

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



Hydroponie jako součást inertního celku pro využití v architektuře

Bakalářská práce

Autor práce: Nad'a Sejkorová

Obor studia: Zahradnictví

Vedoucí práce: RNDr. Milan Skalický, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hydroponie jako součást inertního celku pro využití v architektuře" 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 23.4.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala RNDr. Milanu Skalickému, Ph.D., vedoucímu bakalářské práce, především za odborné vedení, trpělivost a ochotu při konzultacích.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Martinu Matoušovi a Ing. Anně Kubáňové z firmy Matouš hydroponie, kteří byli ochotni poskytnout cenné rady i spoustu materiálů pro zpracování práce. Zároveň chci poděkovat své rodině, která mi byla oporou po celou dobu mého studia.

Hydroponie jako součást inertního celku pro využití v architektuře

Souhrn

Bakalářská práce se zabývá možnostmi využití hydroponických systémů interiérových i exteriérových prostor. Je zde zpracován vhodný sortiment rostlin pro hydroponii na základě literární rešerše a vlastních pozorování z realizací a zkušeností s jejich uskutečňováním.

V literární rešerši jsou mj. zpracovány kapitoly o historii, klasifikaci využívaných hydroponických systémů, substrátech a vhodnost vybraných taxonů na základě mnoha parametrů. Charakterizovány jsou také parametry, které je nutno akceptovat, pro úspěšné pěstování v hydroponických systémech. Nechybí informace o původu jednotlivých rostlin, nároky na jejich pěstování a další nezbytné charakteristiky vč. rozdělení podle typu interiéru od chladných až po velmi teplé.

Práce poukazuje na význam pokojových rostlin, na jejich hygienickou, psychologickou a zejména estetickou funkci, která obohatí interiéry o nový charakter. Je možno využít skupinové výsadby rostlin či nechat rostlinu vyniknout jako solitéru. Vzhledem ke klimatickým podmínkám v České republice jsou v současné době v popředí interiérové výsadby způsobem hydroponie.

Převážná část populace v terciální sféře pracuje v kancelářích, hotelech, nemocnicích a dalších uzavřených prostorech. Z tohoto důvodu je vhodná instalace zeleně do interiérů, jak formou mobilních nádob, nebo zelených stěn a to vše ve formě rozličných hydroponických systémů.

Klíčová slova: substráty, živný roztok, mobilní nádoby, vertikální zahrada, pokojové rostliny

Hydroponics as part of an inert assembly for use in architecture

Summary

Bachelor thesis focused on the use of hydroponic systems of interior and exterior spaces. There is a suitable assortment of plant hydroponics processed based on literature review and observations from realizations and experience with own realization.

In the literature overview there are, among others, processed chapters on the history, classification of used hydroponic systems, substrates and suitability of selected taxa based on many parameters. Characterization that must be accepted for successful cultivation in hydroponic systems. There is also information about the origin of plants, their cultivation and other necessity characteristics incl. by type of interior from cold to very high.

Work on the importance of houseplants, their hygienic, psychological and especially aesthetic function, which enriches interiors with a new character. It is possible to use group plantings of plants or let the plant stand out as a solitaire. Adaptation of conditions in the Czech Republic at the forefront of interior planting method of hydroponics.

Most people in the tertiary sector work in offices, hotels, hospitals and other enclosed spaces. For this reason, it is appropriate to install and modify the interiors, as made up of mobile containers or green walls, in various hydroponic systems.

Keywords: substrates, nutrient solution, mobile containers, vertical garden, houseplants

Obsah

1	Úvod	7
2	Cíl práce.....	8
3	Literární rešerše.....	9
3.1	Historie hydroponie	9
3.1.1	Historie v architektuře	10
3.2	Současný stav hydroponie a budoucnost	10
3.2.1	Současnost - Zelené obrazy, paravany a kapsáře.....	11
3.2.2	Současnost v zahraničí.....	13
3.2.3	Budoucnost hydroponických systémů	14
3.3	Výhody a nevýhody hydroponického pěstování.....	16
3.4	Druhy hydroponických systémů	16
3.4.1	Pasivní systémy.....	16
3.4.2	Aktivní systémy	17
3.5	Substráty pro hydroponii	19
3.5.1	Anorganické substráty	20
3.5.2	Organické substráty	22
3.6	Živný roztok.....	23
3.7	Popis hydroponické nádoby	24
3.8	Vertikální zahrady	25
3.9	Nárokové charakteristiky rostlin vhodných pro různé podmínky	26
3.9.1	Teplé interiéry- termofilní rostliny z tropických oblastí.....	26
3.9.2	Mírně teplé interiéry - rostliny z teplejších subtropických oblastí a rostliny z vyšších převýšení tropických oblastí.....	29
3.9.3	Chladné interiéry - subtropické rostliny (nebo rostliny s mírnými zónami)32	
3.10	Vlastní observace hydroponických realizací	34
3.10.1	Soukromé interiéry	34
3.10.2	Veřejné interiéry	35
4	Závěr	38
5	Literatura.....	39

1 Úvod

Hydroponie je využívána od pradávna. V posledních letech se zásadně změnily naše životní podmínky. Dříve se v domech topilo uhlím a to jen v jedné místnosti. V zimě se teplota pohybovala kolem 10 °C, byla vysoká relativní vzdušná vlhkost a zdi byly vlhké.

V dnešní době jsou moderní centrálně vytápěné prostory s velkými okny. Typické jsou zde vysoké teploty v létě, ale i v zimě, kdy je až o 15 °C více než dříve a nízká relativní vlhkost vzduchu. Proto je potřeba přizpůsobit sortiment rostlin tak, aby vyhovoval současným bytovým podmínkám a pracovním vyčerpáním lidem.

Co se týče technologií pěstování, ty se velmi dynamicky vyvíjejí. V dnešní době lidé nemusejí pěstovat rostliny pouze v substrátu, jak tomu bylo dříve, ale velmi populární je pěstování hydroponie. Ta umožňuje pěstovat rostliny bez zeminy a to pomocí živného roztoku. Možné je i pěstování vertikálně na stěnách. Příkladem mohou být vertikální zahrady či zelené obrazy.

Je třeba brát v úvahu nároky na životní podmínky rostlin, aby se jim správně dařilo. Ty jsou dány místem, odkud pochází.

Hlavní výhodou hydroponického pěstování je především čistota, nižší náklady na údržbu, menší výskyt chorob a patogenů. Brickell et al. (2005) uvádí, že růst rostlin je rychlejší a více pevnější, než v zemině. Pěstování rostlin touto metodou je vhodné nejen do prostředí, kde je kladen velký důraz na hygienické prostředí, jako jsou nemocnice, lázně, ale využívá se také ve veřejných prostorech, jako jsou hotely, kanceláře, školy a obchodní centra. Existuje mnoho vědeckých studií, které dokazují, že lidé obklopeni prostředím rostlin jsou více produktivní. V oblibě je i v soukromých interiérech, vhodné pro alergiky či do dětských pokojů.

2 Cíl práce

V této práci je cílem shromáždit informace o možnostech využití hydroponického systému pěstování rostlin pro využití v mobilních oknech, skříňkách a jiných architektonických objektů s ohledem na životní nároky rostlin. Informace byly získány formou literární rešerše. Bylo také dokumentováno prostředí v současných realizacích a navržena doporučení na údržbu vč. případných návrhů na výběr vhodnějších rostlin.

3 Literární rešerše

V literární rešerši budou popsány druhy hydroponických systémů, volba inertních celků pro hydroponické pěstování rostlin v architektuře. Nárokové charakteristiky rostlin vhodných pro různé podmínky a jejich výběr pro využití v architektuře.

3.1 Historie hydroponie

Hydroponie jako způsob pěstování, má svojí dlouholetou historii. Vědci hledali látku, která bude umožňovat život rostlin, růst a vývoj.

Až do novověku platila zásada, že se rostliny vyživují přímo organickými látkami půdy, ve které žijí. Tento přírodní zákon formuloval slavný řecký filosof Aristoteles (384 - 322 p. n. l.).

V 17. století se lidstvo dočkalo nového objevu. Všestranný holandský učenec Baptista van Helmont (1577 - 1644) vyjádřil své pochybnosti o pravdivosti Aristotelova teoretického názoru. Byl autorem nauky o nadřazenosti vody a vzduchu jako prvků umožňujících existenci živých organismů.

Tato teorie ho přiměla k domněnce, že půda má pouze schopnost jímat vodu, kterou pak rostlina svými kořeny přijímá. Byl proveden pokus, kde Van Helmont dospěl k závěru, že živinou rostlin není půda, ale voda (Příbyl 1977).

O objev hydroponie se také zasloužil anglický lékař J. Woodward (1655 - 1728), který se snažil vyvrátit názor, že rostliny žijí pouze z vody. Založil proto v roce 1699 pokus, kdy pěstoval rostliny naprosto bez půdy. Dá se tedy říci, že před více než 270 lety vznikla hydroponie, i když cíl vědce byl v tu chvíli naprosto jiný, než ji dnes vnímáme. Woodward při vyhodnocování pokusu konstatoval, že tělo rostlin není tvořeno pouze vodou, tudíž voda není jedinou látkou, která umožňuje jejich život.

Rok 1730 přinesl další významný objev. Anglický farář a badatel St. Hales (1677 - 1761), podal důkazy, že nejen voda a humus, ale i vzduch umožňuje život rostlin. Poznatky zdůraznil jeho krajan J. Priestley (1733 - 1804), teolog, chemik, fyzik i politik. Ten v roce 1774 objevil se švédským lékárníkem Scheelem kyslík. Jejich poznatky byly naprosto nezávislé. Do poloviny 19. století badatelé nebyli stejného názoru. Jedna skupina se domnívala, že rostliny přijímají z půdy anorganické látky. Druhá skupina se řídila tzv. humusovou teorií. Ta prosazovala názor, že nejdůležitější prameny výživy se nacházejí v půdě a tvoří minerální sloučeniny, ale organické složky, především humus. Tato teorie byla ovšem v roce 1840 vyvrácena německým chemikem J. von Liebigem. Ten vypracoval svoji minerální teorii a tím dal základ dnešní agrochemii. Liebigův francouzský profesor J. B. Boussingault přispěl svými pokusy se zavedením Woodwardových „vodních kultur“ a pěstováním rostlin v čistém písku, nasyceném pouze živným roztokem. Dokázal tím, že rostliny jsou schopny žít i v prostředí, bez dostupnosti humusu.

