

Semestrální práce  
Pozemní stavitelství VIII  
FA ČVUT

# **Zelené fasády**

Ing. Lucie Bartoňová  
Zimní semestr 2019/2020

1. Úvod
2. Příklady realizací
3. Obecné řešení zelených fasád
4. Konstrukční řešení
5. Interiérová zeleň
6. Rostliny vhodné pro zelené stěny
7. Systémy nabízené u nás
8. Závěr
9. Zdroje a studijní materiály

## 1. Úvod

Žijeme v době, kdy stoupá zájem o zařazování zeleně do běžného života, a to zejména ve městech. Právě města mají minimální prostorové možnosti pro nové parky a zahrady, protože budovy a komunikace zabírají většinu plochy města. Oblíbeným řešením se stává navrácení zeleně na střechy nově vybudovaných staveb a vznikají tak častokrát krásné střešní zahrady. V současnosti se tato myšlenka rozvíjí ještě dál a začínají se stavět domy se zelení na fasádě. U nás jich prozatím stojí málo, ale v nových projektech a studiích už jsou k nalezení častěji. Zelené vertikální zahrady mohou být i zajímavým interiérovým prvkem do velkých veřejných budov, například v nákupních centrech nebo v atriích administrativních budov.



*Obrázek 1: Zelená fasáda na rodinném domě v San Franciscu*

## 2. Příklady realizací



Obrázek 2: LIKO-Noe, Slavkov u Brna



Obrázek 3: Butterfly, Karlín



*Obrázek 4: Sharp Coronado Hospital*



*Obrázek 5: Peet's Coffee, San Diego*

### **3. Obecné řešení zelených fasád**

#### **a) Nosná konstrukce**

Zelená fasáda představuje další zatížení fasády a je nutné staticky posoudit její možnosti. Samopnoucí rostliny, které se přichytávají na nerovnosti fasády nebudou nejspíše statickým problémem, ale truhlíkové řešení, které nese velké množství substrátu už může statické chování fasády ovlivnit. Při posuzování nosné konstrukce zelené fasády je nutné uvažovat i povětrnostní podmínky. U větších projektů s velkým objemem neseného substrátu už stojí za zvážení speciální vylehčený substrát, který je dnes již běžně k dispozici.

#### **b) Hydroizolace**

Zelená fasáda je velký zdroj vlhkosti a je nutné ji hydroizolačně oddělit od konstrukce objektu. Pokud je to možné, nejvhodnější je řešení s větranou mezerou mezi konstrukcí a hydroizolací na straně zeleně.

#### **c) Rostliny**

Výběr rostlin závisí na několika faktorech, například orientace ke světovým stranám, klimatické podmínky v dané lokalitě, požadovaný vzhled, výška rostlin atd.

#### **d) Voda**

Rostliny potřebují ke svému růstu přísun živin a vody. Klasické zalévání je nereálné, a proto se do zelené fasády instaluje závlahový systém. Ideálním způsobem je napojit zavlažování rostlin na dešťovou vodu, která se může sbírat do akumulární nádrže během dešťů.

Zavlažovací systém má i svá negativa. Prvním problémem je určení množství vody, které rostliny potřebují. Čím méně substrátu systém obsahuje, tím větší výkyvy mohou nastat a je potřeba častěji zalévat. Řešením může být instalace senzorů do kontrolních míst, které zjišťují stav vlhkosti substrátu. Při nedostatku vody se spustí zalévání.

Druhým problémem je zimní období, kdy klesají teploty pod bod mrazu a hrozí zamrznutí vedení vody – v tomto období rostliny nezaléváme. Je potřeba se připravit na to, že některé

rostliny zimu nepřežijí a fasáda bude potřebovat údržbu na novou sezonu, což znamená další finanční výdaje.

#### **e) Kanalizace**

Přebytečná závlahová voda je gravitačně odváděna do spodní části fasády, kde je buď přes filtr odváděna pryč, nebo lépe sbírána a znovu použita pro zálivku.

#### **f) Údržba**

Údržba zelené fasády znamená zejména péči o rostliny. Během roku je potřeba sbírat odpadlé listí, rostliny zkracovat, případně tvarovat. Na podzim se přidává péče o opadavé rostliny ve formě odstraňování suchých částí rostlin.

#### 4. Konstrukční řešení

##### a) Samopnoucí

Nejběžnějším a nejstarším způsobem zelené fasády jsou samopnoucí rostliny.

