



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN HYDROPONICKÉHO KVĚTINÁČE

DESIGN OF HYDROPONIC FLOWERPOT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Grygerek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	Jan Grygerek
Studijní program:	Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor:	Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce:	akad. soch. Josef Sládek, ArtD.
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Design hydroponického květináče

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Hydroponický květináč vychází z technologie hydroponických farem. Jedná se o přenosné kompaktní řešení pro bytové účely, které zajistí dostupnost čerstvých bylin a menších rostlin v rámci všech ročních období, nezávisle na změně vnější vlhkosti a teploty. To vyžaduje uzavřený prostor, osvětlení a automatizovaný provoz.

Typ práce: vývojová – designérská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je navrhnout design interiérového květináče s využitím hydroponické technologie a s malým nárokem na prostor. Květináč zahrnuje horní kryt a osvětlení. Předpokládá se koncepce, která umožní více rozměrových variant. Cílovou skupinu tvoří domácí pěstitelé.

Díličí cíle bakalářské práce:

- identifikovat hlavní designérské přístupy a charakteristické prvky hydroponických květináčů a skleníků,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a vyrobiteľnost návrhu.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<http://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architektky a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je návrh interiérového hydroponického květináče včetně krytu a osvětlení. Hlavní problematikou je světelný smog a nalezení co nejmenších optimálních rozměrů celého zařízení. K nalezení řešení je využito pasivních fyzikálních principů a vlastností specifických materiálů. Konkrétně světelný smog je odstraněn pomocí dichroické fólie. Navržený design hydroponického květináče je ideálním řešením pro osoby žijící v menších bytech bez možnosti vlastní zahrádky.

KLÍČOVÁ SLOVA

hydroponie, květináč, pěstování, bylinky, ekologie

ABSTRACT

The topic of this bachelor's thesis is the design of an interior hydroponic flowerpot, including its covering and lighting. The main problematic is light smog and finding the smallest possible optimal size of the entire device. Physical laws, passive principles and materials with specific properties are used to find the solution. Particularly, light smog is achieved with a dichroic foil. The proposed design of the hydroponic planter is an ideal solution for people living in smaller apartments without the possibility of having their own garden.

KEYWORDS

Hydroponic, flowerpot, planting, herbs, ecology

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

GRYGEREK, Jan. *Design hydroponického květináče*. Brno, 2021, 68 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí diplomové práce akad. soch. Josef Sládek ArtD.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych v první řadě velice rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce akad. soch. Josefu Sládkovi ArtD. za podmětnou a seriózní konstruktivní kritiku. Dále srdečné díky dr. Sylvě Přerostové Ph.D. za nesmírnou ochotu a obsáhlého sdělování informací v otázce pochopení fungování rostlin. V poslední řadě bych rád neméně poděkoval své rodině za přívětivé prostředí a klid na práci, které v prostředí domova v době pandemické krize mohlo být vzácností.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením akad. soch. Josefa Sládka ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	16
2.1	Designerská analýza	16
2.2	Technická analýza	23
2.2.1	Hydroponie	23
2.2.2	Typy hydroponických systémů	24
2.2.3	Základní parametry ovlivňující růst rostliny	27
2.2.4	Komponenty hydroponických květináčů	29
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	32
3.1	Analýza problému	32
3.2	Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	32
3.3	Cíl práce	33
3.4	Cílová skupina	33
3.5	Základní parametry a legislativní omezení	33
3.6	Použité výrobní technologie, možný trh a cena	34
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	35
4.1	Varianta I	35
4.2	Varianta II	37
4.3	Varianta III	38
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	40
5.1	Hlavní rozměrová varianta	41
5.2	Další velikostní varianty.	42
6	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	43
6.1	Popis	43
6.2	Rozměrové řešení	44
6.3	Vnitřní mechanismy a komponenty	46
6.3.1	Udržení teploty a vlhkosti	46
6.3.2	Rozvod zálivky	47
6.3.3	Rozvod vzduchu	47

6.3.4	Osvětlení	47
6.3.5	Napájení	47
6.3.6	Bezdrátové připojení	48
6.4	Materiálové řešení	48
6.4.1	Dichroická fólie	49
6.4.2	MOF-PHCM	50
6.5	Technologie	51
6.5.1	CO ₂ tablety	51
6.5.2	Výroba	51
6.6	Ergonomie	52
6.6.1	Ovládací prvky	52
6.6.2	Přístup k rostlinám	53
6.6.3	Doplňování živin	53
6.7	Bezpečnost a hygiena	54
6.8	Udržitelnost	54
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	55
7.1	Barevné řešení	55
7.2	Grafické řešení	55
7.2.1	Logotyp	55
7.2.2	Displej	56
8	DISKUZE	57
8.1	Psychologická funkce	57
8.2	Sociální funkce	57
8.3	Ekonomická funkce	57
8.4	Marketingová analýza	57
8.5	Cílová skupina	58
8.6	Cenová hladina	58
9	ZÁVĚR	59
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	61
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	63
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	64