Rok 1860 je považován za dobu vzniku metody pěstování rostlin bez půdy. Objeviteli „vodní kultury“, jak ji sami nazvali němečtí profesori W. Knop (1817-1901) a J. Sachs (1832-1897), přišli na myšlenku, pěstovat rostliny pouze ve skleněných válcích naplněných roztokem živin. W. Knop je autorem také prvního roztoku živin, který je dnes považován za historicky velmi cenný materiál (Příbyl 1977).

V první polovině 20. století převzali Američané vědecké pokusy z Evropy převážně pěstování plodonosné zeleniny. Pokusy probíhaly pod vedením prof. Dr. W. Gericke na pozemcích university Berkeley ve Spojených státech. Ten v roce 1929 použil jako první termín hydroponie a dokázal, že v budoucnu může mít značný význam. Tím donutil odborníky k diskusím o možnostech jejího využití. V USA několik podniků pěstuje zeleninu v hydroponických bazénech a v Japonsku produkce zeleniny sloužila pro zásobování vojenských jednotek. Evropa jeví zájem spíše o pěstování ve sklenících, převážně květin.

V letech 1932-1933 založil v Polsku prof. W. Piotrowski v malém zahradnickém závodě pokusy, které se zabývaly pěstováním rané zeleniny a částečně i květin. Roku 1937 dosáhl sovětský agrochemik D. N. Prjanišnikov, pokusu při pěstování zeleniny. Dodnes je Sovětský svaz zemí, který patří k největším v Evropě, co se zahradnických závodů týče.

V Německu 1936 - 1939 pěstovali v Lemgu hydroponicky karafiáty k řezu, které jeví vyšší výnosy, nežli pěstované v půdě. Hydroponie se zde stala velmi populární, což platí dodnes. Ve Švýcarsku vznikla koncem padesátých let metoda skupinových výsadeb ve velkých hydroponických nádobách, které ocenili hlavně domácí pěstitelé.

Historie v České republice je poměrně mladá. Ve čtyřicátých letech prováděli pracovníci vysokých škol v Čechách a na Moravě pokusy s pěstováním rajčat, kukuřice a dalších druhů užitkových plodin. V roce 1967 podnik Sady, lesy zahradnictví vybudoval v jednom ze svých středisek hydroponické zařízení (šterkovou kulturu), které sloužilo k pěstování toulivky (*Anthurium*) k řezu. Kvalitou rostliny odpovídají pěstování v zemině a ještě k tomu dochází k velké finanční úspoře.

Koncem 60. let 20. století ve stejném podniku ing. M. Volf ověřoval zkoušky větších hydroponických nádob určených do interiéru. Dnes tyto nádoby nalezneme na trhu pod názvem hydrostolky (Příbyl 1977).

3.1.1 Historie v architektuře

Jedná se o jednu z nejstarších výsadeb v hydroponii. Podstavec býval vyroben z ocelových dutých profilů. Je z dřevěného obalu a v něm je umístěna vana z novoduru. Tím je zaručena vodotěsnost. Stěny se směrem ke středu zužují, pro případné vyjmutí vany z obalu. Pro výsadbu se používal keramzit, ve kterém byl umístěn vodoznak. Ten upozorňuje na sníženou hladinu vody i roztoku. Každá rostlina vyžaduje svůj kontejner, pro případnou výměnu (Příbyl 1977). Využíván byl především v hotelech, kancelářích a chodbách škol - viz (Obr. 1).

3.2 Současný stav hydroponie a budoucnost

V současné době se hydroponie využívá při pěstování květin a některé zeleniny ve sklenících (nejvíce Nizozemsko, Dánsko, Belgie a Německo), kde pomocí moderních technologií je dosahováno vysoké, kvalitní produkce. Velkým hitem je pěstování květin v interiérech. Převážně ozelenování společenských, kancelářských i obchodních prostor. Velké zastoupení má také v laboratořích a pokusných stanicích (Vaněk et al. 2012).

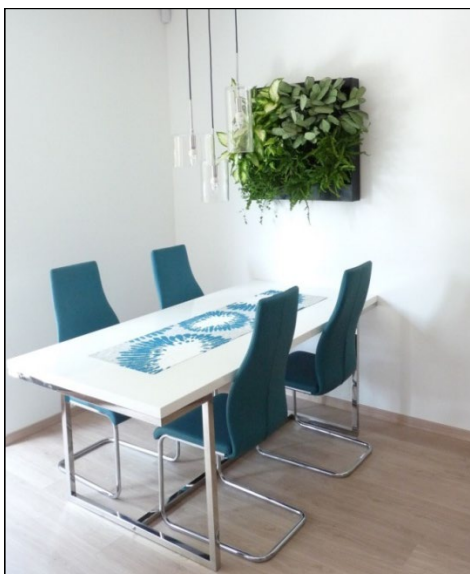


Obr. 1. Ukázka hydrostolku (historická realizace) v SZŠ Kopidlno.
Zdroj: autorská foto

3.2.1 Současnost - Zelené obrazy, paravany a kapsáře

Jedná se o elegantní řešení využití rostlin v interiéru, kde není dostatek místa. Je to v podstatě jednodušší a cenově dostupnější variantu zelených stěn. Základem obrazu je designový rám, který obsahuje zavlažovací systém se zásobníkem vody. Zásoba vody rostlinám vydrží 4 – 6 týdnů. Údržba je minimální, systém kazet je snadno vyměnitelný. Výhodou je, že není třeba žádné elektřiny ani čerpadla. Lépe vynikne při vhodném osvětlení. Vhodné umístění obrazů může být v kancelářích, hotelech, restauracích či nemocnicích. (Matouš Hydroponie 2016)

Zde by bylo vhodné použít například: *Philodendron scandens*, *Aglaonema silver*, *Chlorophytum ocean*.



Obr. 2. Ukázka zeleného obrazu.

Zdroj:

<http://www.zahradanastenu.cz/obrazy-z-zivych-rostlin/obrazy-na-zakazku/>

Mobilní zelené paravany

Nejlépe se hodí pro rozdělení místností. Konstrukci tvoří designový rám na pevném základu. Prostor rámu je na šest kazet s rostlinami po obou stranách. V rámu je zaveden integrovaný zavlažovací systém se zásobníkem vody. Lze je libovolně přemístit dle potřeby. (Matouš Hydroponie 2016)

Kapsáře na květiny

Jedná se o závěsné obaly na květiny od společnosti BloomingWalls. V České republice se prodejem zabývá především společnost K+K zahrada s.r.o. (<https://www.bloomingwalls.ie>) Obaly jsou vyráběny ve dvou variantách AMMA a PEVA. Kapsáře AMMA, jsou vyrobeny z akrylové tkaniny s odolnou vrstvou proti UV záření, odolnost proti vodě, vlhku i nečistotám, dutíž je možnost využití v interiéru i exteriéru. PEVA kapsáře jsou vyrobeny z vysoce pevného polyesteru s oboustrannou PVC vrstvou. Je vhodný pro venkovní stanoviště.

Kapsáře ušetří místo a dokáží rozzářit prostor. Také jím můžeme zakrýt i esteticky nevzhledné zdi. Barevné kombinace jsou vhodné i do dětských pokojů – viz Obr. 3.



Obr. 3. Ukázka kapsáře na květiny (vlevo) | Magnetické květináče (vpravo)

Zdroj: <http://www.designatak.cz/produktovy-design/kapsare-na-kvetiny-jitka-dankova> | <http://www.kvetoucisteny.cz/magneticke-kvetinace/>

Magnetické květináče

Systém magnetických květináčů KalaMitica od italské firmy, představuje další možnost využití v architektuře. Je vhodný i pro pěstování v hydroponii. Květináče jsou pomocí magnetu připevněny k paravanu, kde se mohou květiny libovolně obměňovat – viz Obr. 3. (Matouš Hydroponie 2016)

3.2.2 Současnost v zahraničí

Spinner Hydroponics - jedná se o jediný rotační hydroponický systém od kanadské firmy, určen pro domácí uživatele. Tento systém je uzavřený a odvětrává ovzduší dvěma ventilátory. Zajišťuje i umělé osvětlení a samozřejmě zavlažování. Spinner se vyznačuje konstrukcí, kde jsou květináče na rostliny uspořádány do kruhu. Ty jsou naplněny čistým růstovým médiem, nebo minerální vlnou či kokosovým vláknem – viz Obr. 4. Pomocí rotace jednotlivých květináčů, je zajištěn světelný zdroj ze všech stran (<https://spinnerusa.com>).



Obr. 4. Spinner USA – současnost v zahraničí

Zdroj: <https://hydroponicsfarming.wordpress.com/category/hydroponics/page/2/>

AeroGrow - je kanadská firma, která vyrábí aeroponické systémy pro hydroponické pěstování rostlin pro domácí pěstitele. Jejich systémy mají teleskopické rameno s osvětlením a nabízejí automatické zavlažování i osvětlení. Systém automaticky upozorní na nedostatek vody. AeroGarden Ultra má navíc dálkový ovladač se software – viz Obr. 5., který předává informace a tipy pro pěstitele. Oblíben je pro pěstování bylin i květin v interiéru (<https://www.aerogarden.com>).



