostlinami naměřeno o 50–60 % méně mikroorganismů a bakterií než v místnostech bez zeleně (Timur & Karaca, 2013). V neposlední řadě přináší zeleň svému okolí benefit v podobě produkce kyslíku. Dle Mareček et al. (1975) jsou pro tento účel nejvhodnější nízké plochy zeleně s velkou listovou plochou.

Dalším benefitem zeleně ve městském prostředí je, že je schopna regulovat hlučnost. Přílišný hluk působí negativně na zdraví člověka, protože dráždí nervovou soustavu, namáhá sluch a ruší spánek (Lunc, 1952). Technické protihlukové bariéry mají sice okamžitý efekt, avšak jsou neestetické, často nákladné a hluk pouze odklání. Zeleň je naproti tomu schopna zvuk eliminovat úplně. Nejvhodnější jsou pro tento účel rostliny s drobnými chlupatými listy (Mareček, 1992).

Dle Hurych et al. (1984) působí zeleň na člověka uklidňujícím a regeneračním dojmem. Zelená barva působí na člověka pozitivně a optimisticky, pro lidské oko způsobuje dokonce nejmenší námahu (Mareček et al., 1975). Pobyt v zeleni je vhodný pro snížení negativních vlivů z psychického vyčerpání, stresu a známek agresivity (Harting & Cooper, 2006).

Zeleň ve městě působí jako důležitý kompoziční prvek. Již od pradávna byly významné stavby doplňovány zelení, která je při správném umístění měla schopnost zvýraznit. Naproti tomu neestetické objekty je možné díky zeleni zakrýt či upozadit (Hurych et al., 1984). Vhodně zvolená vegetace ve městském prostředí zlepšuje sociální, ekonomické i vizuální vjemy ve svém okolí. Bylo prokázáno, že při umístění zelené stěny na budovu stoupne hodnota majetku o 6–15 %. Zelené stěny fungují ve městě díky své jedinečnosti jako snadno zapamatovatelné orientační body (Timur & Karaca, 2013).

## 2.3 Vertikální zelené systémy

Do vertikálních zelených systémů je zahrnuta zeleň, která plošně pokrývá objekt ve svislém směru. Dělíme je na dvě hlavní skupiny. Do kategorie zelených fasád jsou zařazeny rostliny, které mají spojený kořen se zemí. Vertikální zahrady neboli zelené stěny zahrnují pěstební systémy, kde rostliny pokrývají stěnu bez nutnosti napojení na terén (Pérez-Urrestarazu et al., 2015). Zelené fasády mají nízké pořizovací náklady, jsou nezávislé na vnějších zdrojích, jsou nenáročné na péči i plochu na terénu, a dokonce mají vysoký přínos pro energetickou bilanci budovy. Naopak je v tomto případě pomalý nástup efektu, omezená tvářnost a rostliny jsou limitovány svou maximální výškou. U vertikálních zahrad jsou násobně vyšší pořizovací náklady a následně je systém závislý na energetických vstupech, což nedělá z vertikálních zahrad přínosný prvek energeticky úsporné architektury. Naproti tomu má systém téměř okamžitý estetický efekt s možností tvorby kompozic a s teoreticky neomezenou výškou využití (Burian, 2019).

### 2.3.1 Zelené fasády

Z hlediska historie jsou zelené fasády starším systémem. Nejčastější rostlinou pro ozelenění je v tomto případě pnoucí rostlina. Ale je možné do této kategorie zařadit i ovocné palmety a další rostliny řezem upravované, do vertikální podoby (Ottel et al., 2010). Využití samopnoucích dřevin je nejvyužívanějším systémem současné doby. Tyto dřeviny nepotřebují k popnutí fasády další oporu. (Pérez-Urrestarazu et al., 2015). Přichycení se k fasádě rostliny realizují pomocí adventivních kořínků nebo adhezivních terčů (Burian, 2011).

Ostatní popínavé rostliny vyžadují k popnutí stěny vhodnou oporu. Dle druhu rostliny je možné volit mezi trelážemi, ocelovými lanky, sítěmi, lany nebo mřížemi a sloupy. Pnoucí rostliny využívají různých mechanismů přichycení o oporu. Jedná se o ovíjení celých rostlin, přichycení pomocí úponků, vzpěrnost stonků popínavých rostlin díky kolcům a trnům nebo kombinace vícero mechanismů (Burian, 2011).

Mezi popínavé rostliny můžeme zařadit všechny rostliny, jež propojuje společná strategie boje o světlo. Jejich životní strategií je vytváření dostatečně dlouhých výhonů, které však nejsou schopné samy udržet svůj tvar, potřebují tedy pro svůj růst oporu. Díky své schopnosti pnutí můžeme pnoucí dřeviny zařadit mezi nejplastičtější vůbec, protože jsou díky své životní strategii schopné přijmout tvar podkladu. Jejich výrazným benefitem je, že jsou schopny vytvořit rozměrnou nadzemní hmotu ze značně omezeného kořenového systému (Burian, 2011).

Při volbě konstrukce pro popínavé rostliny je primárním faktorem její únosnost. Dimenzování budoucí zátěže rostlinou není jednoduché. Poddimenzovaná konstrukce může být provozně nebezpečná a předimenzovaná opora na druhou stranu může být zbytečně drahá. Nejen váha rostliny musí být brána v úvahu, do součtu vstupují i další faktory jako srážky, námraza nebo vítr. Starší větve bujnějších rostlin v pozdějších

letech přebírají část hmotnosti celé konstrukce. V některých případech a u některých mohutnějších rostlin můžeme pozorovat v pozdější době určitou samonosnost, kdy dřevnaté větve jsou schopné nést váhu rostliny i když opora zanikne. V tomto případě se jedná především o úponkaté a kořenující druhy (Burian, 2011).

Lankové konstrukce můžeme rozdělit dle lokace na interiérové na budovách, mimo budovy a exteriérové. Hlavní rozdělení je však dle struktury, a to na lineární, plošné a prostorové struktury. Důležitá je také volba kotvení, které je obvykle realizováno do obvodového pláště budovy. Lanka bývají používána nejčastěji v podobě sítě, která přesně vymezuje prostor pro růst rostlin. Další variantou je potom instalace svislých lanek (Louda, 2011).

Konstrukce z kari sítí se podobají svou strukturou sítím z ocelových lanek, jsou však pevné a nepotřebují vypnutí k opoře. V zahradnické i zahrádkářské praxi jsou kari sítě i roxory často využívaným prvkem podpory pro rostliny. Podobné opory jsou častým prodejním artiklem v zahradnických sekcích hobby marketů.

V University of Greenwich jsou obdobné dřevěné mříže testované jako mobilní stínící prvek. Pro tyto účely zde pěstují vícero kulturů břečťanu (pers. comm. Kotzen, 2017).

### 2.3.2 Vertikální zahrady

Vertikální zelené stěny všeobecně zahrnují rostliny rostoucí v určitém pěstebním médiu ve vertikální poloze. Mohou být připevněné na stěnu nebo samostatně stojící. Dle umístění stěny se dále dělí na interiérové i exteriérové. Druhy zahrad je možné rozčlenit dle druhu média, v němž jsou rostliny pěstovány.

Hydroponického principu pěstování rostlin v nasákové plsti zavlažované vodou s živným roztokem využívá vertikální zahrada „Mur végétal“ navržená Patrickem Blancem (Čermáková & Mužíková, 2009). Kapsový systém vychází z hydroponického s tím rozdílem, že do kapes v plsti je umístěn pěstební substrát, do kterého je následně vysazena rostlina (Sweet & Morrison, 2011). Kazetové systémy mohou být na substrátovém i hydroponickém principu. Jsou zde využity drátěné moduly, které jsou vyplněny pěstebním médiem, v kterém jsou pěstovány rostliny (Pejchal, 2011). Substrátových pěstebních desek je nejčastěji využíváno při realizaci zelených střech, avšak mohou být použity i při konstrukci vertikálních zahrad. Nejčastěji jsou vyrobené z modifikovaných pěnových hmot, minerální plsti nebo kokosových vláken (Pejchal, 2011). Pěstební nádoby substrátových systémů mohou být buď ve formě jednotlivých pěstebních nádob nebo žlabů, kde rostliny sdílejí prostor pro kořeny. Substrát je používán nejčastěji odlehčený, podobného složení jako pro střešní zahrady. Zálivka je v těchto vertikálních zahradách řešena gravitačně nebo kapkovou závlahou (Sweet & Morrison, 2011).