##### Způsob provedení

Vedle fasády, která má být ozeleněná, se do země nasází pnoucí rostliny – například břečťan nebo loubinec. Rostliny mají samy tendenci se vytahovat směrem nahoru, takže je jen otázkou času, než celou fasádu zarostou. Při růstu se přidrží na fasádě pomocí úponků a přísavných kořenů a není je nutné jinak přidržovat. To je zároveň nevýhodou těchto fasád – pokud se majitel stavby rozhodne, že zelenou fasádu již nechce, jen velmi těžko se všech kořenů zbaví.

##### Údržba

Údržba samopnoucí fasády spočívá pouze v případné modelaci tvaru rostliny na fasádě – eliminace přebytečných částí v okolí oken a dveří, zavlažování zeminy při výraznějším suchu a úklid opadaného listí během podzimu.



Obrázek 6: Samopnoucí fasáda



## b) Pnoucí s podporou

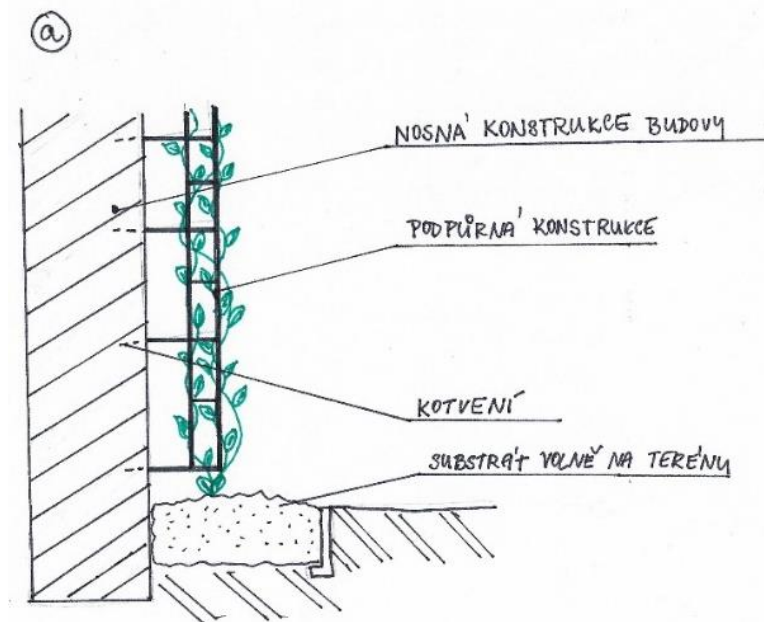
[1]

Rozdíl oproti samopnoucímú systému spočívá ve výběru rostlin a jejich přidržování na fasádě. Při výběru rostlin můžeme zvolit i rostliny úponkové, ovíjivé a vzpěrné. Tyto rostliny se nedokáží samy přidržovat fasády a jejich nerovností, a proto je nutné před fasádu postavit podporu. Rostliny se mohou ovíjet a zachytávat úponky o přichystanou mříž nebo lankovou síť. Stejný systém lze použít i pro samopnoucí rostliny, pokud je fasáda příliš hladká.

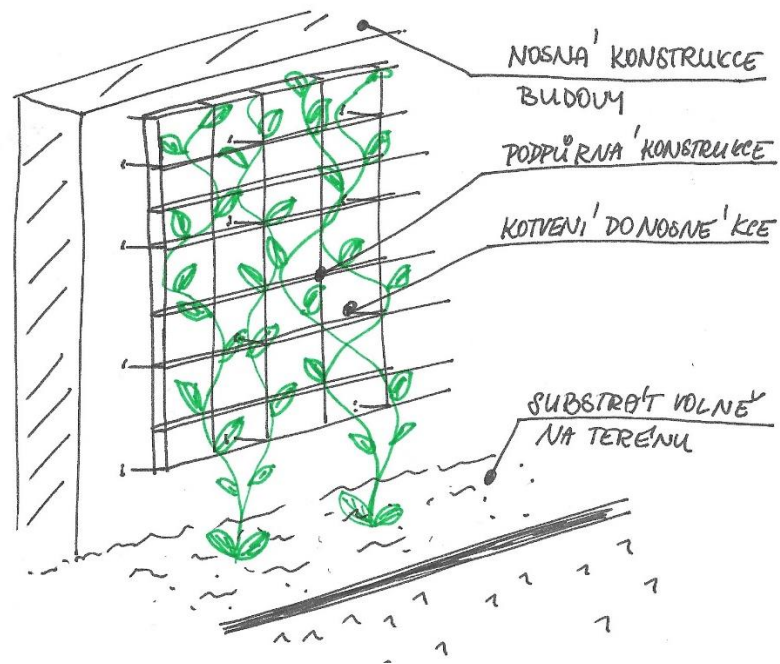
### Způsob provedení

Principiálně se jedná o dva kroky – způsob připevnění podpůrné konstrukce k obvodové nosné stěně, a způsob osazení rostliny. Tyto způsoby se dají vzájemně kombinovat, nejtradičnější jsou následující kombinace.