13	SEZNAM TABULEK	66
14	SEZNAM PŘÍLOH	67

1 ÚVOD

Od doby, kdy si člověk uvědomil, že je pohodlnější a výhodnější plodiny pěstovat v blízkosti svého obydlí než se spoléhat na to, „co příroda dá“, uplynul už nějaký čas. Naučili jsme se plodiny šlechtit, geneticky modifikovat pro větší výnos i zefektivnit fotosyntézu. Avšak nacházíme se už za hranicí doby, kdy jsme si uvědomili, že samotné prostředí hraje mnohem významnější roli, než jsme si doposud připouštěli. Tak jako staří obyvatelé Mezopotámie doplatili na zavlažování svých polí slanou vodou, my máme dnes celou planetu pokrytou mikroplasty.

Kvalitní potraviny jsou důležitým pilířem pro kvalitní životosprávu, spokojený život a co je nejdůležitější, schopnost reprodukce. Obzvláště v době, kdy stále více lidí žije ve městech, kde dostupnost takových potravin je čím dál větší problém. Jak po stránce ekonomické, tak i ze situace, kdy jednak místo pro vlastní zahrádku dochází a jednak kvalita ovzduší není dostatečná.

Potenciál hydroponie a technologií jí podobných se skýtá právě v redukování těchto neduhů. Nejen, že máme dokonalou kontrolu o vstupních látkách do rostliny... Růst je rychlejší, spotřeba vody je radikálně nižší a postřiky proti škůdcům prakticky nejsou potřeba. Již teď vznikají vertikální farmy, kde plocha běžného pole se vejde do jedné výrobní haly. Zároveň je to technologie, která nám v budoucnosti, ne až tak daleké, zajistí přežití i na jiných doposud, lidmi neobydlených, světech.

Cílem této práce je využít poznatků této technologie pro návrh kompaktního zařízení, a to květináče, který umožní pěstovat různé druhy menších rostlin (především bylin) v náročnějších městských podmínkách, kde je zpravidla nedostatek světla a málo místa.

Aspara

Typem aktivního hydroponického květináče je Aspara. Pěstební rovina je navržena pro 16 menších kruhových kapslí. Nádoba o objemu 3 l pro pěstební roztok je umístěna netradičně mimo oblast kořenového systému. Celé zařízení i přes svou velikost (533 x 333 x 366) mm působí odlehčeně vlivem optického oddělení krycí skořepiny od zbytku výrobku. Skořepina má krycí charakter, tvoří hlavní 3 stěny složené ze dvou subtilních plastových plátů s odlišně zkosenými hranami. Vlivem zkosení každá hrana odráží světlo jiným směrem a dále tak podporuje zmíněnou vzdušnost. Osvětlení je rozmístěné po celé vnitřní horní ploše téže skořepiny. Květináč je vybaven mnoha čidly, které regulují například správnou teplotu, okysličenost, a výšku hladiny závlahy, nebo vlhkost vzduchu. Roztok samotný je přiváděn ke kořenům pomocí hydromechaniky v nastavených cyklech.

Nádobu lze vysunout a doplnit vodu, aniž by se zasahovalo do prostoru rostlin. Ovládání chytrých funkcí lze dosáhnout pomocí dotykového displeje na spodní straně pěstebního boxu, nebo pomocí chytrého telefonu.

Výhodu krytého provedení nalezneme v menším úniku vlhkosti a šíření světelného smogu, zároveň nám ale ubírá přístup k rostlinám ze všech stran. [2]



Obr. 2-2 aspara® Nature Smart Grower. [2]

Green Farm Cube

Green Farm Cube, dále jen Cube, je pasivní hydroponický květináč kompaktnějších rozměrů (225 x 225 x 286) mm. Nad nádržkou o kapacitě 2 l je prostor pro vsazení devíti kapslí obsahujících sazenice. Nádobu, včetně tohoto prostoru, obaluje neprodyšný kryt, jenž je spojen s horní osvětlovací částí. Společně s osvětlením, které tvoří polovinu vnitřní plochy, je zde umístěná veškerá elektronika, ventilátor a ovládací prvky.