### 2.4 Stresové faktory rostlin

U vertikálních zahrad patří mezi jedno z největších rizik narušení vodního režimu rostlin, které bezprostředně ohrožuje rostliny. Snadno může nastat porucha závlahového systému, což může způsobit nedostatek nebo naopak nadbytek vody a případně i živin (Pejchal, 2011). Substrátový model má mnohem lepší retenční schopnost pro vodu a živiny než varianty hydroponických systémů (Skarżyński et al., 2014).

Rostliny pěstované na stěnách budov mohou být vystaveny nadbytku nebo naopak nedostatku slunečního záření (Čermáková & Mužíková, 2009). Abiotický stres způsobený světelnými podmínkami může inhibovat fotosyntézu a způsobit snížení integrity buněčných membrán, může ovlivnit vývoj jedince, kvetení, opylení nebo transpiraci (Ashraf et al., 2005).

Především u rostlin ve vertikálních zahradách je velkým problémem poškození rostlin mrazem. Újma se projevuje buněčnou dehydratací, která nastane na základě tvorby ledu z buněčné vody. Následky mrazového poškození bývají mnohem destruktivnější

v oblastech mírného klimatu než v polárních oblastech, kde jsou rostliny na mraz lépe adaptované. I působení vysokých teplot může být pro rostlinu destruktivní, především pak v případě, že je jim jedinec vystaven náhle. Pokud vysoké teploty nastupují postupně, způsobí rostlině pouze dočasné zastavení růstu a snížení metabolických pochodů (Ashraf et al., 2005).

Riziko působení větru je u vertikálních zahrad i zelených fasád mnohonásobně vyšší než u konvenčně pěstovaných rostlin. U vertikálních zahrad jsou v ohrožení především keře a větší byliny, neboť hrozí jejich vytržení ze substrátu a pád. Kořeny všech rostlin jsou ohroženy větrnou erozí působící na lehké částičky substrátu (Cao et al., 2013). Dle Blanc (2012) je vhodné do větrných expozic volit nižší rostliny polštářovitého vzrůstu a rostliny bez křehkých částí.

U rostlin pěstovaných v městském prostředí je nezbytné dbát na jejich toleranci k zasolení. U vertikálních zahrad je vhodné vysazovat tolerantní rostliny do spodních partií stěny. U pnoucích rostlin musíme hledat vhodné druhy pro výsadbu poblíž silnic. Většina rostlin je však řazena mezi glykofyty, které nesnesou vyšší koncentrace solí, ale mohou se růstovými strategiemi adaptovat na přiměřeně slanější prostředí. Halofyty naproti tomu dokáží přežít ve slaném prostředí, ale za cenu vysoce energeticky náročného procesu ukládání solí do vakuol buněk (Hasegawa et al., 2000).

Stresovým faktorem je i nedostatečný nebo omezený prostor pro rozvinutí kořenového systému, především pak u systému s nepropojenými pěstebními nádobami (Pejchal, 2011). Pro správný vývoj kořenů a dobrou distribuci živin i vody jsou v případě vertikálních zahrad vhodnější substráty s řídkými vlákny před substráty s vysokou hustotou vláken (Jørgensen et al., 2014).

## 3 Monitoring optimální druhové skladby různých druhů travin pro pěstování ve vertikálních vegetačních stěnách

### 3.1 Použitá technologie

Pokusné zelené stěny byly umístěny v areálu České zemědělské univerzity v Praze na Suchdole. Zeměpisné souřadnice: 50°07'52.1"N 14°22'43.3"E. Lokalita leží v nadmořské výšce 274 m. n. m.

Průměrný roční úhrn srážek v oblasti se pohybuje v rozmezí 500–550 mm a průměrná roční teplota mezi 9–10 °C (ČHMU, 2010).

V areálu byly instalovány 4 ks samostatně stojících vertikálních zahrad, přičemž každá měla dvojitou orientaci – severo-jihní nebo východo-západní. Jednotlivé stěny jsou 4 m dlouhé a 2 m široké. Z technologického hlediska jsou stěny napojeny pouze na vodu. Zavlažování funguje na principu samozavlažovacích truhlíků a voda je dle potřeby napouštěna přepadem do zavlažovacích koryt.

Oseté pěstební nádoby byly instalovány ve na počátku června 2021. Pěstování travin ve svislých květináčích je světová novinka a žádná jiná společnost toto nenabízí. Zelená fasáda pouze z travin je světový unikát. Rostliny byly zasety do inovativních pěstebních nádob přímo určených pro výsev travních směsí. Jedná se o jedinečný box naplněný substrátem, zajištěný sítí, která brání vysypání substrátu při umístění do svislé polohy.





obr. 1 – konstrukce vertikálních zahrad (foto Miroslav Kunt)

### 3.2 Rostlinný materiál



obr. 2 – péstební koše po osetí travních směsí (foto Miroslav Kunt)

Pro monitoring bylo použito 7 různých směsí. Směsi pro výsev byly voleny od firmy Planta Naturalis, Agri Servis a Klas Nekoř. Přičemž každá směs byla instalována na stěny o všech světových orientacích. Výsledky tedy budou uváděny pro sever, jih, východ a západ. Použité směsi:

- Hřišťový speciál (Agri Servis)
- Koptretinová louka (Planta Naturalis)
- Chalupářská louka (Planta Naturalis)
- Psineček tenký (Klas Nekoř)
- Zahradní loučka (Planta Naturalis)
- Kostřava červená (Klas Nekoř)
- Louka starých časů (Planta Naturalis)

### 3.3 Monitoring zelených stěn

Zelené stěny byly monitorovány v pravidelných intervalech jednoho týdne v období od výsadby v červnu 2021 do září 2021. Pozorování bude pokračovat v pravidelných intervalech i nadále. Monitoring zahrnovala podrobná fotodokumentace, která slouží jako podkladový materiál pro vyhodnocení prospívání jednotlivých směsí.

### 3.4 Vyhodnocení monitoringu zelených stěn

Rostliny ve výsadbových nádobách vyrůstaly převážně z vrchní části boxů, ale postupně byly schopné svou plochou nádobu zakrýt. Západní stěna vykazovala ve všech aspektech zpoždění o jeden až dva týdny u všech monitorovaných směsí. U severně orientované pokusné stěny byl výskyt květů spíše sporadický v porovnání s ostatními stěnami. Naopak zde bylo pozorováno rychlejší zapojení rostlin do celistvé plochy.

#### 3.4.1 Hřišťový speciál

Směs vyrašila nejčasněji. Rostliny po celou dobu monitoringu vyrůstaly ve vrchní části výsadbové nádoby, ale díky svému habitu jí rychle zakryly. Nejlepšího efektu svěže zelené zapojené plochy dosáhla směs v polovině července. Nejlepší vizuální efekt travinové směsi byl v tomto případě na severní orientaci.

Na konci července se již objevovaly prosychající listy, které se za další měsíc dostaly do stádia, kdy jejich poměr převažoval nad zelenými listy. Postupně se tedy snižoval estetický efekt směsi.

#### 3.4.2 Koptretinová louka

Společně s chalupářskou loukou se jednalo o luční směsi s nejrychlejším nástupem vegetace. Ve výsevu směsi je vyšší množství jetelovin, což zapříčinilo rychlý nárůst a zapojení stěny. Již v polovině července působily stěny zapojené, avšak k úplnému zakrytí výsadbových nádob došlo až o týden později. Do konce července byl ve směsi pozorovatelný vyvážený poměr travin a bylin (především jetelovin). Na přelomu července již výrazně dominovaly jeteloviny.

Na přelomu července a srpna již vykvétají první květy silenky nadmuté. Její květy mají ve stěně poměrně dlouhou životnost a později mají zdobný charakter i plody. Jetel inkarnát začíná nakvétat nejprve na východní stěně v první polovině července. V druhé polovině července již můžeme jeho květy pozorovat i u ostatních vertikálních zahrad.

V první polovině července se již na listech některých jetelů začínají objevovat první známky napadení padlím. Padlí bylo zaznamenáno po zbylou dobu monitoringu pouze na jeteli lučním a inkarnátu.