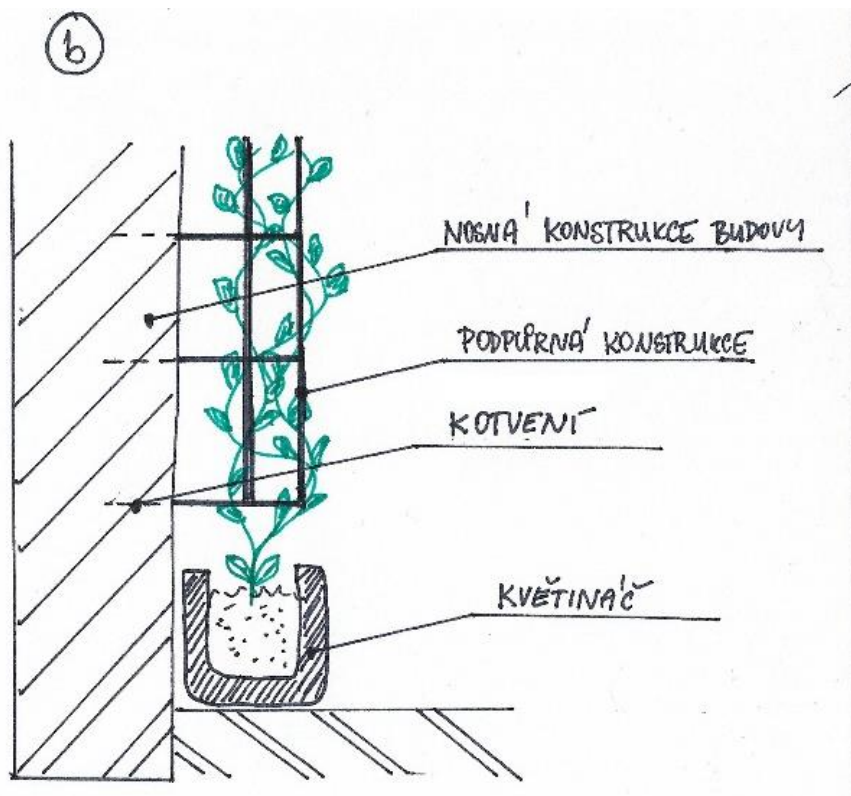
- I. Podpůrná konstrukce přikotvena k obvodové stěně, rostliny vsazené do květináče v zemi
- II. Podpůrná konstrukce samonosná, rostliny vsazené přímo do terénu