Plastovou nádobu pokrývá bílá nebo jasně zelená barva symbolizující zeleň. Samotný kryt je vyroben z průhledného akrylátu, na kterém je uprostřed spodní třetiny umístěné šedé logo.

Pro přístup k rostlinám se musí kryt vysunout společně s osvětlením. Pomocí tlačítek na horní straně lze regulovat dobu osvitů a intenzitu světla žluté nebo bílé barvy.

Významnou výhodou Cube jsou jeho kompaktní rozměry a kryt, který udržuje teplotu a vlhkost kolem rostlin. [3]



Obr. 2-3 Green Farm Cube. [3]

Botanium

Botanium je minimalistický hydroponický květináč s aktivním zavlažováním. Nádoba velikosti (136 x 250) mm o objemu 1 l je určena pouze na jednu rostlinu, která má možnost vyrůstat v libovolném pěstebním médiu. Nádoba se skládá ze dvou částí. Vrchní polovina obsahuje již zmíněné medium, spodní polovina je nádobou pro zálivku včetně malého čerpadla.

Tvar válcové nádoby definuje hlavně její zúžení pomocí elegantní hyperbolické křivky. Obě poloviny jsou sladěny jedním odstínem matné světlé barvy a spodní část doplňuje tenká vertikální linka, jež má informativní funkci o stavu hladiny. Ve výsledku se jedná o velice vydařený moderní vzhled.

Hlavní výhodou Botanium je velice jednoduchá údržba a možnost zasázet si jakoukoliv rostlinu. [4]



Obr. 2-4 Botanium. [4]

Leaf learn Microgreens Mini

Zde se jedná o odlišný typ pasivního hydroponického květináče. Jde pouze o jednoduchou dokovací stanici „pěstítko“ na 4 velkoformátové kapsle o rozměrech (150 x 90 x 40) mm s předsazenými sazenicemi. Samotné kapsle následně po zalití 200 ml vody fungují nezávisle jako samostatné květináče. Nad dokovací podložkou se doslovně tyčí osvětlovací trubice. Podložka je vyrobená z matného bílého plastu. Osvětlení je ukotveno šedými subtilními kovovými profily.

Microgreens Mini od Leaf learn sází primárně na obsluhu co nejjednodušší možnou. Kapsli stačí jednorázově zalít a jen počkat. O vyrostlé zeleni nás upozorní aplikace po naskenování QR kódu z kapsle. [5]



Obr. 2-5 Leaf learn Microgreens Mini (upraveno); (a) pěstítko; (b) kapsle. [5]

Terraplanter

Terraplanter je minimalistický hydroponický květináč s čistě pasivním zavlažováním. Skoro jej můžeme tvarově i velikostně srovnat s běžnými kuželovitými keramickými květináči. Je totiž 227 mm vysoký a průměr nádoby je 114 mm. Avšak s rozdílem, že zde zeleň roste po obvodu, místo zevnitř. Tento efekt je docílen pomocí speciální struktury materiálu s dobrými hydrofobními vlastnostmi (voda postupně vzlíná skrze stěnu) a díky husté síti menších kosočtverců, kde se mohou semena zachytit a vyklíčit. Celý vnitřní prostor květináče slouží jako zásobárna pro závlivku. Produkt doplňuje spodní talířek a víko, které zamezuje vstupu nežádoucích nečistot a slunečnímu záření. [6]



Obr. 2-6 Terraplanter (upraveno); (a) pohled dovnitř; (b) vnější pohled. [6]

Babylone

Babylone je typ květináče, jehož funkce je více dekorativní než užitná v otázce pěstitelství. Jedná se o koncept závěsného lustru tvaru koule o průměru 500 mm. Uprostřed, pod bodem závěsu, se nachází světelný vrchlík. Dno tvoří substrát pro rostlinu. Boky koule, která je vyrobena z průhledného plexiskla, jsou seříznuty, čímž vznikly otvory, kudy lze rostlinu vsadit a kudy listy rostlin mohou růst mimo vnitřní prostor koule. [7]



Obr. 2-7 Babylone clear by Greenworks. [7]