Obr. 5. AeroGarden s bylinkami (vlevo) | AeroGarden Ultra s bylinkami (uprostřed) | AeroGarden s květinami (vpravo)

Zdroj: <https://www.walmart.com/ip/6-Indoor-Garden-Soil-Free-Aerogrow-901011-1200/46652087> |
<https://www.walmart.com/ip/6-Indoor-Garden-Soil-Free-Aerogrow-901011-1200/46652087> |
<https://www.thegreenhead.com/2006/04/aerogarden-automated-indoor-kitchen.php>

3.2.3 Budoucnost hydroponických systémů

Urban Cultivator - jedná se o uzavřený hydroponický systém určený pro pěstování bylin a menších druhů zelenin, vyráběn kanadskou firmou (zaváděn aktuálně na trh). Design vypadá stejně jako myčka na nádobí a v domácnostech se připojuje i na stejné místo, kvůli napájení vody. Počítač ovládá cykly zavlažování, světla a aktivuje ventilátory na správné udržení vlhkosti a cirkulaci vzduchu. Existují dva druhy – viz Obr. 6. Menší verze je využívána v domácnostech a větší v restauracích. Výhodou je možný přesun na kolečkách (<https://www.urbancultivator.net>).



Obr. 6. Urban Cultivator – vhodný pro domácnost (vlevo) |
Urban Cultivator – vhodný pro restaurace (vpravo)

Zdroj: <https://www.indoorgardenshop.eu/urban-cultivator/urban-cultivator-residential> | <https://www.urbancultivator.eu/>

Phillips Biotower - Phillips navrhl samostatnou farmu, která produkuje různé kalorie potravin denně, bez jakéhokoliv znečištění prostředí, pomocí hydroponie. Kaskádovitý systém je navržen tak, aby živiny směřovaly shora dolů. Tento model je sestaven z pěti vrstev. Z vrchu jsou zastoupeny rostliny, pod nimi řasy, ryby a krevety a naspodu je organický podíl, viz Obr. 7. Optická vlákna zachycují světlo na rostliny a řasy vytváří kyslík pro ryby (<https://gizmodo.com/philips-biotower-puts-farming-in-the-kitchen-with-styl-5346810>).

Budoucností bude dle Schnitzler (2013) městská hydroponie, pro čistá města a bezpečnost potravin. Průzkumy ukazují, že do roku 2050 očekáváme celosvětově 9,2 miliardy obyvatel. Z toho 6,3 miliardami obyvatel bude obývat města a pouze 2,9 miliardy bude žít na vesnicích. „Urban hydroponics“, jak se městská hydroponie nazývá, bude dodávat čerstvé ovoce a zeleninu. Tato technologie snižuje spotřebu vody, minimálně znečišťuje životní prostředí a zdravotní riziko z potravin. Tato novinka se spojí vynálezem vzduch-dynoponiky a aquaponiky, která dokáže pěstovat ryby v nádržích a recyklovat jejich exkrementy a využít je jako organické hnojivo pro pěstování zeleniny pomocí hydroponie, viz Obr. 8.



Obr. 7. Phillips Biotower – budoucnost udržitelných hydroponických systémů

Zdroj: <https://gizmodo.com/philips-biotower-puts-farming-in-the-kitchen-with-style-5346810>



Obr. 8. Ukázka vnitřních prostor budovy (vlevo)

zdroj: <https://inhabitat.com/tag/hydroponics/>



Budoucnost hydroponie (vpravo)

zdroj: <https://www.weforum.org/agenda/2017/08/this-twisting-taiwan-tower-block-has-nearly-as-many-plants-as-central-park>

3.3 Výhody a nevýhody hydroponického pěstování

Hydroponie umožňuje přesné dávkování živin podle fáze růstu rostliny, ve které se právě nachází. Tyto živiny jsou pomocí roztoku dodávány v nejrychlejší formě. Vytváříme tím lepší podmínky oproti těm, které se nacházejí v zemině (Příbyl 1977).

Výhody hydroponie (Hydroponics 2017)

- Hydroponie může být použita i na místech, kde za normálních okolností je pěstování obtížné. Jako jsou sušší oblasti či chladné klimatické podmínky.
- Lepší kontrola obsahu živin a pH v rostoucím prostředí.
- Nižší náklady na vodu a živiny.
- Rychlejší růst a lepší přístup ke kořenům.
- Plodiny mají celkově vyšší výnosy.

Nevýhody

- Provozní náklady jsou vyšší, oproti pěstování v zemině.
- Možný výskyt fusariových chorob, nicméně spousta odrůd je již rezistentních.
- Hieke (2003) ve své publikaci uvádí další nevýhody: Při nesprávně zvolené zrnitosti substrátu se často tvoří rasy a při nízkých teplotách kořeny často odumírají a rostliny pomalu chřadnou.

3.4 Druhy hydroponických systémů

Dle Marečka (1996) hydroponické systémy dělíme na uzavřené a otevřené. Uzavřený systém je typický pro živný roztok, který je přiváděn k rostlině v pěstebních žlabech. Přebytečná voda odtéká do sběrné nádrže, která putuje do nádrže zásobní a zpět se přivádí k rostlinám. Většina systému odpovídá tomuto zařízení. Nedostatkem je však při recirkulaci živného roztoku možnost přenosu kořenových chorob z nemocné rostliny na zdravé. Proto jsou tyto systémy používány u plodin, které netrpí kořenovými chorobami nebo jsou proti nim odolné. V otevřeném systému je živný roztok naopak přiváděn k rostlině jednotlivě pomocí kapkovačů. Texier (2015) dělí tyto systémy dle distribuce živného roztoku na pasivní a aktivní.

3.4.1 Pasivní systémy

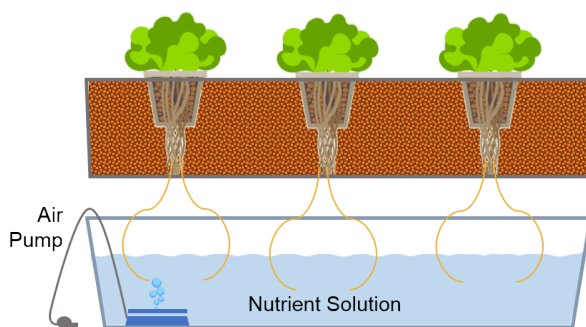
Knotový systém

Jedná se o nejjednodušší variantu hydroponického systému. Jako pasivní se označuje, protože se zde nepoužívá čerpadlo ani elektřina. K zavlažování zde slouží knoty vyžadující kapilární efekt. Jeden konec je ponořen do nádoby a živný roztok se samovolně nasává do druhého konce, který nalezneme v kořenové zóně. Tento systém, ale s půdním substrátem se běžně využívá v zahradnictví pro pěstování zejména pokojových rostlin. Půda si pomocí knotů a nasávací kapilární rohože udržuje stálou vlhkost – viz obr 9.

V inertním substrátu tato metoda funguje na jiném principu. V hydroponii do zálivky musíme přidat minerální soli, což vede k usazování zbytkových materiálů na podložce a knotech. Tím může dojít k přerušení cirkulace vody (Texier 2015).

Použití knotového systému: Do nádoby je umístěna rostlina s inertním substrátem. Nádoba je ve dvou třetinách rozdělena příčkou. V dolní části je umístěn rezervoár s živným roztokem. Knot, který je vyrobený z bavlny nebo jiného syntetického materiálu, prochází otvorem v příčce. Kapilární efekt vede k tomu, že knot dole nasaje živný roztok, který se po něm dostane nahoru ke kořenům (Texier 2015).

Nevýhoda knotových systémů je především funkčnost u větších rostlin, kde nastává problém, protože k růstu potřebují více vody i živin, než mohou z knotů dostat. Další nevýhodou je, že rostliny berou živiny a vodu, kterou potřebují a zbytek živin, zůstane v rostoucím médiu. To může způsobit nahromadění minerálních solí, proto je nutné jednou týdně proplachovat celé medium. Tento systém využíváme především pro malé rostliny, salát nebo bylinky. (<http://www.homehydrosystems.com>)



Obr. 9. Schéma knotového systému

zdroj: <https://www.leaffin.com/hydroponics-growing-systems/>

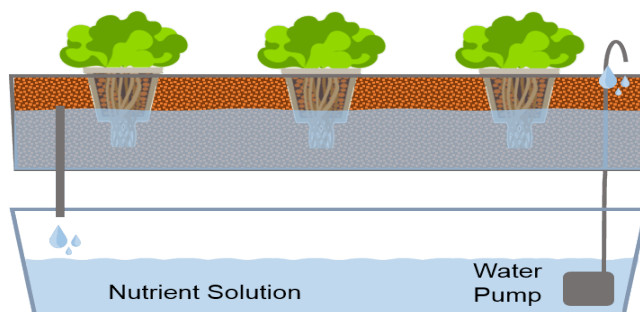
3.4.2 Aktivní systémy

Zaplavení a odvodnění

Tato metoda je označována také jako „Ebb and Flow“ což znamená příliv a odliv. Tento systém je velmi oblíben u domácích pěstitelů, především kvůli nízkým cenovým nákladům. Kořenový systém rostlin je zde zaplavován živným roztokem, který je poté odváděn pryč – viz Obr. 10.

Rostliny jsou v plastové pěstební nádobě a pod touto nádobou je umístěna nádrž na vodu. Časovač zapne čerpadlo a voda nebo živný roztok se pomocí trubice dostává do nádoby, ve které rostliny rostou. Po vypnutí čerpadla, živný roztok steče stejným otvorem, kterým se dostal nahoru. Na dně nádoby, ale zůstává zhruba 5 milimetrů vody, čímž je zajištěna dostatečná vlhkost pro kořeny. Při zavlažování voda čistí vzduch v kořenové zóně a přivádí kyslík.

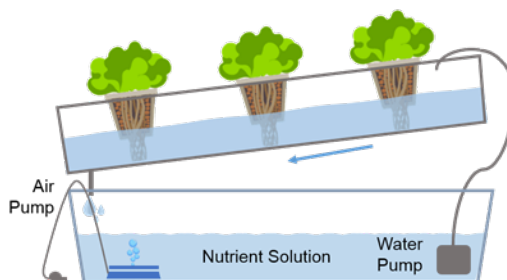
Nevýhodou tohoto systému je dodržování frekvence zalévání. Příliš častá zálivka může způsobit, že kořeny uhynou kvůli nedostatku kyslíku v kořenové zóně. Naopak nedostatečná zálivka vede ke zpomalení růstu rostlin (Texier 2015).