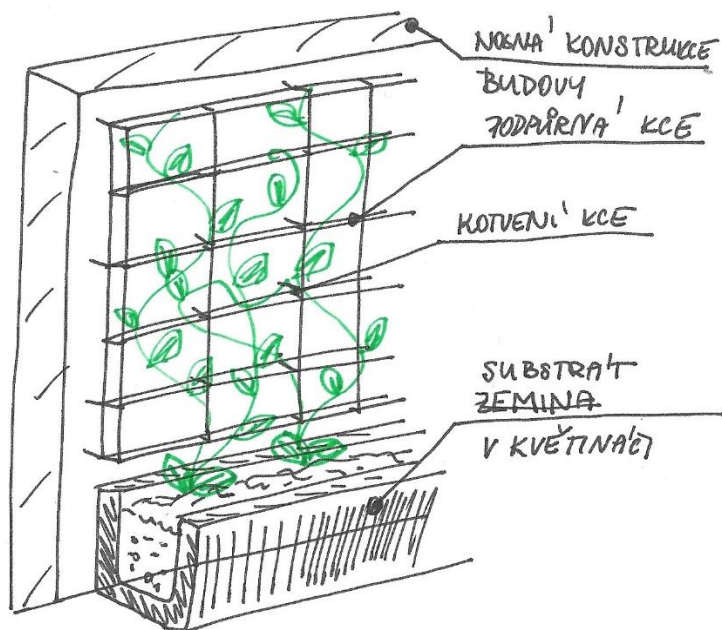
Obrázek 7: Řez opěrným systémem



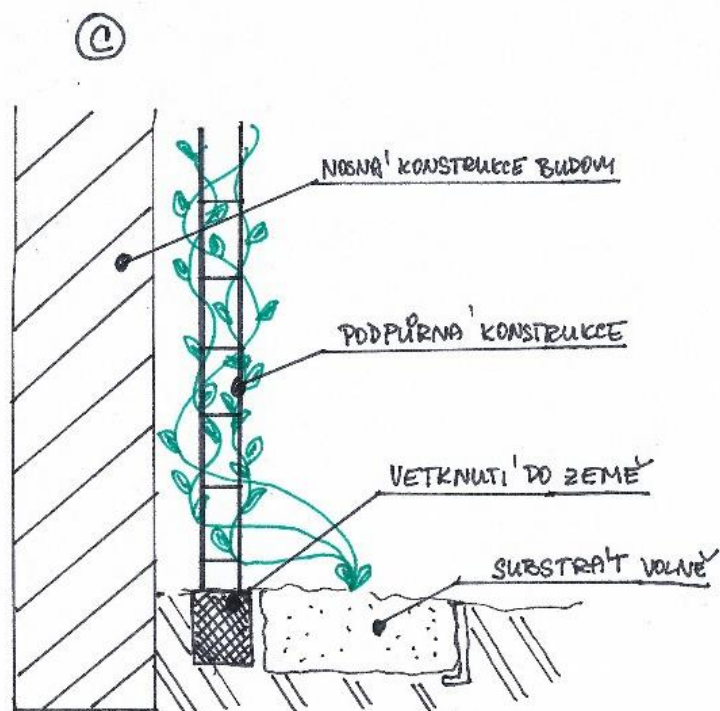
Obrázek 8: Schéma opěrného systému



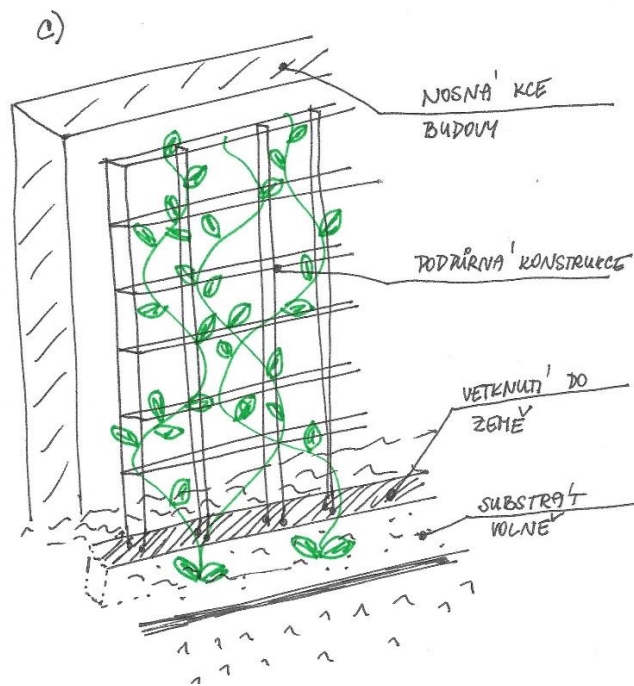
Obrázek 9: Řez opěrným systémem



Obrázek 10: Schéma opěrného systému



Obrázek 11: Řez opěrným systémem



Obrázek 12: Schéma opěrného systému

### Materiálová a tvarová řešení podpůrné konstrukce

Podpůrnou konstrukci může tvořit klasická kovová mříž podobná pergolám. Takovouto mříž je možné zavěsit plně na obvodovou konstrukci i samonosně ukotvit v její patě do země. Zpravidla neumožňuje nepravidelný rastr nebo tvar. Výhodou je jistá modularita, díky které je systém rychlý a levný.

Další možností jsou lankové systémy, které jsou vhodné pro nepravoúhlé nebo jinak nepravidelné tvary. Lana se ukotví kotvami do fasády a případně pospojují mezi sebou. Výsledkem je síťový systém, který je velmi variabilní a má vysokou pevnost. Levnější variantou tohoto systému je natažení drátěné sítě.