#### 3.4.3 Chalupářská louka

Společně s koptretinovou loukou se jednalo o luční směsi s nejrychlejším nástupem vegetace. Od počátku ve směsi dominovaly široké listy jílku vytrvalého, které převaly přes nádobu. Již na začátku července působila směs díky mohutnějším rostlinám zapojeným dojmem, při bližším pohledu však ještě bylo možné zahlédnout výsadbové nádoby. Vzhledem k faktu, že ve směsi byly zastoupeny vyšší rostliny, tak od konce července začíná porost působit nepěkným neuspořádaným dojmem. Toto je způsobeno převážně přítomností jílku vytrvalého, kookolu polního a vikve seté.

Proskurník lékařský dominoval ve směsi již od poloviny července díky svým výrazným listům. Od počátku srpna měl zdobné květy a později dominoval díky výrazným plodům. Na přelomu července a srpna již vykvétají první květy silenky nadmuté. Její květy mají ve stěně poměrně dlouhou životnost a později mají zdobný charakter i plody. Stejně se silenkou vykvétají první květy chrpy modré, která stěnu zdobila v příštích dvou týdnech. První květy kookolu polního byly zaznamenány taktéž na konci července a postupně se objevovaly po celou dobu monitoringu. V kombinaci s dalšími vysokými rostlinami ve směsi působí kookol neuspořádaným dojmem. Na konci července se květy

objevily i u vikve seté, která taktéž svým habitem podporuje neuspořádanost směsi. Jílek vytrvalý byl dominantní travinou ve směsi již od počátku rašení díky svým širokým listům. V době květu však díky své výšce způsoboval, že stěna působila příliš neuspořádaným až zapleveleným dojmem.

#### 3.4.4 Psineček tenký

Traviny rašily pomaleji, než tomu bylo u hřišťového speciálu. Rostlinky byly zpočátku menší a méně husté. Psineček nejprve rašil v horní části boxu, ale postupně klíčil i po bocích, místně i v ploše pěstební nádoby. Listy travin nejprve převisaly dolů, ale postupně některé listy rostly i vzpřímeně, což mělo za efekt rychlejší zakrytí pěstební nádoby. V druhé polovině července byl porost kompaktní, ale stále kompletně nezakrýval boxy, k čemuž došlo až na konci července.

Traviny vytvářely nadále pěkný, kompaktní, svěže zelený porost. K výraznějšímu zasychání spodních listů začalo docházet až v druhé polovině srpna, estetický efekt tedy vydržel déle než u hřišťového speciálu.

#### 3.4.5 Zahradní loučka

Nástup klíčení směsi byl o poznání pomalejší než u kopretinové a chalupářské louky. V průběhu července byl porost řidší než u výše jmenovaných směsí.

Na přelomu července a srpna se začaly objevovat první květy silenky nadmuté. Její květy mají ve stěně poměrně dlouhou životnost a později mají zdobný charakter i tobolky. Společně se silenkou se začínají objevovat i květy kokošky pastuší tobolky, která však nebyla uvedena ve složení směsi. Na začátku srpna se ke kvetoucím druhům připojuje štírovník růžkatý. V polovině srpna se květ objevuje i u šťovíku kyselého. Na konci července je možné zaznamenat sporadicky se vyskytující květy u řebříčku bertrámu.

#### 3.4.6 Kostřava červená

Rychlost rašení byla podobná jako u psinečku tenkého, rostliny byly taktéž zpočátku menší a méně husté. Traviny po celou dobu monitoringu vyrůstaly ve vrchní části výsadbové nádoby, kterou byly schopné zakrýt až v polovině srpna, a to pouze po severní a východní orientaci. U jižní a západní stěny ke kompletnímu zakrytí boxů vůbec nedošlo. V druhé polovině července bylo možné pozorovat zasychání spodních listů travin, avšak ne tak markantní jako u hřišťového speciálu.

Listy travin byly velmi jemného charakteru a tmavší zelené barvy než u psinečku tenkého, vyrůstaly převisle a po zapojení vytvářely zajímavou jemnou kaskádu.

#### 3.4.7 Louka starých časů

Nástup klíčení směsi byl o poznání pomalejší než u kopretinové a chalupářské louky. V průběhu července byl porost řidší než u výše jmenovaných směsí.

Na přelomu července a srpna se začaly objevovat první květy silenky nadmuté. Její květy mají ve stěně poměrně dlouhou životnost a později mají zdobný charakter i tobolky. Společně se silenkou se začínají objevovat i květy chrpy modré. Na začátku srpna je efekt kvetení obohacen o silenku dvoudomou, jejíž květy však měly ve stěně životnost pouze dvou týdnů, poté zdobily plochu její tobolky. Pouze na východní stěně byla na začátku srpna zaznamenána i silenka široolistá. V polovině srpna se objevují první květy koukolu polního, který poměrně výrazně kvete po zbytek monitoringu. Na rozdíl od chalupářské louky zde nepůsobí dojmem příliš vysoké, nevhodné rostliny.

### 3.5 Návrh optimální druhové skladby doporučených druhů travin pro pěstování ve vegetačních stěnách

Jako nejvhodnější se na začátku monitoringu jeví čistě travinné směsi Hřišťový speciál, psineček tenký a kostřava červená, díky jejich jednotné struktuře a líbivém habitu. Později se však u všech druhů postupně objevil problém s prosycháním spodních listů, který vizuálně nabourával kompozici.

Luční směsi Kopretinová a Chalupářská louka měly sice rychlejší nárůst tedy i nástup kompozice, avšak později vykazovaly vzhledové problémy, které narušovaly estetiku stěny. U Kopretinové louky se jednalo o problém s padlím na listech jetelů, který však pro laického pozorovatele nemusí znamenat snížení estetické hodnoty. Kopretinovou louku tedy lze doporučit pro další pěstování. Chalupářská louka obsahovala velké množství vysokých a rozložitých rostlin, jejichž kombinace působila neuspořádaně. Chalupářská louka tedy nepřinesla kýžený estetický dojem a nelze jí doporučit pro pěstování v zelených stěnách. Její pěstování by mohlo být realizovatelné pouze za předpokladu vyřazení nevhodných druhů ze směsi.

Luční směsi Zahradní loučka a Louka starých časů se včlenily do kompozice jako poslední ze sledovaných druhů, avšak po jejich zapojení vykazovaly dobrou estetickou hodnotu. Obsažené druhy byly nižšího vzrůstu a vzájemně se v kompozici doplňovaly. Tyto směsi lze doporučit pro další pěstování.

Bude nutné delší časové období pro monitoring, především pak v zimě, aby byly ověřeny všechny doposud pozorované aspekty.

Celkově budou luční a travinné směsi vhodné jen pro určité instalace. Jejich divočejší ráz může působit neuspořádaně, avšak při správném použití mohou esteticky doplnit nebo vyzdvihnout jejich stanoviště.



obr. 3 – jih 22.6.2021 (foto Kateřina Čechová)





obr. 4 – jih 20.7.2021 (foto Kateřina Čechová)



obr. 5 – jih 1.9.2021 (foto Kateřina Čechová)

## 4 Monitoring optimální druhové skladby různých druhů stálezelených rostlin pro pěstování na kari sítích

### 4.1 Použitá technologie

Pokusné kari sítě byly umístěny v areálu České zemědělské univerzity v Praze na Suchdole. Zeměpisné souřadnice: 50°07'40.9"N 14°22'19.6"E. Lokalita leží v nadmořské výšce 281 – 284 m. n. m. Informace o podnebí a klimatické oblasti viz kapitola 3.1 Použitá technologie.



obr. 6 – Konstrukce kari sítí (foto Miroslav Kunt)



Konstrukce z kari sítí byly vytvořeny tak, že nejprve došlo v dílně k vyrobení vlastní konstrukce, které spočívalo ve svaření podzemní klece o velikosti 40 cm (hloubka) x 20 cm (šířka) x 200 cm (délka) a následně k přivaření této klece na nadzemní kari síť o výšce 150 cm a šířce 200 cm. Takovíto 50 klecí bylo osazeno na stanoviště jedna vedle druhé a do podzemní klece byly vysazeny rostliny, které se následně pnou po nadzemní části konstrukce. Je nutné navádění rostlin na kari síť a také pletí v okolí rostlin. Konstrukce byla umístěna cca 60 cm od lankové konstrukce pro další část pokusu a prostor mezi nimi, kde rostl trávník, byl pravidelně sekán.