Obr. 10. Schéma Ebb and Flow systému
zdroj: <https://www.leaffin.com/hydroponics-growing-systems/>

Metoda živné vrstvy

Též nazývaný systém jako NFT „Nutrient Film Technique“ – viz Obr. 11. Tato metoda se využívá především pro pěstování rychle rostoucích plodin, salátů a koření. Do pěstební nádoby je přiváděn živný roztok, který vytváří na povrchu mělkou tekoucí vrstvu. Hlavní výhodou tohoto systému je okysličování. Po celé ploše pěstební nádoby se rozprostře živný roztok několik milimetrů silné tenké vrstvy a k reakci vody se vzduchem dochází v celé nádobě. Nevýhodou je zde šíření kořenových chorob, především houby *Pythium*. Největší riziko ovšem hrozí při výpadku proudu, kde může nastat až úhyn celé rostliny (Texier 2015).



Obr. 11. Schéma NFT systému
zdroj: <https://www.leaffin.com/hydroponics-growing-systems/>

Metoda tekoucího roztoku (DFT)

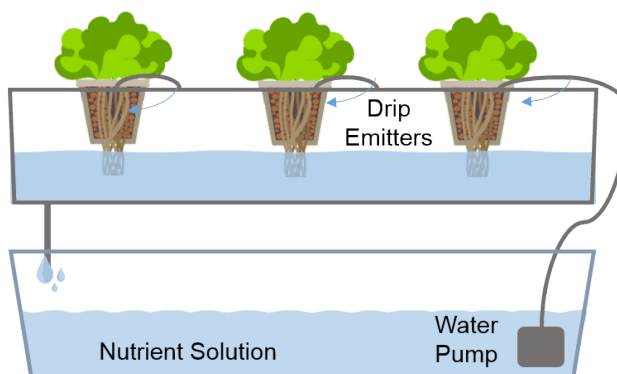
Jedná se o alternativu k systému metody NFT. Tento systém je založen na metodě tekoucího živného roztoku. Cirkulace roztoku z čerpadla do pěstební nádoby probíhá na stejném principu, akorát na dně se nevyskytují usazeniny. Kanály jsou postaveny v rovině a roztok je přiváděn hadičkou na jedné straně a odváděn na straně druhé. Oproti metodě NFT je zde výhoda proudění vody v hloubce 4 centimetry, tudíž je zde vyšší pufrční kapacita roztoku. Výpadek elektrického proudu, rostliny také významně neovlivní (Texier 2015).

Kapková závlaha (Drip systems)

Systém kapkové závlahy je jedním z nejpoužívanějších typů pro hydroponické pěstování. Nejvíce využíváný je komerčními pěstiteli. Nepotřebuje velké množství vody na zaplavení systému. Odkapává se zde živný roztok na kořeny rostlin, aby je udržel vlhký. Hlavní principy

jsou poměrně jednoduché, což vede ke snadnému používání i mezi domácími pěstiteli – viz Obr. 12.

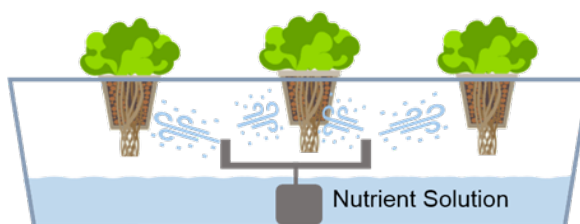
Komerční pěstitelé používají systémy bez recirkulace tedy odkapávání. Pomocí cyklických časovačů se nastavují zavlažování dle potřeby. Vody je dostatečné množství, aby navlhčila rostoucí médium. Důležité je živný roztok občas proplachovat čistou vodou, aby se předešlo hromadění živin v růstovém médiu (<http://www.homehydrosystems.com>).



Obr. 12. Schéma kapkového systému
zdroj: <https://www.leaffin.com/hydroponics-growing-systems/>

Aeroponie (vzdušná kultura)

Jedná se o poměrně jednoduchý, ale nejvíce technický systém – viz Obr. 13. Je to nejvhodnější způsob dodávání rostlinám živiny. Aeroponie umožňuje okysličování. Rostliny přijímají vodu i živiny ze vzduchu. V tomto systému je živný roztok přeměněn na mlhu pomocí ultrazvukové membrány o průměrné frekvenci a vibrací za sekundu. Při této fázi dochází k přeměně vody na hustou mlhovinu tvořenou malými kapičkami. Tyto výpary jsou též označovány jako „suchá mlha“. Velikou výhodou je, že na listech rostlin nezůstávají kapičky vody a tudíž se méně objevují plísňe. Na druhou stranu je ideální pro pěstování kořenů, které získají více kyslík, ale plody a květy budou menší (Texier 2015).



Obr. 13. Schéma aeroponie
zdroj: <https://www.leaffin.com/hydroponics-growing-systems/>

3.5 Substráty pro hydroponii

Pro hydroponické pěstování rostlin musí být použit substrát, který má jiné vlastnosti než zemina. Vyžadujeme od nich, aby chemicky neovlivňovaly roztok a samy nepodléhaly

chemickému vlivu roztoku a aby snášely trvale vlhké a mokré prostředí beze změn. Dříve pěstitelé používaly převážně substráty přírodního původu. Jak látky anorganické (šterk, drť, pemza) tak i organické (rašeliník) (Příbyl 1977).

Bezsubstrátový systém

Jedná se o pěstování rostlin pouze v živném roztoku, který vyžaduje jeho uzavřený oběh. Je to velmi výhodná forma pro pěstování některé zeleniny, především salátu rajčat a košťálovin. Z květin jsou to například gerbery a růže.

Je to velmi úsporný systém, který nemá vysoké pořizovací náklady a má levnější provoz (méně vody a živin). Nedochází k úniku živného roztoku do prostředí, proto jeho výhodou je šetrnost k životnímu prostředí. Hlavní nevýhodou se stává nebezpečí přenosu choroboplodných zárodků na zdravé rostliny, převážně náchylné ke kořenovým chorobám, což je zapříčiněno při cirkulaci roztoku. Mohou také nastat problémy s aerací, proto je nutné instalovat různé systémy na přívod vzduchu. Systém NFT (Nutriet Film Technique), rozprašuje živný roztok do prostředí a na kořenech zůstává jen filmová vrstva. Přebytečný roztok odkapává na dno nádoby. Tento způsob se jeví, jako nejvíce efektivní (Vaněk et al. 2012).

Substrátový systém

V dnešní době se používají minerální substráty, které řadíme mezi umělé (antropické). Tyto minerální substráty jsou tvořeny pouze anorganickými složkami. Mezi nejvíce používané patří např. keramzit, expandované jílové granuláty, láva, šterk, písek. Tyto materiály jsou nejvíce vhodné pro pěstování rostlin v interiérech. Na rozdíl od pěstování rostlin v zahradnickém substrátu je zde lepší zásobení vodou, prodloužení intervalu mezi zálivkami a nedochází tolik k přelití rostlin. Probíhá zde zásobení rostlin pomocí živného roztoku, který není minerálním substrátem chemicky ovlivněn. Těž substrát nepodléhá chemickému vlivu, tudíž snáší trvale vlhké prostředí. Substrát je také bez obsahu zárodků, chorob i škůdců. Je velmi lehký, proto umožňuje i snadnější manipulaci s nádobami (Bittnerová et al. 2011).

3.5.1 Anorganické substráty

Rockwool též nazýváno jako "kamenná vlna" je směsí tří minerálů (čedičového kamene, vápence a koku), které jsou roztaveny v pecích a poté slity dohromady. Konečný produkt se ještě za tepla spřádá do vláken, které jsou zpracovány do rohoží nebo kostek.

Rockwool je lehký substrát s velkou propustností a s živným roztokem je velmi neutrální. Avšak je zjištěno, že mírně zvyšuje hodnoty pH. Zvláště se rozpouští při pH 5. (Texier 2015)

V dnešní době jsou to nejvíce používané substráty ve sklenících, pro produkci květin a potravin. Výhodná je především cena, ale substrát s sebou nese i spoustu nevýhod. Při zalévání se voda nevsákne rovnoměrně do celé kostky nebo rohože, což znamená, že navrchu substrát vysychá a ve spodní části je přemokřen. Kvůli rychlému vysychání v horní části, dochází k usazování minerálních solí, které se musí odstranit proplachem čisté vody. Tím dochází k trvalému přemokření kořenů, které není dobré pro jejich růst a dochází k tvorbě plísní. Množí se zde také zelené řasy. Rockwool se používá maximálně pro tři sklizně, dále pro hydroponické pěstování není vhodný, kvůli ztrátě fyzikálních vlastností a pevnosti.

Zeolitové substráty obsahují velký podíl nerostů ze skupiny zeolitů. Ty vznikají zvětráváním bazických vyvřelých hornin a jsou velmi odolné vůči povětrnostním podmínkám. Jsou vododržné, chemicky i fyzikálně stálé. Neobsahují žádné škodlivé látky a jsou recyklovatelné.

Velkou výhodou zeolitů je především stálost vlastností. Výborně přijímají a zadržují vodu. Výjimečná je především vlastnost zeolitů, což je vysoká a vratná schopnost kationtové výměny, označující jako iontoměniče. Pokud dojde k poklesu koncentrace půdního roztoku, doplňují živiny, naopak při vyšším obsahu živin, snižují jejich absorpci. Výhodnou vlastností zeolitů je stálost. Nemění se během času.

Pro interiéry se připravují speciální minerální substráty ZEOSTRAT® a ZEOPONIC®, které napomáhají dlouhodobému růstu. Jsou vhodné pro pěstování pokojových rostlin, ale i moderní výsadbu stromů do interiéru (Bittnerová et al. 2011).

Keramzit patří mezi nejpoužívanější fixační substrát pro pěstování rostlin v hydroponii.