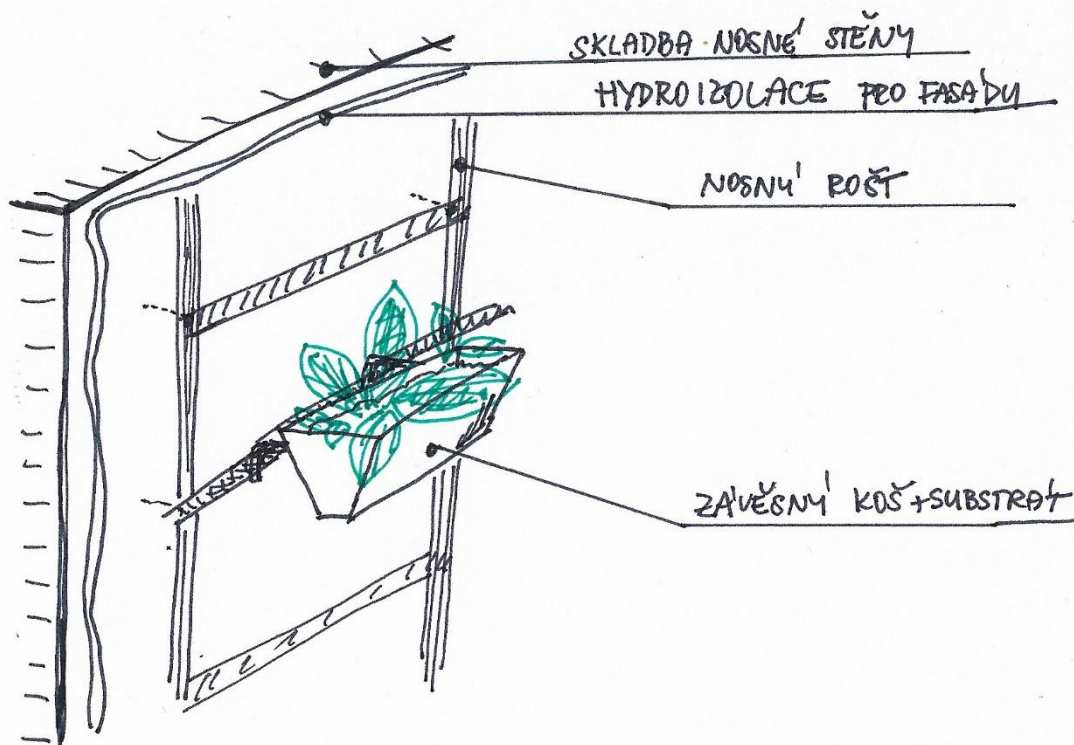
Obrázek 13: Lankový systém se ztužujícím rámem

### c) Květináčové moduly

Květináčové zelené fasády patří mezi proměnná řešení. Na rozdíl od samopnoucích systémů, které vlastně nelze nijak proměňovat bez větších zásahů, je možné květináčové rostliny vyměňovat dle potřeby. Důvodem pro výměnu může být například úhyn rostlin, jejich špatný vliv na zdraví obyvatel domu (alergie na určité druhy), sezónnost vybraných druhů rostliny, nebo jednoduše vizuální proměna fasády.

#### Způsob provedení

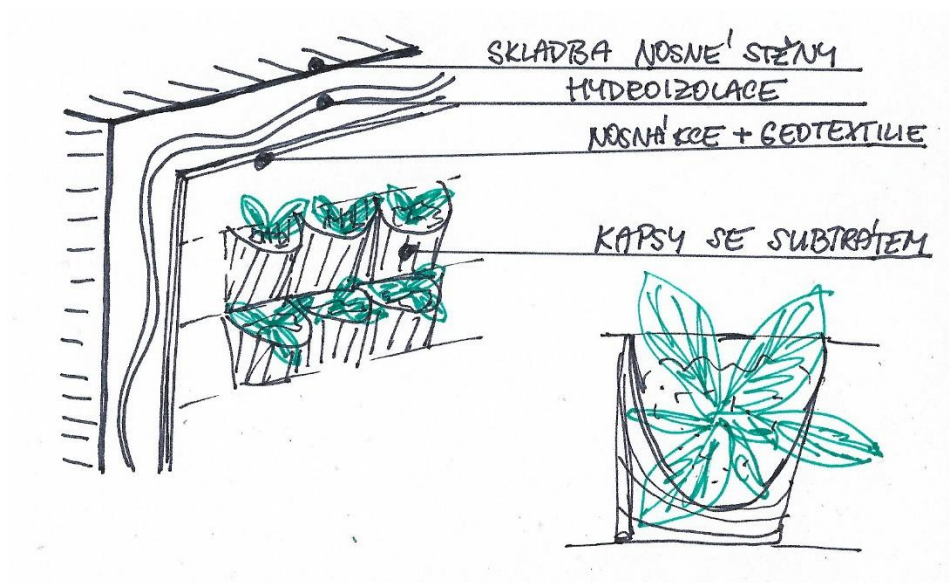
Na fasádu se připevní hliníkový nosný rošt tvořený sloupky a případně příčnými prvky pro zpevnění. Rošt se kotví k fasádě kotvami. Jedná se o obdobný způsob jako u lehkých obvodových plášťů. Na rošt se natáhne dodatečná PVC hydroizolační fólie, jelikož zelená fasáda je vlastně trvale vlhký povrch. Přes hydroizolaci se k roštu pomocí šroubů připevní jednotlivé truhlíky se zeminou a vegetací. V podélných rozestupech mezi truhlíky se instalují závlahové hadice, aby byla fasáda bezúdržbová.