#### 4.1.1 Rostlinný materiál

- Hedera helix
- Hedera helix 'Eva'
- Hedera helix + Hedera helix 'Goldheart'
- Lonicera henryi
- Lonicera japonica 'Aureoreticulata'
- Euonymus fortunei 'Dart's Blanket'
- Euonymus fortunei 'Emerald' n Gold'
- Euonymus fortunei 'Emerald Gaiety'
- Euonymus fortunei 'Dart's Blanket' + Euonymus fortunei 'Emerald' n Gold'
- Euonymus fortunei 'Dart's Blanket' + Euonymus fortunei 'Emeral Gaiety'
- Euonymus fortunei 'Emerald' n Gold' + Euonymus fortunei 'Emeral Gaiety'
- Lonicera pileata
- Vinca major 'Variegata'
- Cotoneaster dammeri
- Euonymus fortunei 'Emerald' n Gold' + Euonymus fortunei 'Emerald Gaiety'
- Hedera helix 'Hibernica'
- Hedera helix 'Kolibri Mint'
- Hedera helix 'Golden Kolibri'
- Hedera helix + Hedera helix 'Hibernica'
- Hedera helix + Hedera helix 'Kolibri Mint'
- Hedera helix + Hedera helix 'Golden Kolibri'
- Lonicera japonica 'Purpurea'
- Lonicera henryi

#### 4.2 Monitoring kari sítí

Stálezelené rostliny na kari sítích byly pravidelně monitorovány v rozmezí jednoho až dvou týdnů a byla pořizována podrobná fotodokumentace. U každého druhu bylo zaznamenáno rozmezí výšky, kterého rostliny dosahovaly. Dále byla zaznamenána procentuální hustota rostlin. Výrazné znaky nebyly u rostlin zaznamenány.

#### 4.3 Vyhodnocení monitoringu kari sítí

Rostliny byly dle monitoringu rychlosti růstu rozděleny do čtyř kategorií:

- Velmi pomalu rostoucí – rostliny neměly téměř žádné nebo jen minimální přírůstky.
- Pomalu rostoucí – přírůstky rostlin byly maximálně 50 cm.
- Středně rychle rostoucí – rostliny za sledované období měly průměrně metr dlouhé přírůstky.
- Rychle rostoucí rostliny – některé rostliny již v polovině měření dosáhly maximální výšky konstrukce – tedy 1,5 m. Všechny rostliny v kategorii rychle rostoucí dosáhly za dobu monitoringu úplně nebo téměř výšky konstrukce.

Rostliny, které byly zařazeny do kategorie velmi pomalu a pomalu rostoucí, patří mezi pomalu kořenící rostliny. Lze očekávat jejich větší nárůst po správném zakořenění na stanovišti na jaře příštího roku.

| rostlina   | výška (cm) |         |         |         |         |         |         | rychlost růstu |
|--|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|
|  | 30.6.      | 14.7.   | 27.7.   | 3.8.    | 17.8.   | 27.8.   | 8.9.    |                |
| Hedera helix   | 10-15      | 10-25   | 10-25   | 10-40   | 15-60   | 15-60   | 15-60   | pomalu         |
| Hedera helix 'Eva'   | 10-15      | 10-25   | 10-25   | 10-40   | 15-60   | 15-60   | 15-60   | pomalu         |
| Hedera helix + Hedera helix 'Goldheart'                                  | 10-15      | 10-25   | 10-25   | 10-40   | 15-50   | 15-50   | 15-50   | pomalu         |
| Lonicera henryi  | 60-70      | 60-80   | 70-90   | 80-95   | 80-100  | 90-110  | 90-110  | středně rychle |
| Lonicera japonica 'Aureoreticulata'                                      | 60-90      | 70-110  | 90-120  | 100-130 | 120-150 | 140-150 | 140-150 | rychle         |
| Euonymus fortunei 'Dart's Blanket'                                       | 10-15      | 15-25   | 15-25   | 15-35   | 20-35   | 20-35   | 20-35   | velmi pomalu   |
| Euonymus fortunei 'Emerald' n Gold'                                      | 10-20      | 15-25   | 15-25   | 15-35   | 15-35   | 15-35   | 15-35   | velmi pomalu   |
| Euonymus fortunei 'Emerald Gaiety'                                       | 10-20      | 15-30   | 15-30   | 15-35   | 15-35   | 15-35   | 15-35   | velmi pomalu   |
| Euonymus fortunei 'Dart's Blanket' + Euonymus fortunei 'Emerald' n Gold' | 15-25      | 15-25   | 15-25   | 15-35   | 15-35   | 15-35   | 15-35   | velmi pomalu   |
| Euonymus fortunei 'Dart's Blanket' + Euonymus fortunei 'Emeral Gaiety'   | 15-25      | 15-25   | 15-25   | 15-35   | 15-35   | 15-35   | 15-35   | velmi pomalu   |
| Euonymus fortunei 'Emerald' n Gold' + Euonymus fortunei 'Emeral Gaiety'  | 10-20      | 10-25   | 10-25   | 15-35   | 15-35   | 20-45   | 20-45   | velmi pomalu   |
| Lonicera pileata   | 15-30      | 20-40   | 20-40   | 20-40   | 20-40   | 20-60   | 20-60   | pomalu         |
| Vinca major 'Variegata'  | 20-30      | 20-35   | 20-35   | 20-45   | 20-60   | 20-80   | 20-100  | středně rychle |
| Cotoneaster dammeri  | 15-50      | 15-50   | 15-50   | 15-50   | 15-50   | 15-50   | 15-50   | velmi pomalu   |
| Euonymus fortunei 'Emerald' n Gold' + Euonymus fortunei 'Emerald Gaiety' | 10-15      | 10-20   | 10-20   | 10-30   | 10-30   | 10-30   | 10-30   | velmi pomalu   |
| Hedera helix 'Hibernica'   | 15-40      | 15-40   | 15-40   | 15-50   | 15-50   | 15-50   | 15-55   | pomalu         |
| Hedera helix 'Kolibri Mint'  | 15-35      | 15-35   | 15-35   | 15-50   | 15-50   | 15-50   | 15-60   | pomalu         |
| Hedera helix 'Golden Kolibri'  | 15-35      | 15-35   | 15-35   | 15-50   | 15-50   | 15-50   | 15-50   | pomalu         |
| Hedera helix + Hedera helix 'Hibernica'                                  | 20-50      | 20-50   | 20-50   | 20-50   | 20-50   | 20-50   | 20-50   | pomalu         |
| Hedera helix + Hedera helix 'Kolibri Mint'                               | 20-50      | 20-50   | 20-50   | 20-50   | 20-50   | 20-50   | 20-50   | pomalu         |
| Hedera helix + Hedera helix 'Golden Kolibri'                             | 15-40      | 15-40   | 15-40   | 20-50   | 20-60   | 20-60   | 20-60   | pomalu         |
| Lonicera japonica 'Purpurea'   | 110-140    | 120-150 | 140-170 | 150-170 | 150-170 | 150-170 | 150-170 | rychle         |
| Lonicera henryi  | 60-75      | 60-80   | 80-100  | 80-120  | 80-120  | 80-140  | 90-140  | středně rychle |

tab. 1 – porovnání rychlosti růstu rostlin na kari sítích

Rostliny byly dále hodnoceny na základě jejich hustoty, která byla udávána v %. V kategorii 70 – 100 % byly zařazeny rostliny, které velmi rychle zakryly konstrukci, ať už díky velikosti listů nebo rychlosti růstu – některé měly již při výsadbě vysokou hustotu, díky jejich habitu.

Kategorie 50 – 69 % obsahuje rostliny, které byly u země sice husté, ale jejich vyrůstající výhony byly řídké olistěné.