Základním materiálem je expandovaný speciální jííl, který vzniká v rotačních pecích za vysokých teplot. Při tomto procesu se malá zrna nafouknou a získávají esteticky i mechanicky zajímavý kulatý tvar. Bittnerová et al. (2011) uvádí, že pro vegetační úpravy veřejných interiérů slouží dva druhy zrnitostních frakcí. Jemnozrný keramzit s frakcí 4 - 8 mm vyžadují rostliny s jemnými kořeny (např. kapradiny), ale i mladé rostliny. Naopak velké rostliny se pěstují v hrubším keramzitu s frakcí 8-16 mm, který je vhodný do vnitřních nádob vyšších než 9 cm. Z povrchu keramzitu, rostliny přijímají vodu i živiny. Keramzit nám také umožňuje podpořit estetickou funkci. Na trhu je dostupný v mnoha barvách. Je to zcela nehořlavý materiál i plně mrazuvzdorný, tudíž je využíván i v jiných oborech. Velké uplatnění má ve stavebnictví.

Naším největším výrobcem Keramzitu je společnost LIAS Vintířov, který je prodáván pod názvem Liapor (Bittnerová et al. 2011).



Obr. 14. Typ keramzitu - Liapor
zdroj: autorská foto

Seramis® je porézní substrát (Obr. 15), vyrobený při vysokých teplotách z expandovaného westerwaldského jílu. Porézní hmota zrnitosti antuky je vysoce nasáklivá a umožňuje dobrý přístup ke kořenům. Díky vysoké nasáklivosti je výhodné, že pěstované rostliny zaléváme třikrát méně než pěstované v zemině. Stav závlivky vyžaduje kontrolu na vodoznaku. Substrát je hygienický a nedrží se v něm plísně ani hmyz. Neobsahuje žádné živiny, je pouze vzdušnou, nasáklivou hmotou, tudíž vyžaduje hnojení roztokem tekutého hnojiva při každé závlivce. Z důvodu zasolení, je doporučeno roztok použít při každé druhé závlivce. Používáme hnojiva s prvky N, P, K a obsahem stopových prvků. Je vhodný převážně pro pokojové květiny, ale i balkónové. Výhodou Seramis® je také přesazování, které je možné celoročně. Je zde použita kombinace organického a minerálního substrátu v poměru 1:2. V tomto případě se nejedná o čistou hydroponii, kde zásobení živinami probíhá pouze přes živný roztok (Matouš Hydroponie 2015a).

3.5.2 Organické substráty

Rašelina dle Vaňka (2012) se používala jako nakypřovací a provzdušňovací složka do zemin. Její fyzikální vlastnosti jsou závislé na způsobu těžby a velikosti částic. Rašelinu nelze řadit mezi hnojiva, protože není zdrojem živin. Má silně kyselou reakci pH 3,5 - 4,5 což má za příčinu pozvolný rozklad. Texier (2015) uvádí, že se rašelina využívá především ve směsích. Nejčastěji s pískem a hlínou, čímž se zvýší pH na neutrální hodnoty a vznikne vhodné prostředí pro mikroorganismy. Všechny druhy rašeliny výrazně zadržují vodu.

Pro hydroponické systémy se využívá pouze v inertních směsích.

Například: 80% pemzy, + 10% rašeliny + 10% kokosových vláken

Kokosové vlákno - substrát je vyráběn ze slupek kokosových ořechů a zpracovává se převážně na výrobu rohoží. Tento materiál je lisován do cihel, rohoží nebo kuliček a po přidání vody nám substrát dvojnásobně nabobtná. Nevýhoda kokosového vlákna je velký obsah chloridu sodného, což lze ošetřit výměnou sodíkových iontů za vápníkové. Poté neobsahuje velké množství soli. Udržuje v sobě velkou vlhkost, proto je dobré ho kombinovat se sušším substrátem například s keramzitem. 70 - 75% keramzitu o velikosti 8 - 16 mm + 25 - 30% kokosových vláken (Texier 2015).



Obr. 15. Seramis
zdroj: autorská foto

3.6 Živný roztok

Živný roztok musí obsahovat všechny potřebné živiny pro růst a vývoj rostlin. U makroprvků se sleduje množství i poměr živin a u dusíku i množství NO_4 a NO_3^- . V přijatelné formě musí být i mikroprvky. Složení roztoku závisí na pěstované plodině nebo růstové a vývojové fázi (Mareček 1994). Vaněk (2012) uvádí, že v současné době je k dostání několik variant živného roztoku, který musí splňovat určité požadavky. Velmi důležitá je zde úprava pH které by mělo být okolo pH 5. U pH nad 6,5 nastává problém s rozpustností a příjmem Fe a P i dalších prvků. Je zde možnost upravit pH živného roztoku pomocí HNO_3 . Důležitá je také přiměřená koncentrace solí, která se pohybuje okolo 0,2 % (2 g solí/ 1 L). Obsah solí by měl být takový, aby se osmotický tlak pohyboval v rozpětí 20 – 50 kPa, což je vhodné pro příjem vody i živin. Dle Marečka (1996) se u mladých rostlin dodává nižší koncentrace roztoku, která se zvyšuje až u starších rostlin.

Příprava živného roztoku

Při přípravě se použije pouze takové množství vody, které se ihned spotřebuje. Vodu je zapotřebí upravit na správné pH 5,5 -6,5. Můžeme ji použít na doplňování roztoku 4 - 6 týdnů. Po delší době by mohlo dojít ke změně chemických vlastností. Při rozpouštění solí je používána temperovaná voda 22 - 24 °C. Pokud je voda chladnější, je nutné počkat, až se teplota srovná s

teplotou v místnosti. Připravovaný roztok z prášku nebo tablety důkladně zamícháme a dvě hodiny necháme ustát, abychom slitím případně oddělili usazeniny. Nádoby musíme volit takové, aby odolali působení chemikálií (skleněné, porcelánové, smaltové). Nevhodné jsou pozinkované, měděné nebo mosazné. Důležitá je také kontrola hladiny roztoku. Do hydroponické nádoby se živní roztok napouští plastovou trubičkou, která má dole několik otvorů a nahoře je zakončena oddělitelným víčkem. Výška roztoku nedosahuje na okraj nádoby, ale vždy o 2 centimetry níže. Vodoznak kontroluje výšku hladiny roztoku, pomocí plováku uvnitř trubice (Příbyl 1977).

Mezi speciální hnojiva patří například Herbapon a Hydroponix, Wopil nebo Hydral.

Herbapon je využíván nejen pro hydroponické pěstování, ale i pro přihnojování květin v zemině. Obsahuje 15 % N, 8 % P; 31 % K a další 3 základní a 5 stopových prvků. Je dobře rozpustný ve vodě a využívají ho pěstitelé pro velkovýrobu i soukromí pěstitelé. Výhodné je jeho celoroční použití a nijak neovlivňuje reakci roztoku. Nevýhodou je naopak hygroskopičnost, proto se musí skladovat v suchu. Vyrábí se v tabletách nebo prášku (Příbyl 1977).

- Hydroponix je vyráběn pouze v tabletách. Pomalu se rozpouští a na dně zůstávají zbytky balastních látek. Není tolik účinný jako Herbapon.
- Worpil je koncentrát živných solí, obsahuje 15 % N, 15 % P₂O₅, 24 % K₂O a další 3 hlavní a 6 stopových prvků. Je velmi dobře rozpustný a má vysoký obsah dusíku a fosforu.
- Hydral je hnojivo, které bylo vyvinuto přímo pro pěstování v hydroponii. Obsahuje 8 % N, 5 % P, 20 % K a vitamin B1, k tomu další hlavní prvky a 24 stopových prvků. Vyrábí se jako prášek i jako tablety (Příbyl 1977).
- V dnešní době je možno využít i iontovýměnné hnojivo v kapslích nebo textilních sáčcích. Každou zálivkou je dodáváno hnojivo. Živné ionty uvolní dle velikosti nádoby, tudíž nedochází k ohrožení vysoké koncentrace roztoku. (Matouš Hydroponie 2014)

3.7 Popis hydroponické nádoby

Nádoba se dle Matouš Hydroponie (2015b) skládá z:

- vnější obal - dekorativní nádoba, sloužící pro vložení vnitřní nádoby s rostlinou
- vnitřní nádoba - vyrobená z plastu, ve spodní části jsou otvory na prorůstání kořenů, rostliny jsou zasypány keramzitem a je zde otvor pro vodoznak
- indikátor stavu vody (vodoznak) - určuje hladinu živného roztoku
- keramzit- rostliny přijímají vodu z jeho povrchu
- živný roztok - možnost přidání tekutého hnojiva při každé zálivce, nebo použití iontovýměnné hnojivo, které zajistí výživu až 6 měsíců



Obr. 15. Schéma hydroponické nádoby vč. vodoznaku (vpravo)
zdroj: autorská foto

3.8 Vertikální zahrady

Další možností využití hydroponie jsou vertikální zahrady nazývané též jako zelené stěny, které nejsou žádnou novinkou. Již dříve se nechávali zdi zarůstat například přísavníky i jinými popínavými rostlinami (Texier 2015). V posledních letech se dostávají do popředí. Jejich výhodou je možné využití v interiérech i exteriérech. V dnešní době nejsou pouze záležitostí v zahraničí, ale hojně se prosazují i v České republice.

Během posledních desetiletí bylo provedeno několik průzkumů, které dokazují, že zelené stěny mohou přispět ke zlepšení a obnově městského prostředí, zlepšení kvality vzduchu, snížení teploty v letních měsících. Tyto systémy podporují terapeutický účinek, který vyvolává psychickou pohodu člověka. Přítomnost vegetace také může zvýšit hodnotu nemovitosti a funguje i jako tepelná a akustická ochrana. Nedávné studie dokazují, že energetické nároky na vytápění či chlazení jsou nižší. (Manso & Castro-Gomes 2015).