Obrázek 14: Schéma květináčového systému

#### d) Flexibilní vaky z geotextilie

Obdobný způsob jako u květináčového provedení. Rozdíl je ve způsobu umístování rostlin – místo truhlíků jsou sazenice uloženy do textilních vaků naplněných substrátem. Vaky jsou položeny na podélné žlaby, které jsou kotvené k nosnému roštu, nebo jsou součástí větší zavěšené a ukotvené geotextilie. Výhodou jsou větší tvarové možnosti, které nejsou dosažitelné kombinací truhlíků. Zároveň je možné rostliny sázet v hustším rastru a tím skrýt samotnou konstrukci.



Obrázek 15: Schéma kapsového systému



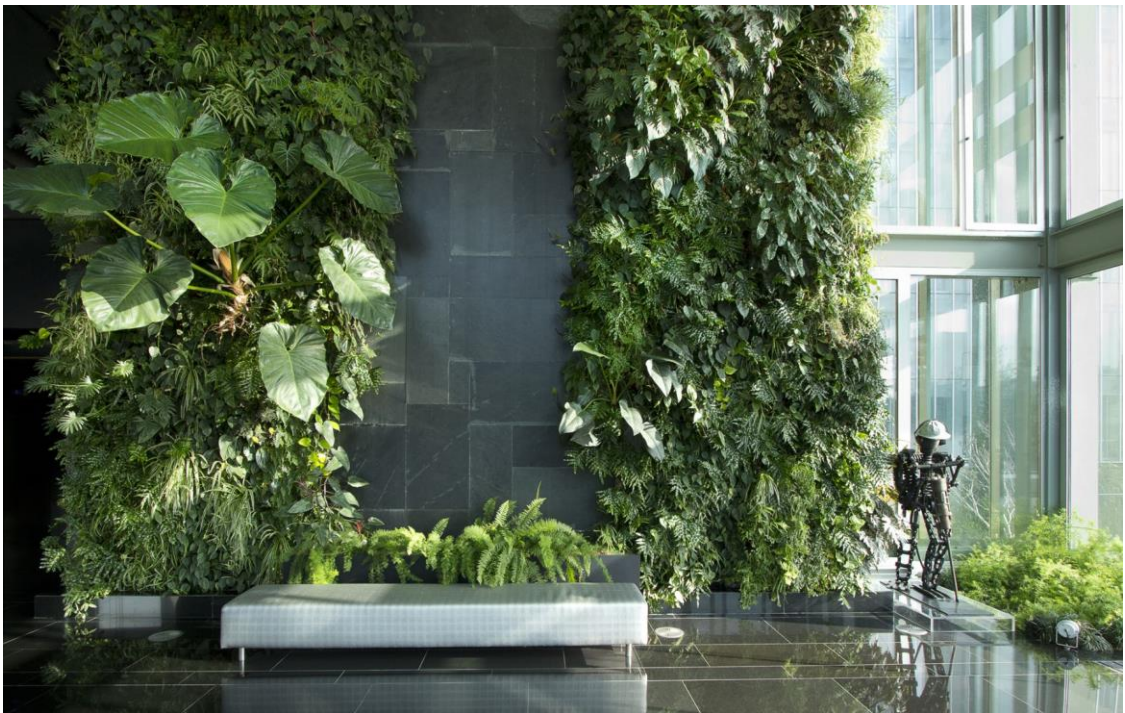
Obrázek 16: Kapsový systém

## 5. Interiérové zelené stěny

Způsob aplikace zeleně na stěny v interiéru je stejný jako v exteriéru a jsou zde i stejné konstrukční možnosti, jediný rozdíl je, že rostliny nesadíme přímo do země, ale do připravených žlabů se substrátem.

Výhodou interiérových stěn je absence zimní sezóny, během které rostliny chřadnou. Je zde větší variabilita v kombinacích rostlin a je možné využít i exotické květiny. Obecně lze říci, že živé vertikální zahrady jsou silným architektonickým prvkem.

Nevýhodou může být opět existence vody a zvýšené vlhkosti v interiéru, případně drobní živočichové žijící v kořenech a v zelených částech rostlin. Z těchto důvodů není pravděpodobné, že se budou rostliny objevovat například v kuchyních restaurací, ale naopak spíše v atriu obchodního nebo kancelářského domu.