Kategorie méně než 49 % zahrnuje převážně rostliny rodu *Hedera*, tyto rostliny měly řídké olistění u země i na konstrukci.

| rostlina   | hustota (%) |       |       |      |       |       |      | průměrná hustota (%) |
|--|-------------|-------|-------|------|-------|-------|------|----------------------|
|  | 30.6.       | 14.7. | 27.7. | 3.8. | 17.8. | 27.8. | 8.9. |                      |
| <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald Gaiety'  | 90          | 90    | 90    | 90   | 90    | 90    | 75   | 88                   |
| <i>Lonicera henryi</i>   | 85          | 85    | 85    | 85   | 85    | 90    | 90   | 86                   |
| <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald' n Gold'   | 85          | 85    | 85    | 85   | 85    | 85    | 75   | 84                   |
| <i>Euonymus fortunei</i> , 'Dart's Blanket'  | 80          | 80    | 80    | 80   | 80    | 80    | 70   | 79                   |
| <i>Euonymus fortunei</i> , 'Dart's Blanket' + <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald' n Gold' | 80          | 80    | 80    | 80   | 80    | 80    | 70   | 79                   |
| <i>Euonymus fortunei</i> , 'Dart's Blanket' + <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald Gaiety'  | 80          | 80    | 80    | 80   | 80    | 80    | 70   | 79                   |
| <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald' n Gold' + <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald Gaiety'   | 80          | 80    | 80    | 80   | 80    | 80    | 70   | 79                   |
| <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald' n Gold' + <i>Euonymus fortunei</i> 'Emerald Gaiety'   | 75          | 75    | 75    | 75   | 75    | 75    | 75   | 75                   |
| <i>Lonicera japonica</i> 'Aureoreticulata'   | 70          | 70    | 70    | 70   | 75    | 80    | 85   | 74                   |
| <i>Lonicera japonica</i> 'Purpurea'  | 70          | 70    | 70    | 70   | 70    | 75    | 80   | 72                   |
| <i>Cotoneaster dammeri</i>   | 70          | 70    | 70    | 70   | 70    | 70    | 70   | 70                   |
| <i>Vinca major</i> , 'Variegata'   | 80          | 80    | 80    | 80   | 65    | 50    | 50   | 69                   |
| <i>Lonicera henryi</i>   | 60          | 60    | 60    | 60   | 60    | 60    | 60   | 60                   |
| <i>Hedera helix</i> 'Hibernica'  | 50          | 50    | 50    | 50   | 50    | 50    | 50   | 50                   |
| <i>Hedera helix</i> 'Eva'  | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| <i>Hedera helix</i> + <i>Hedera helix</i> 'Goldheart'                                    | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| <i>Lonicera pileata</i>  | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| <i>Hedera helix</i> 'Kolibri Mint'   | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| <i>Hedera helix</i> 'Golden Kolibri'   | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| <i>Hedera helix</i> + <i>Hedera helix</i> 'Hibernica'                                    | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| <i>Hedera helix</i> + <i>Hedera helix</i> 'Kolibri Mint'                                 | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| <i>Hedera helix</i> + <i>Hedera helix</i> 'Golden Kolibri'                               | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| <i>Hedera helix</i>  | 40          | 40    | 40    | 40   | 40    | 40    | 40   | 40                   |

tab. 2 – porovnání hustoty růstu rostlin na kari sítích

#### 4.4 Návrh optimální druhové skladby stálezelených rostlin pro pěstování na kari sítích

Rostliny, které mají aktivní schopnost uchycení k opoře – především ovjivost, vykazovaly lepší výsledky, co se týče rychlosti růstu. Byly schopny pokrýt síť za krátký časový úsek monitoringu.

##### 4.4.1 *Hedera helix* cv.

Břečtan popínavý se ve výsledcích nijak nelišil, ať už se jednalo o jeho panašované kultivary nebo původní druh. Rostliny po celou dobu monitoringu prakticky stagnovaly, jen některé vytvořily výhony, které vyšplhaly do maximální výše 60 cm. Hustota rostlin nedosáhla ani poloviční hodnoty pokrytí. Díky svým známým vlastnostem je břečtan ideální rostlinou pro popnutí kari sítí a je vhodné jej otestovat v delším časovém období. Po správném zakořenění by mohl být vhodnou rostlinou. Dle současných výsledků jej však zatím není možné doporučit.

##### 4.4.2 *Lonicera henryi*

Zimolez Henryův porostl kari síť středně rychle a rostliny vykazovaly nejvyšší hustotu pokrytí ze všech sledovaných druhů na kari sítích. Díky své ovjivosti je zimolez vhodnou rostlinou pro pěstování na sítích a lze jej doporučit.

##### 4.4.3 *Lonicera japonica* 'Aureoreticulata' + 'Purpurea'

Zimolez japonský dokázal pokrýt síť nejrychleji ze všech sledovaných druhů a měl vysokou hustotou pokrytí. Kultivar *Aureoreticulata* propůjčil stěně dekorativní vzhled díky žlutě panašovaným listům. V případě kultivaru *Purpurea* byly vínové listy přidanou hodnotou, která ozvláštňovala kompozici. Díky své ovjivosti je zimolez vhodnou rostlinou pro pěstování na sítích a lze jej doporučit.

##### 4.4.4 *Euonymus fortunei* cv.

Kultivary brsleny Fortuneova se ve výsledcích téměř nelišily. Rostliny přirůstaly velmi pomalu, po dobu monitoringu nevytvořily téměř žádné přírůstky. Naproti tomu se druh vyznačoval ve všech kultivarech vysokou hustotou. Tato hustota byla u rostlin zaznamenána již při výsadbě a po dobu pěstování se nijak výrazně nezměnila. V průběhu monitoringu začaly rostliny zarůstat plevelem a v září již byly některé zcela pokryté. Dle svých vlastností by mohl být brslen Fortuneův perspektivní rostlinou pro pěstování na kari sítích a je vhodné jej otestovat v delším časovém období. Po správném zakořenění by mohl být vhodnou rostlinou. Dle současných výsledků jej však zatím není možné doporučit.

##### 4.4.5 *Lonicera pileata*

Zimolez kloboukatý nepatří mezi pnoucí rostliny, dalo se tedy předpokládat, že jeho výsledky budou značně odlišné od ostatních sledovaných zimolezů. Rostlina přirůstala pomalu, její výhony musely být na síť naváděny ručně a byla spíše řídkého vzrůstu. V průběhu monitoringu začaly rostliny zarůstat plevelem a v září již byly mimo delších výhonů některé rostliny zcela pokryté. Bude vhodné zimolez kloboukatý otestovat v delším časovém období. Po správném zakořenění by mohla být vhodnou rostlinou. Dle současných výsledků ji však zatím není možné doporučit.

##### 4.4.6 *Vinca major*, 'Variegata'

Barvíněk větší vykazoval střední rychlost růstu a rostliny byly při výsadbě velmi husté, později rostlina vytvořila výhony, které se přichycovaly k podpoře. Část sítě s novými výhony byla velmi řídké pokrytá. Panašované listy barvínku působily v kompozici dekorativně. V průběhu monitoringu začaly rostliny zarůstat plevelem a v září již byly mimo delších výhonů některé rostliny z velké části pokryté. Bude vhodné barvíněk otestovat v delším časovém období. Po správném zakořenění by mohl být vhodnou rostlinou. Dle současných výsledků jej však zatím není možné doporučit.



#### 4.4.7 *Cotoneaster dammeri*

Skalník Dammerův přirůstal velmi pomalu ale rostliny byly již při výsadbě poměrně husté. Později rostlina vytvořila krátké výhony, které musely být manuálně přichyceny k opoře. Část s novými výhony byla řidší. V průběhu monitoringu začaly rostliny zarůstat plevelem a v září již byly mimo delších výhonů některé rostliny z velké části pokryté. Bude vhodné skalník otestovat v delším časovém období. Po správném zakořenění by mohl být vhodnou rostlinou. Dle současných výsledků jej však zatím není možné doporučit.



obr. 7 – *Vinca major* (foto Miroslav Kunt)



obr. 8 – *Lonicera japonica* 'Aureoreticulata' + *Lonicera henryi* (foto M. Kunt)



obr. 9 – *Euonymus fortunei* (foto Miroslav Kunt)

## 5 Monitoring optimální druhové skladby různých druhů popínavých rostlin pro pěstování na lankové konstrukci

### 5.1 Použitá technologie

Pokusná lanková konstrukce byla umístěna v areálu České zemědělské univerzity v Praze na Suchdole. Zeměpisné souřadnice: 50°07'40.9"N 14°22'19.6"E. Lokalita leží v nadmořské výšce 281 – 284 m. n. m. Informace o podnebí a klimatické oblasti viz kapitola 3.1 Použitá technologie.