Vliv zelené stěny na pracovní prostředí

Výzkumy dokazují, že v pracovních prostorech, zelené rostliny výrazně ovlivňují prostředí. Nejen z hlediska estetické funkce, ale především osoby, které pracují v tomto prostředí, jsou výkonnější, odolnější vůči stresu a jsou méně nemocní. Díky zvýšené vzdušné vlhkosti, kterou rostliny zajišťují se nám, i lépe dýchá. Rostliny také pohlcují prach a škodlivé látky. (Matouš Hydroponie (2015c))

Existují dva patentované systémy vertikálního pěstování. Patří mezi ně GRÜNE WAND a MUR VÉGÉTAL. Vytvoření zelených stěn vzniklo na základě vědeckých výzkumů na redukci škodlivých vlivů v pracovním prostředí (Čermáková & Mužíková 2009)

Zelená stěna „LeMurVégétal“

Múrvégétal znamená rostlinná stěna. Vymyslel ji francouzský zahradní architekt Patrick Blanc. Na zahradním festivalu roku 1994 v Chaumont – Locire ji představil veřejnosti. Starší stěny tvořily našité kapsy na plsti Aquanape, do kterých se rostliny vkládaly. Ve městě

Chaumont – Locire rostliny vydržely pět let. Patrick Blank se řadu let věnuje výběru vhodných rostlin. V dnešní době vegetační stěny sestávají z 10 mm tlustých desek z PVC. Tyto desky se upevňují na kovový rám ve vzdálenosti 10 cm od zdi. PVC zabezpečuje tuhost konstrukce a slouží také jako hydroizolační vrstva. Desky jsou pokryté dvěma vrstvami polyamidové zahradnické plsti, která je nasávkavým růstovým podkladem pro rostliny. Rostliny se vysazují do kapes, které se vytvoří zářezy do plsti. Výsadba závisí na druhu a kultivaru rostlin. Obecně se počítá s 20 rostlinami na jeden m². Výška stěn je neomezená. V horní části zelené stěny je umístěn systém perforovaných hadic, který zásobuje rostliny vodou. V případě hodně vysokých stěn, je třeba zajistit rovnoměrnou závlahu několika řadami zavlažovacích hadic. Závlaha je řízena automaticky. Spolu s vodou je k rostlinám dodáván i živný roztok. Tyto stěny jsou vhodné jak do interiéru, tak exteriéru. V případě nedostatku světla v interiéru je možnost osvětlení fotosynteticky aktivními světly (Čermáková & Mužíková 2009). Bittnerová et al. (2011) uvádí životnost tohoto systému je předběžně odhadnuta na 30 let.

Zelená stěna „GrüneWand“

Tento systém má německý původ. Vysoká koncentrace rostlin zlepšuje klima a zmírňuje škodlivé účinky různých kancelářských technologií. Vertikální deska pokrytá pěstebním médiem na bázi aranžovací hmoty je porostlá pokryvnými nebo liánovitými rostlinami. Desky jsou zavěšeny na nosné konstrukci z kovu, z jedné nebo obou stran a tím vytváří zelenou stěnu, která může oddělit prostor. Výška se pohybuje mezi 120 až 150cm. Zálivka je zde řešena kapkovou závlahou, řízená automaticky a je v ní přidán živný roztok. Vodní zásoba je kontrolována elektronicky. Zvukový signál dokáže oznámit její přebytek či nedostatek. Zelené stěny se realizují i do míst, méně osvětlených. Je tedy vhodné doplnit přídatné světlo (Bittnerová & Martínek 2007).

3.9 Nárokové charakteristiky rostlin vhodných pro různé podmínky

Pro hydroponické pěstování nejsou sice vhodné všechny rostliny, ale přesto je jich k výběru celá řada. Následující seznam vhodných rostlin do interiéru je sestaven z informací dostupné literatury a z odborné konzultace zaměstnanců firmy Matouš Hydroponie.

Tento seznam vychází z publikací (Brookes 1992, Hieke 2003, Heitz 2005, Vít et al. 1994), které jsou rozděleny do tří kategorií dle požadavků na teplotu.

3.9.1 Teplé interiéry- termofilní rostliny z tropických oblastí

Do této skupiny spadají termofilní rostliny z tropických oblastí. Je zde nejvyšší teplota, která je vyrovnaná během dne i noci kolem 18 až 25 °C. V zimě se teplota pohybuje 18 – 22 °C nejméně i 15 °C.

Mezi vhodné druhy patří například: *Codiaevum variegatum*, *Calathea makoyana*, *Phalaenopsis* sp., *Dieffenbachia seguine*, *Philodendron erubescens*

Používají se ve většině interiérů. Převážně v nemocnicích, restauracích, vytápěných administrativních budovách i v rodinných domech. Krásné jsou jako solitéry nebo mohou vytvářet i seskupení.

***Codiaeum variegatum* - kroton**

- čeleď: *Euphorbiaceae* - pryšcovité
- původ: Jihovýchodní Asie
- výška: do 100 cm
- nároky na světlo: polostín
- okrasná listem - barva: bílá, žlutá, oranžová
- denní teplota v létě: okolo 20°C
- denní teplota v zimě: min. 15°C
- nedostatek světla - ztráta barevnosti listů
- nižší teploty - opad listů
- vysoká vzdušná vlhkost
- nesnáší průvan a studenou půdu v zimě
- množení: vrcholovými řízků - uprostřed teplého léta, 10 cm dlouhé výhonky, které mají 4 až 5 listů
- k zakořenění potřebuje teplotu nad 25°C, trvá 2 až 4 týdny, poté je vhodné, aby se vrchol těchto mladých rostlin zaštipl, podpoří se tím jejich rozvětvení.
- důležitá je také vysoká vzdušná vlhkost - až 90%
- při řezu vytéká mlékovitá šťáva, která je jedovatá (dráždí pokožku a sliznice)
- hnojení: v době vegetace - každých 14 dní standardním tekutým hnojivem s vyšším množstvím draslíku
- v zimě přihnojujeme 1x za měsíc.
- přesazování: vždy na jaře v případě, že kořeny vyplní květináč
- starší rostliny přesazujeme od března do července
- mladší rostliny častěji, starší jednou za dva, tři roky
- substrát: zeolitový keramzit
- škůdci: svilušky, třásněnky, vlnatka
- choroby: skvrnitost a opadání listů
- tvarování a stříh: zaštipneme až v požadované výšce
- předpěstování: mladé rostliny zakořeňují v perlitu, poté převést na hydroponii
- velikost nádoby: průměr 16 cm

***Calathea makoyana* - kalatea**

čeleď: *Marantaceae* - marantovité

- původ: Tropická Amerika
- výška: 20 - 100 cm
- vysoké, štíhlé stonky drží oválné listy - 12-30 cm
- list: světle zelený s tmavě zelenými linkami na vnějších okrajích
- nároky na světlo: polostín - stín
- denní teplota v létě: okolo 20°C
- denní teplota v zimě: min. 18°C
- časté rosení
- vysoká vzdušná vlhkost
- nemá ráda vápník
- hnojení: jaro, léto - každých 14 dní tekutým hnojivem
- zima - jednou za měsíc
- předpěstování: v perlitu
- přesazování: na jaře, jednou za 2 roky
- substrát: zeolitový keramzit
- škůdci: svilušky, štítenky
- tvarování a stříh: netvaruje se

- suchý vzduch z ústřední topení: svinování listů
- velikost nádoby: průměr od 12cm

***Phalaenopsis* sp. - mŕrovec**

čeleď: *Orchidaceae* - vstavačovitě

- původ: Indie, jihovýchodní Asie, Indonésie, Filipíny, severní Austrálie
- výška: 30 -60 cm
- barva: bílá, žlutá, oranžová, červená, fialová, růžová
- okrasná: květem
- nároky na světlo: polostín, v zimě světlo
- denní teplota v létě: 20 - 22 °C
- denní teplota v zimě: min. 15 °C
- časté rosení
- vysoká vzdušná vlhkost
- rozmnožování: generativně
- přesazování: na jaře, jednou do roka
- tvarování a stříh: lze tvarovat květenství
- předpěstování: in vitro
- substrát: keramzit
- velikost nádoby: průměr od 10cm
- škůdci: svilušky
- choroby: houbové – při přelití

***Dieffenbachia seguine* – Dieffenbachie pestrá**

čeleď: *Araceae* - áronovitě

- původ: Tropická Střední a Jižní Amerika
- výška: do 2 m
- nároky na světlo: polostín, ne přímé slunce
- ozdobná listem
- v temné místnosti se ztrácí panašování
- denní teplota v létě: okolo 20°C
- denní teplota v zimě: min. 18°C
- nesnáší průvan v zimě
- vysoká vzdušná vlhkost
- časté rosení
- hnojení: od začátku jara do poloviny podzimu každých 14 dní tekutým hnojivem
- přesazování: na jaře, jednou za 2 roky
- substrát: zeolitový
- tvarování a stříh: bez tvarování, max. zakrácení terminálního výhonu
- předpěstování: množí se řízky
- velikost nádoby: průměr květináče 20cm
- škůdci: svilušky, třásněnky, mšice
- choroby: houbové (ve špatných podmínkách)
- varování: všechny části obsahují dráždivé rafidy kyseliny šťavelové

***Philodendron erubescens* – filodendron**

čeleď: *Araceae* - áronovité

- původ: tropická Amerika
- druh: popínavá pokojová rostlina
- patří mezi liány a vytváří i vzdušné kořeny
- výška: 50 - 150 cm
- list: zelený, dlouze srdčitý až klínovitý, čepel na líci lesklá, tmavě zelená, na rubu načervenalá
- nároky na světlo: polostín
- denní teplota v létě: okolo 20°C
- denní teplota v zimě: min. 15°C
- vysoká vzdušná vlhkost
- hnojení: na jaře, v létě - každých 14 dní - tekutým hnojivem
- přesazování: na jaře, jednou za 2 roky
- substrát: keramzit
- tvarování a stříh: zakracování výhonů, možnost pnutí po opoře
- předpěstování: množení řízků
- velikost nádoby: průměr 17 cm
- škůdci: svilušky, štítenky, červci, mšice

3.9.2 Mírně teplé interiéry - rostliny z teplejších subtropických oblastí a rostliny z vyšších převýšení tropických oblastí

Rostliny pocházející z teplejších subtropických oblastí a rostliny z vyšších převýšení tropických oblastí. Vyžadují teplotu v interiéru kolem 18 - 22°C v zimním období může klesnout na 15 - 12°C.