NASA wheel

Zde se jedná o koncept květináče inspirovaný technologií vyvinutý společností NASA. Celý princip spočívá v maximální úspoře energie a prostoru pro pěstování. Toho je dosaženo umístěním rostlin po obvodu vnitřní strany většího kruhu a zároveň umístěním světelného zdroje do osy již zmíněného kruhu. V nejnižší poloze se kořenový systém jednotlivé sazenice ocitá v nádobě s roztokem. Postupným otáčením kruhu se vlaha dostane k zeleni v pravidelných cyklech. Po vizuální stránce je tato koncepce poměrně složitá a nemusí vždy zapadnout do prostředí běžné domácnosti. [8]



Obr. 2-8 NASA-Inspired Garden Grows Plants In A Ferris Wheel. [8]

Elica Idroponica

Elica Indroponica je koncept interiérového automatického hydroponického systému. Celý produkt má rozměry (2012 x 314) mm. Jedná se o modulární stavebnici, kde lze počet jednotlivých květináčů a výšky celku libovolně modifikovat. Základním modulem je, možná až zbytečně hmotná, válcová základna. Na té je umístěn první květináč tvaru misky a kolem ní se směrem vzhůru omotává spirála se zabudovaným osvětlením. Kombinace tvarování s materiály hliníku pro konstrukci a tmavě šedého plastu pro květináče zanechává dojem elegantního futuristického zařízení. Uprostřed jedné smyčky je umístěn ovládací displej. [9]

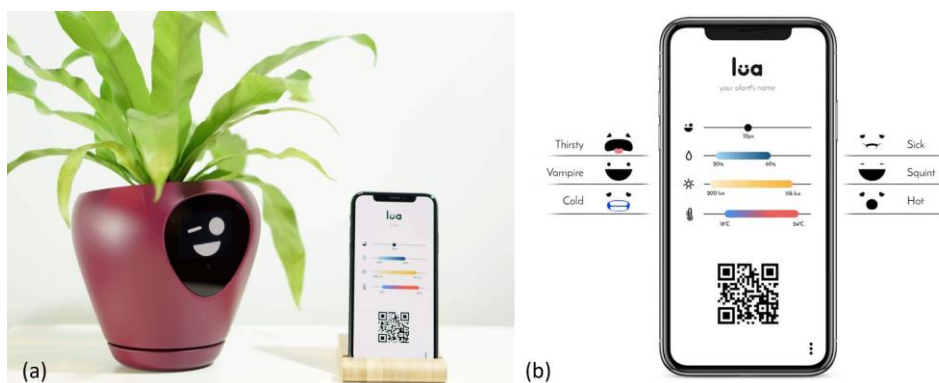


Obr. 2-9 Elica Idroponica Hydroponic domestic garden. [9]

Lüa

Lüa, koncept inteligentního emotivního květináče. Velikostně a tvarově se výrazně neodlišuje od běžných květináčů z keramiky. Má kruhový tvar, který se vzestupně rozšiřuje, avšak horní okraj je zaoblen směrem dovnitř. Hlavním rozdílem je umístění obrazovky v horní polovině, jejíž tvar kopíruje zakřivení květináče.

Displej díky čidlům umístěným v zařízení dokáže zobrazit až 16 různých obličejů, které reprezentují pocity rostliny. [10]



Obr. 2-10 Lüa Smart planter (upraveno); (a) květináč; (b) aplikace. [10]

2.2 Technická analýza

2.2.1 Hydroponie

Hydroponie je způsob pěstování rostlin mimo půdu. Jedná se o princip, při kterém nositelem živin není samotné prostředí, ve kterém rostlina roste, ale je jím voda. Přesněji řečeno roztok obsažený o biogenní prvky a další růstu potřebné látky. Ve výsledku inertní pěstební prostředí plní pouze opěrnou funkci.

Výhod tohoto způsobu pěstování je nespočet. Hlavní výhodou je mnohonásobně výraznější rychlost růstu (umožnění častější sklizně). To je zapříčiněno úsporou energie rostliny při hledání živin, jelikož je sama nemusí hledat, ale jsou distribuovány přímo do kořenového systému. Díky tomu můžeme mluvit i o radikální úspoře vody a živin, které by se jinak v zemině ztratily. Další významným faktem je 100% kontrola nad vstupními látkami do rostliny, což má za následek větší kvalitu plodin (lepší chuť a barva). Zemina, oproti námi připraveného roztoku, obsahuje mnoho látek, které rostlina nevyužije, případně jsou pro ni škodlivé nebo pro nás v podobě alergenů. Zároveň půda oproti inertním mediím obsahuje nemálo parazitů a škůdců, tím pádem použití postřiků a časté přesazování není nutností.