Lankové konstrukce o celkové délce 100 metrů byly vytvořeny tak, že do země byly po 4 m zatlučeny dřevěné kůly o nadzemní výšce 250 cm. Ve vrchní části byly tyto kůly provrtány a provlečeny hlavním závěsným lankem. Kůly i lanko byly následně vypruženy. Následovala výsadba popínavých rostlin, při které došlo k uchycení popínavé rostliny na vodící lanko, které bylo následně zavěšeno na hlavní závěsné lanko a zároveň ukotveno do země. Průběžně probíhal monitoring jednotlivých rostlin, dále jejich navádění zpět na jejich vodící lanko, pokud uhýbali jinam, a také jejich pletí. Konstrukce byla umístěna cca 60 cm od konstrukce z kari sítě pro další část pokusu a prostor mezi nimi, kde rostl trávník, byl pravidelně sekán.





obr. 10 – Instalace lankové konstrukce

### 5.1.1 Rostlinný materiál

- Aristolochia macrophylla
- Clematis x hybr. (modrý)
- Clematis x hybr. (červený)
- Clematis x hybr. (bílý)
- Clematis x hybr. (růžový)
- Clematis x hybr. (fialový)
- Clematis montana
- Clematis vitalba
- Clematis tangutica
- Lonicera henryi
- Lonicera japonica 'Aureoreticulata'
- Lonicera periclymenum
- Lonicera heckrotii
- Lonicera tellmanniana
- Lonicera caprifolium
- Akebia quinata
- Parthenocissus quinquefolia 'Mororum'
- Calystegia hederacea
- Vitis riparia
- Wisteria sinensis
- Ampelopsis glandulosa
- Celastrus orbiculatus
- Schisandra sinensis
- Campsis radicans

### 5.2 Monitoring lankových konstrukcí

Ploucí rostliny na lankové konstrukci byly pravidelně monitorovány v rozmezí jednoho až dvou týdnů a byla pořizována podrobná fotodokumentace. U každého druhu bylo zaznamenáno rozmezí výšky, kterého rostliny dosahovaly. Dále byla zaznamenána procentuální hustota rostlin a jejich výrazné znaky jako kvetení, plody nebo podzemní zbarvení.

### 5.3 Vyhodnocení monitoringu lankové konstrukce

Rostliny byly dle monitoringu rychlosti růstu rozděleny do čtyř kategorií:

- Velmi pomalu rostoucí – rostliny neměly téměř žádné nebo jen minimální přírůstky.
- Pomalu rostoucí – přírůstky rostlin byly maximálně 30 cm.
- Středně rychle rostoucí – rostliny za sledovanou měly průměrně metr dlouhé přírůstky.
- Rychle rostoucí rostliny – některé rostliny již v polovině měření dosáhly maximální výšky konstrukce – tedy 2,5 m. Všechny rostliny v kategorii rychle rostoucí dosáhly za dobu monitoringu úplně nebo téměř výšky konstrukce.

Rostliny, které byly zařazeny do kategorie velmi pomalu a pomalu rostoucí, patří mezi pomalu kořenící rostliny. Lze očekávat jejich větší nárůst po správném zakořenění na stanovišti na jaře příštího roku.



| rostlina                               | výška (cm) |         |         |         |         |         |         | rychlost růstu |
|--|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|
|  | 30.6.      | 14.7.   | 27.7.   | 3.8.    | 17.8.   | 27.8.   | 8.9.    |                |
| Aristolochia macrophylla               | 40-50      | 40-70   | 40-70   | 40-70   | 40-70   | 40-70   | 40-70   | velmi pomalu   |
| Clematis x hybr. (modrý)               | 60-110     | 60-120  | 60-120  | 70-130  | 70-130  | 70-130  | 70-130  | pomalu         |
| Clematis x hybr. (červený)             | 70-100     | 70-110  | 70-120  | 70-120  | 70-120  | 70-120  | 70-120  | pomalu         |
| Clematis x hybr. (bílý)                | 40-90      | 50-110  | 60-110  | 60-110  | 60-110  | 60-110  | 60-110  | pomalu         |
| Clematis x hybr. (růžový)              | 70-110     | 80-120  | 80-130  | 80-130  | 80-130  | 80-130  | 80-130  | pomalu         |
| Clematis x hybr. (fialový)             | 70-120     | 110-160 | 120-160 | 150-170 | 150-180 | 150-180 | 150-180 | středně        |
| Clematis montana                       | 70-120     | 110-160 | 150-190 | 180-230 | 220-250 | 250     | 250     | rychle         |
| Clematis vitalba                       | 30-50      | 30-60   | 30-60   | 40-70   | 50-100  | 60-150  | 70-160  | středně        |
| Clematis tangutica                     | 60-100     | 60-100  | 70-110  | 120-160 | 130-180 | 140-190 | 150-190 | středně        |
| Lonicera henryi                        | 70-90      | 80-120  | 80-140  | 100-160 | 110-170 | 130-180 | 140-190 | středně        |
| Lonicera japonica 'Aureoreticulata'    | 80-120     | 100-130 | 120-150 | 140-170 | 150-180 | 160-180 | 170-190 | středně        |
| Lonicera periclymenum                  | 80-130     | 110-150 | 130-170 | 160-230 | 200-250 | 200-270 | 240-270 | rychle         |
| Lonicera heckrotii                     | 100-140    | 100-160 | 140-180 | 140-220 | 170-250 | 190-250 | 190-270 | rychle         |
| Lonicera tellmaniana                   | 100-120    | 100-130 | 130-160 | 140-180 | 170-220 | 180-230 | 190-250 | rychle         |
| Lonicera caprifolium                   | 100-140    | 130-170 | 170-220 | 230-250 | 230-250 | 240-260 | 250-280 | rychle         |
| Akebia quinata                         | 80-120     | 120-160 | 180-250 | 250     | 250     | 250     | 250-260 | rychle         |
| Calystegia hederacea                   | 60-110     | 70-120  | 70-140  | 70-150  | 70-160  | 70-160  | 70-160  | středně        |
| Parthenocissus quinquefolia 'Muroorum' | 90-130     | 100-150 | 130-170 | 150-180 | 160-190 | 170-240 | 170-250 | rychle         |
| Vitis riparia                          | 90-130     | 120-150 | 140-170 | 150-190 | 160-250 | 170-250 | 170-250 | rychle         |
| Ampelopsis glandulosa                  | 100-150    | 110-150 | 120-160 | 130-170 | 140-180 | 140-180 | 140-190 | středně        |
| Campsis radicans                       | 40-60      | 50-70   | 50-150  | 100-170 | 140-220 | 140-230 | 150-230 | rychle         |
| Celastrus orbiculatus                  | 100-120    | 110-140 | 130-170 | 140-180 | 140-180 | 140-190 | 150-190 | středně        |
| Schisandra sinensis                    | 30-50      | 30-60   | 30-60   | 30-70   | 30-80   | 30-90   | 40-90   | pomalu         |
| Wisteria sinensis                      | 30-50      | 30-60   | 30-60   | 40-120  | 50-190  | 60-250  | 60-250  | rychle         |

tab. 3 – porovnání rychlosti růstu rostlin na lankové konstrukci

Rostliny byly dále hodnoceny na základě jejich hustoty, která byla udávána v %.

V kategorii 80 – 100 % bylo zařazeno 6 rostlin, které velmi rychle zakryly konstrukci, ať už díky velikosti listů nebo rychlosti růstu.

Kategorie 60 – 79 % obsahuje 10 rostlin, které dobře zakryly konstrukci lanek, ale nevytvořily kompaktní neprůhlednou plochu.

Kategorie méně než 59 % zahrnuje převážně rostlin rodu *Clematis*, tyto rostliny měly řídké olistění a nedokázaly zakrýt ani konstrukci lanek.