Mezi vhodné druhy patří: *Kalanchoe blossfeldiana*, *Marantha leuconeura*, *Nephrolepis exaltata*, *Ficus pumila*, *Monstera deliciosa*

***Kalanchoe blossfeldiana* - kalanchoe**

čeleď: *Crassulaceae* - tučnolisté

- původ: Madagaskar, domovina - tropická Asie a Afrika
- výška: 20 - 30 cm
- barva listu: tmavě zelená
- barva květu: bílá, žlutá, oranžová, růžová, červená, fialová
- kvete: celoročně
- nároky na světlo: polostín
- denní teplota v létě: 20 - 25°C
- denní teplota v zimě: 12 - 14°C
- snáší sušší vzduch a krátkodobý nedostatek vody v zimě
- chladné, vlhké stanoviště - rostlina nekvete
- hnojení: během květu zalijeme jednou měsíčně tekutým hnojivem
- přesazování: není potřebné
- substrát: seramis, zeolitové
- tvarování a stříh: zaštipnutí - košetění rostliny
- předpěstování: in vitro, vrcholovými řízků
- velikost nádoby: od 6 cm - 12 cm
- škůdci: mšice, roztočník, trásněnky, larvy lalokonosce

***Maranta leuconeura*- maranta**

čeleď: *Marantaceae* - marantovité

- původ: deštné lesy v Jižní Americe
- výška: 30 - 60 cm
- okrasná: listem
- list: oválné zelené se sametovým povrchem s výrazně zelenými až černými skvrnami
- barva: žlutá, oranžová zelená
- nároky na světlo: polostín, stín, ne přímé slunce
- denní teplota v létě: 18 - 25°C
- denní teplota v zimě: min. 15°C
- příliš sucho - žloutnutí listů, skvrny
- v noci svinuje listy
- časté rosení
- vysoká vzdušná vlhkost
- hnojení: od jara do podzimu každých 14 dní tekutým hnojivem
- přesazování: každé jaro
- substrát: zeolitový keramzit
- tvarování a stříh: netvaruje se
- předpěstování: in vitro
- velikost nádoby: průměr 17cm
- škůdci: svilušky
- varování: svinování listů během dne – suchý vzduch

***Neprolepis exaltata* – ledviník ztepilý**

čeleď: *Oleandraceae* – šimchovité

- původ: tropické oblasti
- druh: kapradina
- výška: 45 - 75 cm
- list: zelený, roztřepený, zvlněný, vícekrát zpeřený
- nároky na světlo: světlo, polostín
- denní teplota v létě: 18 - 21°C
- denní teplota v zimě: 15°C
- vysoká vzdušná vlhkost
- hnojení: v období růstu - každých 14 dní tekutým hnojivem
- jinak jednou měsíčně
- přesazování: na jaře, když rostliny vyplní kořeny starý květináč
- substrát: zeolitový keramzit
- tvarování a stříh: netvaruje se, odstraňují se pouze poškozené, suché listy
- předpěstování: dělením, in vitro
- velikost nádoby: průměr 12 cm - 14 cm
- škůdci: svilušky, štítenky, vzácně mšice

***Ficus pumila* – fikus droboučký**

čeleď: *Moraceae* - morušovité

- původ: Tropy, subtropy
- druh: převislá pokojová rostlina
- výška: 25 - 200 cm
- list: 1-2 cm velké, vejčité
- barva: bílá, zelená
- okrasná: listem (panašování)
- nároky na světlo: polostín, ne přímé slunce
- denní teplota v létě: 20 - 22°C
- denní teplota v zimě: min. 15°C
- časté mlžení
- vysoká vzdušná vlhkost
- hnojení: každých 14 dní, tekutým hnojivem
- přesazování: na jaře, když rostlina vyplní kořeny květináč
- substrát: zeolitový keramzit
- tvarování a stříh: pnutí po opoře
- předpěstování: množení řízků
- velikost nádoby: průměr 10 cm
- škůdci: svilušky, štítenky, třásněnky, smutnice
- listy v zimě opadávají – příliš vlhko a chladno

***Monstera deliciosa* - monstera**

čeleď: *Araceae* - áronovité

- původ: Mexiko
- výška: 50 - 250 cm
- list: velké, roztřepené, kožovité
- barva listů: tmavě zelené
- barva květu: krémová
- kvete: červen - srpen
- nároky na světlo: polostín
- denní teplota v létě: 22 - 25°C
- denní teplota v zimě: min. 12°C
- vyšší vzdušná vlhkost
- hnojení: na jaře a v létě - jednou za 14 dní - tekutým hnojivem
- přes zimu nehnojíme
- přesazování: na jaře, jednou do roka
- substrát: zeolitový
- tvarování a stříh: nezastřihuje se
- předpěstování: vrcholové řízků necháme zakořenit ve vodě
- velikost nádoby: průměr 20 cm
- choroby: slzení listů na okrajích - převlhčený substrát
- hniloba kmínku - nadbytek vody v zimě
- žloutnutí listů - přelití vodou
- škůdci: štítenky, svilušky
- varování: obsahuje látky dráždivé pokožku a sliznice, má jedovaté plody

3.9.3 Chladné interiéry - subtropické rostliny (nebo rostliny s mírnými zónami)

Do této skupiny řadíme subtropické rostliny nebo rostliny s mírnými zónami. Teplota v interiéru by měla být kolem 18 - 20°C v zimním období klesne na 15 - 10°C.

Mezi vhodné druhy patří: *Aspidistra elatior*, *Aucuba japonica*, *Columnea* sp., *Hedera helix*, *Cordyline* sp.

Nejlépe se jim daří v nevytápěných místnostech, jako jsou vstupní haly nebo zimní zahrady.

***Aspidistra elatior* – kořenokvětka vyvýšená**

čeleď: *Liliaceae* - liliovitě

- původ: Čína, Japonsko
- výška: 30- 80cm
- okrasná: listem
- list: zelený
- nároky na světlo: stín – polostín, ne na přímé slunce
- denní teplota v létě: 18 - 23 °C
- denní teplota v zimě: min. 10 °C
- příliš sucho - žloutnutí listů
- dostatečná zálivka
- není náchylná na průvan
- časté rosení
- vysoká vzdušná vlhkost (až 85%)
- hnojení: jaro, léto - každých 14 dní
- přesazování: na jaře - jednou do roka
- substrát: zeolitový keramzit
- předpěstování: dělením
- množení: dělením, oddělená část rostliny - alespoň 2 listy
- škůdci: štítenky, svilušky
- tvarování a stříh: netvaruje se, odstraňují se poškozené listy
- přemokření – uhnívají kořeny, slunce – popálí listy
- velikost nádoby: 14 cm
- vhodná do stinných míst: chodby, obchody, schodiště

***Aucuba japonica* - aukuba**

čeleď: *Cornaceae* - svídkovité

- původ: východní Asie
- výška: 30 - 200 cm
- list: vejčitý, zubovitý
- barva listu: zelená, panašovaná
- barva květu: vínová, purpurová
- kvete: březen - květen
- nároky na světlo: přímé světlo
- denní teplota v létě: 18 - 20 °C
- (při vyšších teplotách - opad listů)
- denní teplota v zimě: 5°C
- přesazování: na jaře, každý rok
- substrát: zeolitový keramzit
- tvarování a stříh: netvaruje se
- předpěstování: stonkovými řízků

- velikost nádoby: průměr 18 cm
- vhodné do chladných interiérů

***Columnea* sp. - kolumnea**

čeleď: *Gesneriaceae* – podpětovité

- původ: Střední Amerika, Kostarica
- druh: kvetoucí pokojová rostlina
- vhodná do závěsných nádob
- výška: 25 - 150 cm
- list: vejčitý, zelený
- barva květu: oranžová, červená
- kvete: leden - duben
- nároky na světlo: přímé světlo, polostín
- denní teplota v létě: 20 - 22°C
- denní teplota v zimě: 13 - 15°C
- vysoká vzdušná vlhkost
- hnojení: 1/4 doporučeného množství tekutého hnojiva obohacené fosfátem
- přesazování: každé jaro, u starších rostlin, můžeme seřezat kořeny
- substrát: zeolitový keramzit
- tvarování a stříh: netvaruje se
- předpěstování: vrcholovými řízků, nejlépe v březnu až dubnu
- Po zakořenění je sázíme po 8 – 10 kusech do mělkých širokých hrnků
- velikost nádoby: průměr 20 cm
- Heitz (2005) uvádí, že v průvanu dochází k opadu listů a suchý vzduch způsobuje vyholování stonků.

***Hedera helix* – břečťan popínavý**

čeleď: *Araliaceae* - aralkovité

- původ: Evropa, Asie, severní Afrika
- druh: převislá pokojová rostlina
- výška: 25 - 250 cm
- list: roztřepený, zubovitý
- barva listu: tmavě zelená, panašovaná, s žilkováním
- nároky na světlo: přímé světlo, polostín
- zelenolisté: stín
- pestrolisté: světlo, teplo
- denní teplota v létě: 20 - 22°C
- denní teplota v zimě: 10°C
- časté rosení
- vysoká vzdušná vlhkost
- nedostatek světla - vytáhlý, holý stonek, drobné listy
- suchý vzduch - hnědnutí špiček listů, zakrnělý růst
- tvarování a stříh: zakracování výhonů, možná opora - tyčky z bambusu, drátěné oblouky, tenké tyčky z plastu
- předpěstování: řízků - vrcholové i stonkové
- přesazování: na jaře každý rok
- substrát: zeolitový keramzit
- velikost nádoby: průměr 12 cm
- škůdci: štítenky, svilušky

Cordyline sp. - dračinka

čeleď: *Agavaceae* - agávovité

- původ: Tropická Asie, Austrálie, Nový Zéland
 - výška: 25 - 50 cm
 - list: vejčitý
 - barva listu: tmavě zelená, vínová
 - nároky na světlo: polostín, ne přímé slunce
 - denní teplota v létě: 22 - 25 °C
 - denní teplota v zimě: min. 16 °C
 - časté rosení
 - nedostatek světla - ztráta barvy u listu
 - hnojení: od dubna do září - každých 14 dní tekutým hnojivem
 - přesazování: každé dva roky na jaře
 - substrát: zeolitový keramzit
 - tvarování a stříh: bez tvarování
 - předpěstování: vrchními řízky, kousky stvolů do 10 cm, odnožemi
 - velikost nádoby: průměr 14 cm
 - choroby: hnědé špičky a žluté okraje listů - suchý vzduch, chladný průvan, suchý substrát
 - hnědé skvrny na listech - nedostatek vody
 - škůdci: svilušky, mšice, třásněnky
- ideální umístění: okenní vitrína (teplo a vlhký vzduch)

3.10 Vlastní observace hydroponických realizací

Vlastní observace interiéru uskutečnila autorka na mnoha místech v rámci řešení své bakalářské práce. Jednalo se zejména o metodu prosté dokumentace.