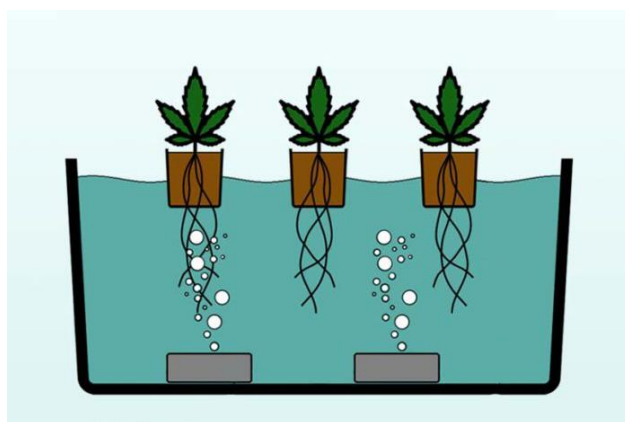
Pokud budeme mluvit o záporných vlastnostech, nenajdeme jich tolik. Snad jedinou, o které by se dalo zmínit, je počáteční investice při pořízení hydroponického systému a jeho následná údržba. [11][14]

2.2.2 Typy hydroponických systémů

Pěstování ve vodě

Pravděpodobně nejjednodušší systém, který můžeme sestavit. Část kořenového systému rostlin je permanentně ukotvena pod hladinou pěstebního roztoku. Proces okysličení probíhá za pomoci vzduchovacích kamenů. Případně je roztok aditivně přiváděn pomocí čerpadla do kotvícího media. Čistě pasivní systém bez elektronických doplňků má za následek stojatou vodu. V takovém případě se roztok neprokysličuje a nastává úhyn kořenového systému.

Metoda dominuje snadnou údržbou, nízkými pořizovacími náklady a nízkou spotřebou hnojiv. [12][13]

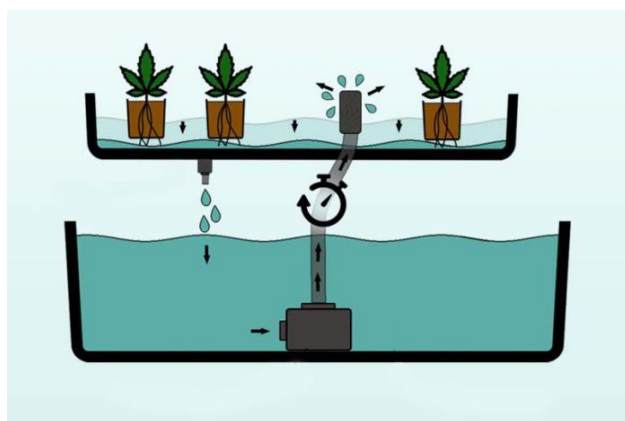


Obr. 2-11 Pěstování na vodě (upraveno). [13]

Metoda zaplavení a odvodnění

Princip spočívá v cyklickém zaplavení a odčerpávání roztoku z celého kořenového prostoru pomocí gravitace nebo čerpadla.

System lépe napodobuje přirozenější přírodní stavy vlhka a sucha. Celý roztok je lépe promícháván a nevznikají problémy spojené se stojatou vodou. [12][13]

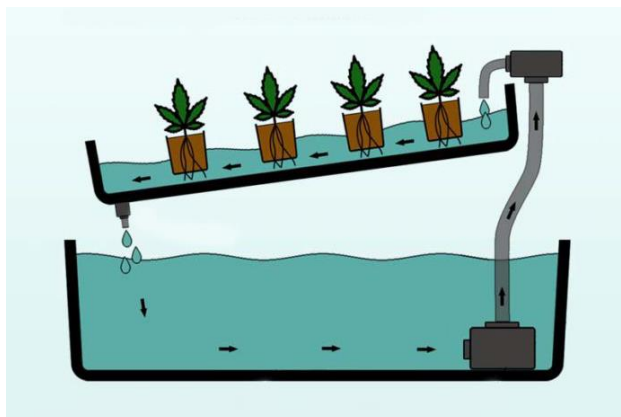


Obr. 2-12 Metoda zaplavení a odvodnění (upraveno). [13]

Metoda živné vrstvy

Metoda spoléhá na existenci neustále pomale tekoucí nízké hladiny v řádech milimetrů roztoku na šikmé ploše nebo v potrubí. Touto kombinací lze docílit ideálního poměru vody, živin a kyslíku zároveň.