| rostlina                               | hustota (%) |       |       |      |       |       |      | průměrná hustota (%) |
|--|-------------|-------|-------|------|-------|-------|------|----------------------|
|  | 30.6.       | 14.7. | 27.7. | 3.8. | 17.8. | 27.8. | 8.9. |                      |
| Aristolochia macrophylla               | 90          | 90    | 95    | 95   | 95    | 95    | 95   | 94                   |
| Clematis x hybr. (modrý)               | 40          | 40    | 45    | 45   | 35    | 35    | 35   | 39                   |
| Clematis x hybr. (červený)             | 55          | 60    | 65    | 65   | 60    | 60    | 60   | 61                   |
| Clematis x hybr. (bílý)                | 40          | 40    | 40    | 40   | 40    | 40    | 40   | 40                   |
| Clematis x hybr. (růžový)              | 55          | 60    | 65    | 65   | 65    | 65    | 65   | 63                   |
| Clematis x hybr. (fialový)             | 45          | 45    | 45    | 45   | 45    | 45    | 45   | 45                   |
| Clematis montana                       | 50          | 50    | 55    | 60   | 60    | 60    | 60   | 56                   |
| Clematis vitalba                       | 50          | 50    | 50    | 50   | 50    | 50    | 55   | 51                   |
| Clematis tangutica                     | 60          | 60    | 60    | 65   | 65    | 65    | 65   | 63                   |
| Lonicera henryi                        | 55          | 55    | 65    | 70   | 70    | 75    | 80   | 67                   |
| Lonicera japonica 'Aureoreticulata'    | 65          | 65    | 65    | 65   | 65    | 65    | 70   | 66                   |
| Lonicera periclymenum                  | 50          | 55    | 55    | 55   | 55    | 60    | 60   | 56                   |
| Lonicera heckrotii                     | 55          | 55    | 55    | 55   | 55    | 60    | 60   | 56                   |
| Lonicera tellmaniana                   | 45          | 50    | 60    | 60   | 60    | 60    | 65   | 57                   |
| Lonicera caprifolium                   | 55          | 60    | 65    | 75   | 75    | 75    | 75   | 69                   |
| Akebia quinata                         | 70          | 70    | 70    | 80   | 80    | 75    | 70   | 74                   |
| Calystegia hederacea                   | 80          | 80    | 80    | 80   | 80    | 80    | 80   | 80                   |
| Parthenocissus quinquefolia 'Muroorum' | 80          | 80    | 80    | 80   | 80    | 80    | 80   | 80                   |
| Vitis riparia                          | 85          | 90    | 95    | 95   | 95    | 100   | 100  | 94                   |
| Ampelopsis glandulosa                  | 60          | 65    | 65    | 65   | 75    | 75    | 75   | 69                   |
| Campsis radicans                       | 65          | 65    | 70    | 75   | 80    | 80    | 80   | 74                   |
| Celastrus orbiculatus                  | 75          | 75    | 80    | 85   | 85    | 85    | 85   | 81                   |
| Schisandra sinensis                    | 75          | 75    | 75    | 75   | 75    | 80    | 80   | 76                   |
| Wisteria sinensis                      | 80          | 80    | 80    | 85   | 85    | 85    | 85   | 83                   |

tab. 4 – porovnání hustoty růstu rostlin na lankové konstrukci

#### 5.4 Návrh optimální druhové skladby popínavých rostlin pro pěstování na jednoduché lankové konstrukci

##### 5.4.1 *Aristolochia macrophylla*

Rostlina přirůstala velmi pomalu z důvodu pomalého kořenění. Doporučit pro další pěstování tedy bude možné až po vyhodnocení na jaře následujícího roku. Podražec velkolistý má, jak už z názvu vyplývá, velké listy, díky kterým dosahoval již po výsadbě vysokých hodnot hustoty. Při správném zakořenění se tedy může jednat i o velmi perspektivní rostlinu pro pěstování na lankové konstrukci.

##### 5.4.2 *Clematis x hybrida cv.*

Různé barvy hybridů plaménku vykazovaly podobné znaky, budou tedy hodnoceny společně. Rostliny přirůstaly pomalu a jejich hustota se pohybovala kolem poloviční hodnoty ideálního zakrytí konstrukce. Všechny plaménky však v průběhu pokusu velmi bohatě a výrazně kvetly. Po odkvětu byly na rostlině zdobné i její dekorativní plody. Pro pěstování na lankové konstrukci lze rostlinu doporučit.

##### 5.4.3 *Clematis montana*

Plamének horský rostl rychle oproti předchozímu druhu, jeho hustota byla v tomto případě obdobná. Jeho pěstování na lankové konstrukci lze doporučit. Kompozici bude schopen ozvláštnit přidanou hodnotou vínového olistění.

#### 5.4.4 *Celmatis vitalba*

Plamének plotní se vyznačoval podobnou hustotou jako plamének horský, avšak jeho přírůstání na konstrukci bylo pomalejší – byl zařazen do kategorie středně rychle rostoucí. Po dobu pokusu nebyly zaznamenány květy u tohoto druhu. Lze jej doporučit pro další pěstování.

#### 5.4.5 *Clematis tangutica*

Plamének Tangutský lze zařadit mezi bujněji rostoucí plaménky, což se projevilo i na jeho vyšší hustotě oproti ostatním plaménkům. Rychlost růstu byla v tomto případě obdobná k ostatním hodnoceným plaménkům. Jeho žluté květy zvonkovitého tvaru rozkvetly později než u hybridních plaménků. Byly však společně s plody velice zdobné a rostlina kvetla bohatě. Lze jej doporučit pro pěstování na lankové konstrukci.

#### 5.4.6 *Lonicera henryi*

Rostlina přírůstala středně rychle a svou hustotou patřila mezi hustěji olistěné rostliny. Do sortimentu hodnocených rostlin přináší zimolez Henryův významný benefit v podobě stálezelených listů. Rostlina je vhodná pro pěstování na lankové konstrukci.

#### 5.4.7 *Lonicera japonica 'Aureoreticulata'*

Rostlina přírůstala středně rychle a svou hustotou patřila mezi hustěji olistěné rostliny. Pěstování zimolezu japonského na lankové konstrukci lze doporučit. Kultivar Aureoreticulata bude kompozici schopena ozvláštnit přidanou hodnotou žlutě panašovaného olistění.

#### 5.4.8 *Lonicera periclymenum*

Zimolez ovíjivý se vyznačoval vysokou rychlostí růstu stonků a střední hustotou olistění. Některé rostliny dosahovaly maximální výšky konstrukce již v polovině srpna. Rostlina v době monitoringu vykvetla růžovo-žlutými květy, které propůjčovaly rostlině velmi dekorativní vzhled. Později byly květy doplněny i výraznými červenými plody. Lze ji doporučit pro pěstování na lankové konstrukci.

#### 5.4.9 *Lonicera heckrottii*

Zimolez Heckrottův se vyznačoval vysokou rychlostí růstu stonků a střední hustotou olistění. Rostlina v době monitoringu vykvetla růžovo-žlutými květy, které propůjčovaly rostlině velmi dekorativní vzhled. Lze ji doporučit pro pěstování na lankové konstrukci.

#### 5.4.10 *Lonicera tellmanniana*

Zimolez Telmannův se vyznačoval vysokou rychlostí růstu stonků a střední hustotou olistění. Některé rostliny dosahovaly maximální výšky konstrukce již v polovině srpna.

#### 5.4.11 *Lonicera caprifolium*

Zimolez kozí list se vyznačoval vysokou rychlostí růstu stonků a patřil mezi hustěji olistěné rostliny. Některé kusy dosahovaly maximální výšky konstrukce již na začátku srpna.

#### 5.4.12 *Akebia quinata*

Akébie patřila mezi nejrychleji rostoucí rostliny. Již na konci července některé kusy dosahovaly maximální výšky konstrukce a v první polovině srpna již všechny rostliny dosáhly horní výšky lanka. Díky rychlému růstu a hustému olistění brzy vytvořila téměř zapojenou zelenou plochu a lze jí tedy doporučit jako vhodný druh pro pěstování na lankové konstrukci.

#### 5.4.13 *Calystegia hederacea*

Opletník břechtanolistý můžeme zařadit mezi středně rychle rostoucí druhy s hustým vzrůstem i olistěním. V průběhu sledování byl opletník dekorativní i díky svým růžovým, výrazným květům. Lze ho doporučit pro další monitorování.

#### 5.4.14 *Parthenocissus quinquefolia 'Murorum'*

Přísavník pětिलistý patřil mezi rychle rostoucí druhy s vysokou hustotou. V září se již začaly rostliny barvit typickým podzimním zbarvením pro přísavníky, tedy tmavě růžovou až vínovou. Pro další pěstování bude tento znak velké plus a přísavník lze tedy doporučit.

#### 5.4.15 *Vitis riparia*

Réva pobřežní se od počátku monitoringu vyznačovala vysokou rychlostí růstu a díky velkým listům i vysokou hustotou. Na konci srpna již rostlina dosáhla stoprocentního pokrytí plochy.

#### 5.4.16 *Ampelopsis glandulosa*

Révovník můžeme na základě monitoringu zařadit mezi středně rychle rostoucí rostliny na lankové konstrukci s vyšší hustotou olistění. I díky dekorativním listům jej lze doporučit pro další pěstování.

#### 5.4.17 *Campsis radicans*

Trubač patřil mezi rychle rostoucí rostliny s vyšší hustotou olistění a lze jej doporučit pro další pěstování.

#### 5.4.18 *Celastrus orbiculatus*

Jesenec okrouhlostý patřil mezi středně rychle rostoucí rostliny s vysokou hustotou olistění a lze jej doporučit pro další pěstování.