3.10.1 Soukromé interiéry

Do soukromých interiérů patří rodinné domy či byty (Obr. 16). Při výběru rostlin se musí zohlednit světelné a teplotní podmínky a vhodné umístění. Do každé místnosti se hodí jiné rostliny. V obývacím pokoji je tráveno nejvíce času. Vhodnější využití je použít soliterní rostliny v nádobě, než kombinace mnoha květin na oknech, jak tomu často v domácnostech bývá. Možností umístění se nabízí například *Monstera deliciosa*, *Ficus lyrata*, *Aucuba japonica*.

Do koupelny se hodí různé druhy kapradin *Nephrolepis exaltata* nebo *Adiantum cuneatum*. Je zde ideální vysoká vzdušná vlhkost, která jim velmi prospívá.

V kuchyni nejsou ideální podmínky pro pěstování pokojových rostlin, z důvodu uvolňování kuchyňských výparů. Proto by bylo možné doplnit interiér novými paravany na magnetické květináče, AeroGarden na pěstování bylinek či Urban Cultivator, který designem splývá s kuchyňskou linkou a dodá čerstvé bylinky.



Obr. 16. Soukromé interiéry s hydroponickým využitím
zdroj: autorská foto

3.10.2 Veřejné interiéry

Obchodní interiéry

Do této skupiny patří obchodní centra a obchodní pasáže (Obr. 17). Obchodní centra v sobě zahrnují mimo jiné i restaurace a kina. Lidé zde tráví většinu svého volného času. Interiéry bývají klimatizované avšak v létě přehřáté.

Nejčastěji se zde uplatňují výsadby soliterních rostlin v nádobách, či seskupení jednoho druhu. Objevují se také rostliny s kombinací vodních prvků (tekoucí voda).

Na výběr je zde široká škála pokojových rostlin. Výhodou hydroponického pěstování těchto prostor, je především nenáročnost. Doporučuji do hydroponických nádob vkládat iontovýmenná hnojiva v textilních sáčcích pod pěstební nádobu. Hnojivo se při záливce postupně uvolňuje a vydrží až 6 měsíců.

Berngman et al. (2012) uvádí, že snížení stresu prodejců v obchodech, kde se vyskytuje více zeleně, což může vést k větší vstřícnosti se zákazníkem a vyšším výnosům tržeb.



Obr. 17. Mobilní nádoby v OC Aupark Hradec Králové (vlevo) | vpravo – vchod do restaurace
zdroj: autorská foto

Zdravotnická zařízení

Mezi zdravotnická zařízení patří nemocnice (Obr. 18), lázně, domovy důchodců, léčebny. Rostliny zde mají velmi pozitivní vliv na osoby, kteří tráví čas pouze v interiéru a nemají možnost vycházet do přírody. Rostliny v nádobách jsou umístěny u vchodových dveří, na chodbách především u společenských místností či v samostatných pokojích. Zde nejvíce najdou uplatnění hydroponické systémy. Je to nejvíce hygienický způsob, který mimo jiné čistí ovzduší.



Obr. 18. Zdravotnické zařízení

zdroj: autorská foto

Pracovní interiéry

Mezi pracovní interiéry patří především kanceláře (Obr. 19). Musíme brát v potaz především světelné podmínky, kterých je v těchto prostor nedostatek. Nejvíce využívány jsou pokojové rostliny v nádobách umístěné vedle pracovního stolu. Výhodné je jejich přemístění.

V praxi je bohužel spousta rostlin umístěna na špatném stanovišti. Na oknech, pracovních stolech, v zákoutí, kde nejsou dostatečně vhodné podmínky pro růst. Lze tedy doporučit využití moderního způsobu hydroponie ve formě zelených obrazů, které nezaberou moc místa a zpříjemní pracovní prostředí.



Obr. 19. Pracovní interiér České spořitelny a.s.

zdroj: autorská foto

Sportovní interiéry

Sportovní interiéry v sobě zahrnují sportovní haly, posilovny, fitcentra či bazény. Vyjma bazénů v interiérech bývá nízká vzdušná vlhkost, to je nutno mít na zřeteli při výběru rostlin.

V praxi se zde moc rostlin nenachází z důvodu nedostatečného prostoru. Spíše u vchodových dveří, kde je využíváno převážně soliterních rostlin v nádobách.

Zelené stěny v interiéru

Zelené stěny jsou v současné době velmi populární. Instalovány jsou převážně ve veřejných prostorech, jako jsou vstupní haly administrativních budov, recepce hotelů, nákupní centra. Slouží nejen jako estetický prvek, pro reprezentativní místa, ale rostliny také velmi dobře pohlcují prach a čistí ovzduší. Nevýhodou tohoto způsobu je vysoká pořizovací cena i následná pravidelná péče.

Údržba se dělá převážně čtvrtletní, což zahrnuje sestřih, při větším poškození i výměnu rostlin, setření prachu a následný postřik proti škůdcům ekologickým hnojivem s pomerančovým extraktem.



Obr. 20. Zelená stěna ve zlatnictví OC Aupark Hradec Králové (vlevo) | realizace zelené stěny v optice Hradec Králové (vpravo)

zdroj: autorská foto

4 Závěr

- Hlavním cílem této bakalářské práce bylo shromáždit informace o hydroponickém pěstování a výběr vhodných druhů rostlin pro využití v architektuře.
- Vybraný sortiment rostlin byl rozvržen do kategorií dle teploty interiérů. Bylo vybráno 15 vhodných druhů rostlin pro tyto interiéry vč. jejich pěstebních a nárokových charakteristik.
- Nedílnou součástí práce je i autorská observace interiérů, která je doložena fotografiemi. Bylo zjištěno, že hydroponie v uzavřených oknech i skřínkách v České republice zatím není příliš známa. Nejvíce je hydroponické pěstování využíváno zejména v mobilních nádobách s použitím inertních materiálů. Uplatnění získávají v nemocnicích, hotelech, kancelářích aobchodních centrech.
- V budoucnu se tato metoda jistě rozšíří a lze očekávat i její významný ekonomický dopad v zahradnických službách.

5 Literatura

- Bittnerová M. et al. 2011. Floristika. 1. vyd. Praha: Profi Press.
- Brengman M, Willems K, Joye Y. 2012. The Impact of In-Store Greenery on Customers. *Psychology & Marketing* 29:807–821. Available from <http://doi.wiley.com/10.1002/mar.20566>.
- Brickell C. 2005. Velká zahrádkářská encyklopedie: [praktický průvodce zahrádkářskými technikami, navrhováním a údržbou výsadby i pěstováním květin, okrasných rostlin, ovoce a zeleniny]. Vyd. 3, v Euromedia Group 2. Praha: Ikar.
- Brookes J. 1992. Příjemný život s květinami. Bratislava: Příroda.
- Čermáková B, Mužíková R. 2009. Ozeleněné střechy. Praha: Grada (Stavitel).
- Heitz H. 2005. Pokojové rostliny: krása v květech i v listech : portréty oblíbených pokojových rostlin, ozdobných listem nebo květem, novinky i vzácnosti a rady, jak je pěstovat : zelený slovník. České vyd. 4. Praha: Jan Vašut.
- Hieke K. 2003. Atlas pokojových rostlin. České přeprac. a dopl. vyd. 5. Praha: Jan Vašut.
- Hydroponics 2017. <http://factsheets.okstate.edu/documents/hla-6442-hydroponics/> (accessed April 2019)
- Manso M, Castro-Gomes J. 2015. Green wallsystems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 41:863–871. Available from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032114006637>.
- Mareček F. 1994. Zahradnický slovník naučný. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací.
- Matouš Hydroponie 2014. Základním posláním květiny v interiéru je jeho ozdravení. *Hydroponie news* 1:1-8.
- Matouš Hydroponie 2015a. Zdravý a čistý způsob pěstování se substrátem Seramis. *Hydroponie news* 2:1-8.
- Matouš Hydroponie 2015b. Jak ušetřit čas i námahu při zavlažování. *Hydroponie news* 3:1-8.
- Matouš Hydroponie 2015c. Zelené stěny na tisíc způsobů. *Hydroponie news* 5:1-8.
- Matouš Hydroponie 2016. Zelené obrazy. *Hydroponie news* 1:1-8.
- Příbyl J. 1977. Hydroponie pro každého. Praha: SZN (Rostlinná výroba).
- Schnitzler WH. 2013. Urban hydroponics for green and clean cities and for food security. *Acta Horticulturae* 1004:13–26. Available from https://www.actahort.org/books/1004/1004_1.htm.
- Texier W. 2015. Hydroponie pro každého: vše o domácím pěstování. Druhé, rozšířené vydání. Paris: Mama Publishing.
- Vaněk V. 2012. Výživa zahradních rostlin. Praha: Academia.
- Vít J. 1994. Květinářství 1: Obecná část. MĚLNÍK: KVĚT.

Elektronické zdroje

Blooming Walls for All. Available from <https://www.bloomingwalls.ie/> (accessed February 2019).

Spinner USA modular growing pods. Available from <https://spinnerusa.com/> (accessed April 2019).

AeroGarden. Available from <https://www.aerogarden.com/> (accessed April 2019).

Urban Cultivator - Eat Better Food. Available from <https://www.urbancultivator.net/> (accessed April 2019).

Philips Biotower Puts Farming in the Kitchen (With Style). Available from <https://gizmodo.com/philips-biotower-puts-farming-in-the-kitchen-with-style-5346810> (accessed April 2019).

Home Hydroponic Systems. Available from <http://www.homehydrosystems.com> (accessed April 2019).