Druhá podoba pracuje s vyšší hladinou v řádech několika centimetrů, avšak touto metodou rostlina nestihne zachytit všechny živiny obsažené ve vodě. [12][13]

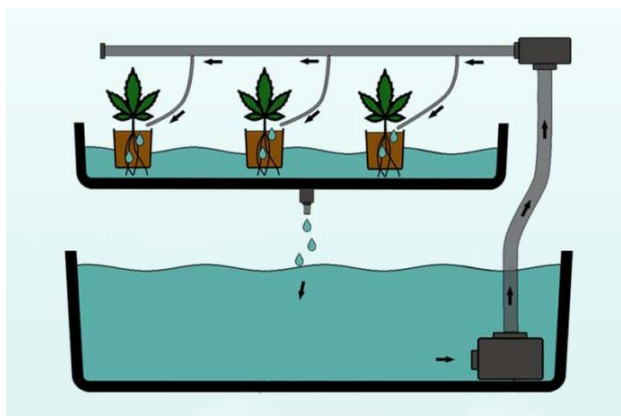


Obr. 2-13 Metoda živné vrstvy (upraveno). [13]

Metoda kapkové závlahy

Jediným rozdílem je způsob distribuce závlahy k rostlině, a to pomocí neustálým odkapáváním z přívodního potrubí přímo do pěstebního média.

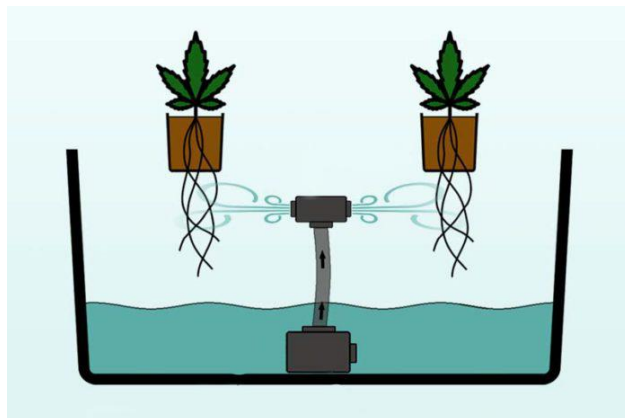
Tento systém je z hlediska dávkování živin nejlépe kontrolovatelný. [12][13]



Obr. 2-14 Metoda kapkové závlahy (upraveno). [13]

Aeroponie

Zavlažování zde neprobíhá pomocí roztoku v kapalném stavu, ale ve formě aerosolu. Rostlina vstřebává vlhkost ze vzduchu. Roztok je vstřikován pomocí trysek do prostoru kořenového systému, nebo je přetvářen v suchou mlhu pomocí ultrazvukových membrán. Kapičky takové mlhy mají velikost 2,5 μm . Jedná se tedy o metodu s vysokým obsahem kyslíku. [12][13]

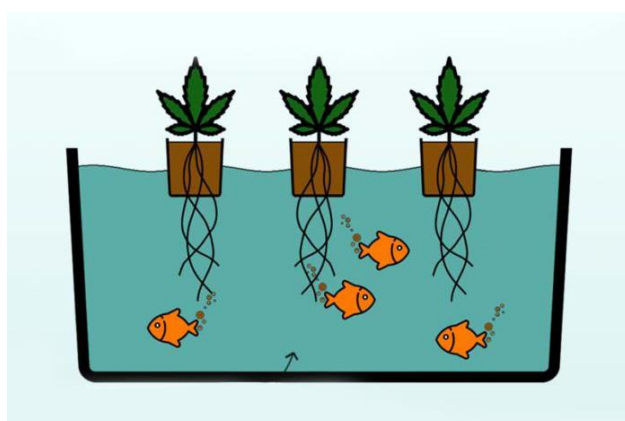


Obr. 2-15 Aeroponie (upraveno). [13]

Aquaponie

Speciální typ systému, jehož podstatou je propojení s akváriem s rybami. Ryby samotné přirozenými biologickými procesy obohacují vodu o růstu potřebné látky, tudíž další hnojiva již není potřeba dodávat.

Jedná se o plně soběstačný systém (až na krmení ryb), jehož produktem nejsou jen plodiny, ale i ryby. Na druhou stranu mluvíme o prostředí, kde je velmi důležité udržení správné rovnováhy počtu rostlin ku počtu ryb. [12][13]



Obr. 2-16 Aquaponie (upraveno). [13]

Ruční zalévání

V rámci celistvosti analýzy, rostliny lze se vši samozřejmostí zalévat i obyčejnou konví. [13]



Obr. 2-17 Ruční zalévání (upraveno). [13]

2.2.3 Základní parametry ovlivňující růst rostliny

Pro návrh zařízení, jež má za úkol podpořit rychlý růst rostlin, je třeba znát ideální podmínky jejich růstu. Avšak podmínky pro různé druhy rostlin jsou individuální. Proto jsou dále uvedeny vhodné podmínky především pro byliny.