#### 5.4.19 *Schisandra sinensis*

Klanopraška čínská přírůstala na lankové konstrukci pomalu, ale současně měla vysokou hustotou olistění. Zpočátku rostlina vůbec nepřírůstala, ale v průběhu monitoringu začaly její výhony velmi pomalu šplhat po lankách. Po dobrém zakořenění ji bude možné dále monitorovat na lankové konstrukci.

#### 5.4.20 *Wisteria sinensis*

Vistárie zpočátku stagnovala, ale na začátku srpna začala velmi rychle přírůstat a současně se vyznačovala vysokou hustotou olistění, díky němuž vytvořila téměř zapojenou zelenou plochu. Vistárii lze doporučit pro pěstování na lankové konstrukci.





obr. 11 – *Clematis x hybrida* (foto Miroslav Kunt)



obr. 13 – *Parthenocissus quinquefolia* + *Vitis riparia* (foto Miroslav Kunt)



obr. 12 – *Lonicera japonica* (foto Miroslav Kunt)



obr. 14 – *Lonicera henryi* (foto Miroslav Kunt)



## 6 Závěr

Jako perspektivní směsí za vhodných podmínek je možné doporučit všechny testované travinné směsí za předpokladu, že nebudou pohledové v detailu, neboť je u nich problém s prosycháním spodních listů. Z lučních směsí lze pro komerční pěstování doporučit Kopretinovou louku, Zahradní loučku a Louku starých časů, které obsahují převážně nižší rostlinné druhy a jsou zajímavé z estetického hlediska svým kvetením. Divoký vzhled lučních směsí je zajisté vhodný jen pro určité typy instalací, avšak může být kýženým efektem, který podtrhne dané druhy staveb. Oproti klasické vertikální zahradě bude ta s lučním porostem vyžadovat méně péstebních zásahů, neboť je zde vyžadován divočejší vzhled oproti komponovaným obrazům.

Pro pěstování rostlin na kari sítích lze všeobecně doporučit pnoucí druhy *Lonicera henryi* a *Lonicera japonica*, které rychle vytvoří efekt zelené stěny. Ostatní testované druhy nebyly schopny po testovanou dobu vytvořit vhodně použitelnou kompozici, nelze je tedy bez dalšího monitoringu doporučit.

Pro pěstování na lankových konstrukcích je možné doporučit většinu monitorovaných popínavých rostlin. Volba druhu pro konkrétní stanoviště bude záviset především na estetických požadavcích. Druhy *Clematis x hybrida* cv. budou využitelné pouze v místech kde bude žádaná nižší vzrůstnost rostliny, ale vysoká estetická hodnota. Druhy *Aristolochia macrophylla* a *Schisandra chinensis* vykazovaly v průběhu pokusu malou vzrůstnost, je však možné je využít do prostor, kde bude žádaná jejich vysoká hustota olistění.

Díky relativně snadné manipulaci bude možné všechny testované konstrukce vyzvednout z místa pěstování a umístit na požadovanou lokaci. Konstrukce budou ideální především jako clony k silnicím, chodníkům, hřištím a dalším prostorům, kde bude nutné rychle a efektivně odclonit prostory. Konstrukce vertikálních zahrad mohou nahradit živé ploty v místech, kde není možná výsadba do volné půdy, avšak je žádané odclonit prostor zelení. Konstrukce popínavých rostlin jsou oproti živému plotu mnohem méně náročné na prostor, je možné je tedy využít i v místě, kde by byla výsadba živého plotu jen těžko realizovatelná. Konstrukce jsou vhodné i pro dočasné odclonění, protože jsou během jednoho dne usazené i demontované. Je tedy možné je využít například jako stavební oplocení.

Oproti umělým clonám jako jsou ploty a zdi fungují zelené stěny ve městském prostředí lépe, protože přináší další benefity. Zeleň je schopna ochlazovat své okolí, zvyšovat vzdušnou vlhkost, zmírňovat hlučnost nebo usměrňovat proudění vzduchu. Je nezbytné zmínit schopnost vegetace v produkci kyslíku, snižování prašnosti ovzduší i zachycení škodlivin a mikroorganismů. V neposlední řadě se díky umístění zeleně zvyšuje sociální, ekonomická i vizuální hodnota okolí.

## Zdroje

- Ashraf MA, Harris PJ. 2005. Abiotic stresses: plant resistance through breeding and molecular approaches. Food Products Press. ISBN: 1-56022-946-0
- Blanc P. 2012. The Vertical Garden: From Nature to the City. W.W. Bortin, NY. ISBN: 0393733793
- Burian S. 2011. Zelené fasády – typy, funkce a působení. Pages 34-46 in Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu. Zelené fasády – jednodenní odborný seminář (6.10.2011). Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, Praha.
- Burian S. 2019. Zelené fasády – vertikální zahrady v exteriéru. Zelené střechy jako součást zelené infrastruktury sídel – odborná konference (20.6.2019), Svaz zakládání a údržby zeleně. Ostrava.
- Cao J, Tamura Y, Yoshida A. 2013. Wind tunnel investigation of wind loads on rooftop model modules for green roofing systems. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 118:20-34.
- Čechová K, Kozáková D. 2018. Tepelný ostrov města. 2018, NIKA Časopis o přírodě a ochraně životního prostředí. 39(11/2018):30-33.

- Čermáková B, Mužíková R. 2009. Ozeleněné střechy. Grada Publishing, Praha. ISBN 978-80-247-1802-6.
- Hartig T, Cooper CM. 2006. Healing gardens—places for nature in health care. Medicine and Creativity. 368(12/2006):36-38. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69920-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69920-0)
- Hasegawa PM, Bressan RA, Zhu JK, Bohnert HJ. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual review of plant biology, 51:463-499.
- Hurych V, Slovák J, Svoboda S. 1984. Sadovnictví 1. Státní zemědělské nakladatelství.
- Jørgensen L, Dresbøll DB, Thorup-Kristensen K. 2014. Root growth of perennials in vertical growing media for use in green walls. Scientia Horticulturae, 166:31-41.
- Louda J. 2011. Zelené fasády – Konstrukce Cabletech. Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu. Zelené fasády – jednodenní odborný seminář (6.10.2011). Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, Praha
- Lunc LB. 1952. Zelenogo stroitel'stva v gorodakh. Goslesbumizdat, Moskva.
- Mareček J. 1992. Zahrada. NORIS, Praha. 304 s. ISBN: 80-900908-1-8
- Mareček J, Dvořák A, Hieke K, Moravec J. 1975. Zahrada a její uspořádání. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Ottelé M, van Bohemen HH, Fraaij AL. 2010. Quantifying the Deposition of Particulate Matter on Climber Vegetation on Living Walls. Ecological Engineering. 36.2:154–162.
- Pejchal M. 2011. Rostliny pro vertikální zahrady ve venkovním prostoru. Pages 154-159 in Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu. Zelené fasády – jednodenní odborný seminář (6.10.2011). Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, Praha.
- Pérez-Urrestarazu L, Fernández-Cañero R, Franco-Salas A, Egea G. 2015. Vertical Greening Systems and Sustainable Cities. Journal of Urban Technology. 22.4:65-85. DOI <http://dx.doi.org/10.1080/10630732.2015.1073900>
- Skarżyński D, Pływaczyk A, Pęczkowski G. 2014. Ocena funkcjonowania wybranych systemów zielonych ścian zlokalizowanych na obszarach nizinnych Dolnego Śląska. Inżynieria Ekologiczna, 39.2014:166–175
- Sweet R, Morrison S. 2011. Grow up!. Horticulture [online]. 108(4):54-59. ISSN 00185329.
- Timur OB, Karaca E. 2013. Vertical gardens. Pages 587-622 In: Advances in landscape architecture. IntechOpen. DOI <http://dx.doi.org/10.5772/55763>
- Kotzen B. 2017. pers comm. Department of Landscape architecture. University of Greenwich.
- ČHMU. 2010. Český hydrometeorologický ústav, Mapy charakteristik klimatu. Available from <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mapy-charakteristik-klimatu#> (accessed 1.9.2021).

## Informace o autorech

Ing. Kateřina Čechová

Katedra zahradní a krajinářské architektury FAPPZ ČZU

[cechovak@af.czu.cz](mailto:cechovak@af.czu.cz)

Korespondenční autor:

Ing. Miroslav Kunt, Ph.D.

[kunt@af.czu.cz](mailto:kunt@af.czu.cz)