Obrázek 17: Zeleň v interiéru

## 6. Rostliny vhodné pro zelené fasády

Při výběru rostlin se zohledňuje estetický vjem a možnosti dané fasády, zejména množství světla a klimatické změny (pokles teploty, srážky, vítr,...). Vybrala jsem několik rostlin, které jsem rozdělila podle potřeby světla s pomocné konstrukce.

### Menší požadavky na světlo

- a) Klematis – pnoucí po podpoře
- b) Žumen – úponkový růst



Obrázek 18: Žumen

### Průměrné světlo

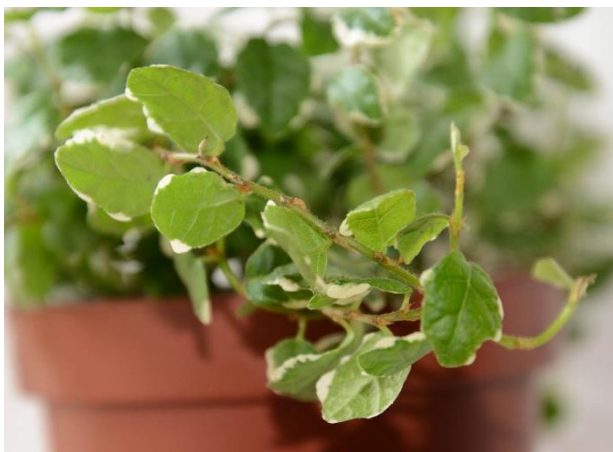
- a) Jasmínovník – pnoucí po podpoře
- b) Loubinec – samopnoucí



Obrázek 19: Loubinec

### Větší požadavky na světlo

- a) Fíkus – samopnoucí
- b) Hibernie – pnoucí po podpoře
- c) Réva vinná – úponkový růst



Obrázek 20: Fíkus

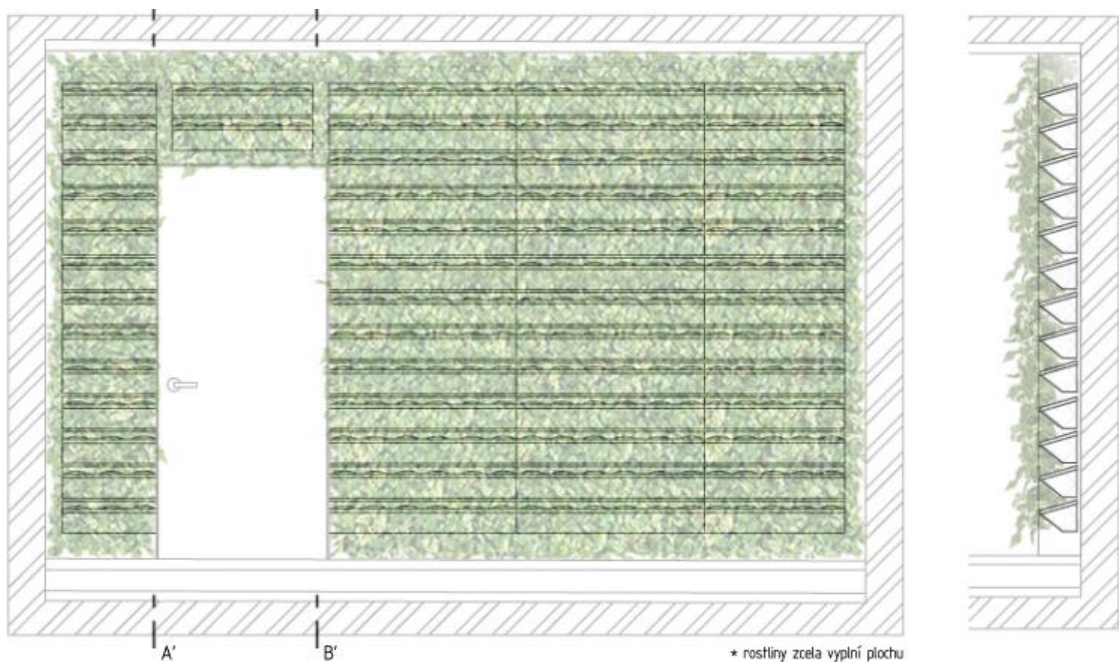




## Flower wall

Společnost zabývající se vertikálními stěnami v interiérech. Jejich systémy fungují na podobných principech, rozdíl je zejména ve způsobu pěstování rostlin. Vzhledem k tomu, že v substrátu rostlin mohou žít nežádoucí živočichové, byl nahrazen vodními kontejnery. Rostliny jsou pěstovány hydroponicky a veškeré živiny se rozpouštějí právě do vodního kontejneru.