Teplota

Ideální teplotou pro růst je 20–25 °C. Extrémní výkyvy pod 15 °C nebo nad 30 °C mají za následek zpomalení růstu. Na druhou stranu, rostliny jsou v otázce problematiky změny teplot značně přizpůsobivé a lze počítat s teplotou bytových prostor jako dostatečnou. Pokud by ale během nočních hodin docházelo k radikálním poklesu teplot, můžeme uvažovat o přitopu. [14]

Vlhkost

Optimální hodnotou je 60 až 70 % relativní vlhkosti vzduchu, avšak tato hodnota není v souladu s běžnými hodnotami, které můžeme naměřit v bytech. Pro ideální růst rostlin je tedy vhodné použití krytu. Nicméně, použití krytu bez větrací mechaniky má za následek 100% relativní vlhkost. Taková hodnota zabraňuje transpiraci a rostlina přestává růst. Zároveň vytvoření 100% relativní vlhkosti má za následek rosení stěn krytu. Jednak se tím zvyšuje riziko množení bakterií nebo plísní a z estetického hlediska průhledný kryt se stává neprůhledným, případně roztok zanechá po odpaření ošklivé fleky. Pro samotné klíčení zvýšená vlhkost je velmi žádoucí parametr. [14]

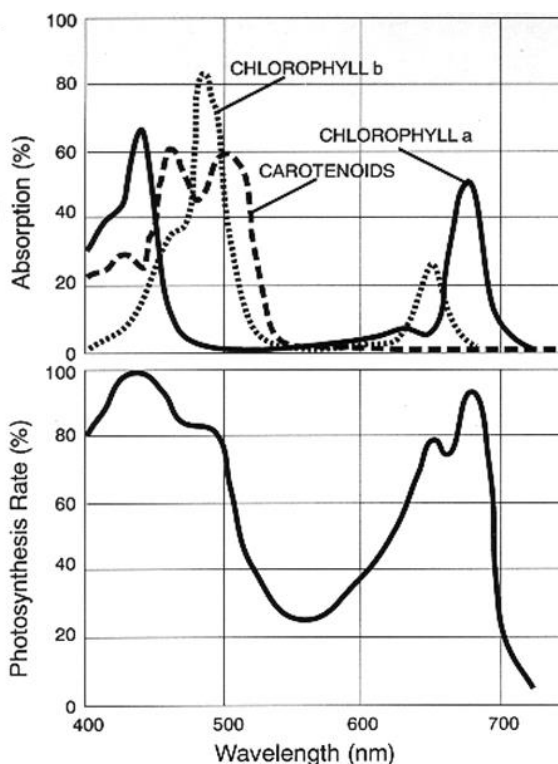
Denní cyklus

Udržování denního cyklu je důležité z hlediska nezpomalení růstu, pokud by došlo ke změně rytmu, rostlina začne brát energii z rezerv, nikoliv ji dál vyrábět ve stejném množství. Velice funkční poměr osvitové fáze ku tmě je 12/12 h. [14]

Světlo

Co se světla týče, tak rostlina nepotřebuje k růstu nutně celou škálu světelného spektra. Například listy a stonky jsou zelené, protože tuto vlnovou délku nejvíce odráží, tudíž můžeme předpokládat s většími energetickými ztrátami světelného zdroje. Klíčové vlnové délky pro růst a fotosyntézu jsou v oblasti (400–520) nm a (680–700) nm. Tedy modré a červené. Z dosavadních výzkumů je patrné, že pro samotný růst dominuje modré světlo a pro kvetení červené, nicméně to není pravidlem. [14]

Na druhou stranu, je třeba brát v úvahu, že efektivní skládané spektrum pro růst rostlin není vhodné pro osvětlování bytových prostor. Jelikož se nejedná o fialovou, nýbrž o modro-červenou, tak je lidský mozek klamán a po delším vnímání těchto vlnových délek lidským okem, může mít za následek bolest hlavy.