Konstrukce obsahuje nosný perforovaný panel, který se instaluje na stěnu (je možný i sádrokarton, záleží na nosnosti stěny). Výrobce nepožaduje na stěně hydroizolaci. Na nosnou desku se upevní klik systémem kontejnery se skrytým přepadem, do kterých se vloží hydroponické rostliny ve vlastních obalech.



Obrázek 23: Flower wall

## Carl-Stahl

Společnost zabývající se obecně ocelovými prvky, ale nabízí i systémy pro ozelenění. Jedná se o systémy pro popínavé rostliny a jejich přichycování. V nabídce jsou kovové sítě, lana, kotvicí prvky a kombinace.



Obrázek 24: Pletivový rastr



Obrázek 25: Samopnoucí fasáda s podporou z ocelových lan

### Kotvení fasády



Obrázek 26: Ocelová kotva

## 8. Závěr

Zelené fasády jsou silným estetickým prvkem a dá se očekávat, že v budoucnu budou v architektuře přibývat. Jejich provoz není obecně komplikovaný, ale bohužel velmi závisí na klimatických podmínkách a změnách. Pokud budoucí uživatel budovy nechce riskovat častou výměnou rostlin, doporučila bych zelené stěny do interiéru, protože vytvářejí velmi působivé prostředí a jsou osvobozeny od teplotních výkyvů. Sama je rozhodně ráda využiji v další ateliérové tvorbě.

## 9. Zdroje a studijní materiály

- [1] BATOVEC, Václav. *Zelené fasády*. 2018. Diplomová práce. ČVUT Fsv.
- [2] *LIKO-S systém příručka*.
- [3] [online]. [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.zivestavby.cz/cs/>
- [4] [online]. [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <http://carlstahl-architektur.com/>
- [5] [online]. [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/zelena-fasada>
- [6] UFFELEN, Chris van. *Façade greenery: contemporary landscaping*. Salenstein: Braun Publishing, 2011. ISBN 978-3-03768-075-9.

### Obrázky

- [1] *San Francisco* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.homedit.com/green-facades-and-vertical-gardens/living-wall-on-san-francisco/>
- [2] *LIKO* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.zivestavby.cz/cs/liko-noe-zelena-fasada#gallery-1>
- [3] *Vertikální zahrada* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/afi-karlin-butterfly>
- [4] *Shorp Coronado Festival* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://livewall.com/portfolio-items/sharp-coronado-hospital-green-walls/?portfolioCats=119>
- [5] *Peets Coffee* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://livewall.com/portfolio-items/peets-coffee-in-san-diego/?portfolioCats=227>
- [6] *Samopnouchí fasáda* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: [https://www.stavbadomu.net/rubriky/svepomoci/vse-okolo-domu/zelene-steny-zdi-a-ploty\\_24443.html](https://www.stavbadomu.net/rubriky/svepomoci/vse-okolo-domu/zelene-steny-zdi-a-ploty_24443.html)
- [7] *Řez opěrným systémem, Autorský obrázek*
- [8] *Schéma opěrného systému, Autorský obrázek*
- [9] *Řez opěrným systémem, Autorský obrázek*
- [10] *Schéma opěrného systému, Autorský obrázek*
- [11] *Řez opěrným systémem, Autorský obrázek*
- [12] *Schéma opěrného systému, Autorský obrázek*

- [13] *Lankový systém se ztužujícím rámem* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <http://strand.cz/produkty/konstrukce-pro-popinave-rostliny-ozeleneni-fasad/>
- [14] *Schéma květináčového systému, Autorský obrázek*
- [15] *Schéma kapsového systému, Autorský obrázek*
- [16] *Kapsový systém* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.capecontours.co.za/living-green-walls/>
- [17] *Zeleň v interiéru* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.verticalgardendesign.com/>;
- [18] *Žumen* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/rostliny/zumen-cissus.html>
- [19] *Loubinec* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Loubinec>
- [20] *Fikus* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://prima-receptar.cz/fikus-palistkovy-ficus-pumila-roztomila-plazivka/>
- [21] *LIKO systém* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.liko-s.cz/>
- [22] *LIKO systém* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.liko-s.cz/>
- [23] *Flower Wall* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.flower-wall.cz/>
- [24] *Pletivový rastr* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://gruenstattgrau.at/produkt/rankhilfe-x-tend/>
- [25] *Samopnoucí fasáda* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.carlstahl-architektur.com/en/applications/facades/>
- [26] *Kotva ocelová* [online]. In: . [cit. 2019-12-07]. Dostupné z: <https://www.carlstahl-architektur.com/en/applications/facades/>