Obr. 2-18 Fotosynteticky aktivní záření. [15]

Kyslík a Oxid uhličitý

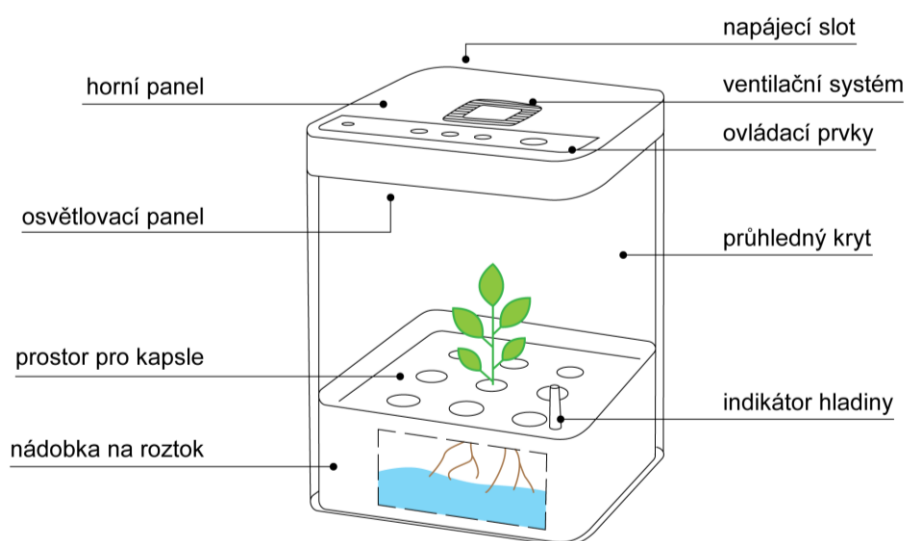
Je obecně známo, že rostlina za světelných podmínek pro tvorbu cukrů potřebuje CO_2 . Proto je vhodné ji pro rychlejší růst prostředí kolem zeleně o tuto molekulu obohatit. Pokud uvažujeme o uzavřeném prostředí, tak se tato skutečnost stává poměrně žádoucí.

Kyslíku samotného je ve vzduchu obsaženo cca 21 %, proto se o něj nemusíme během tmy výrazně starat. Ovšem absence O_2 ve vodní nádrži má negativní důsledky, a to hnilobu kořenů. Proto jej třeba roztok pravidelně probublávat nebo jej měnit. [14]

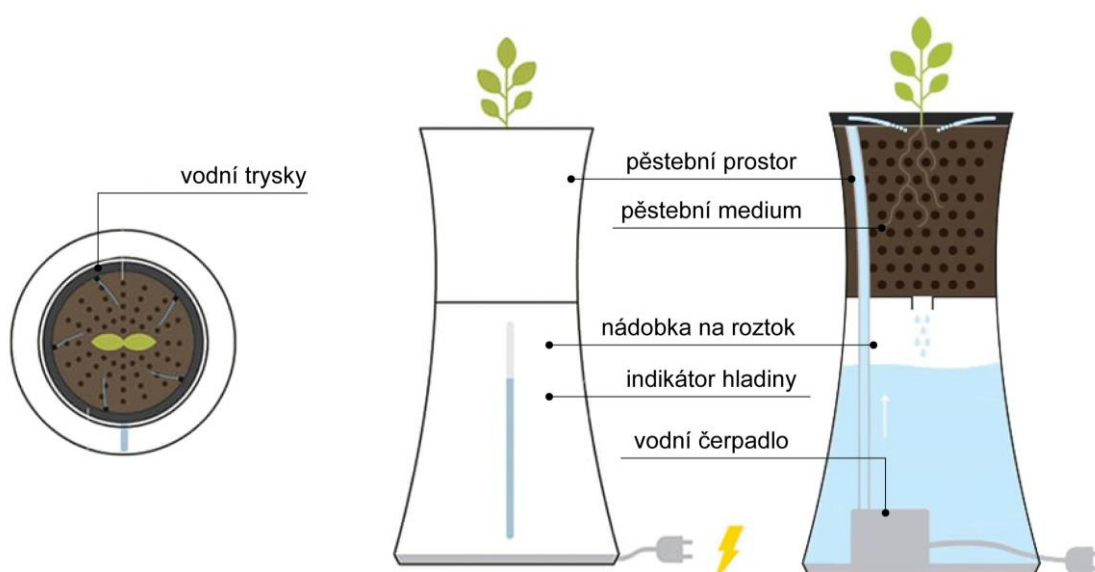
Složení roztoku

Posledním faktorem ovlivňující růst je složení roztoku. Konkrétně kyselost či zásaditost a obsah růstu potřebných látek (hnojiv). Tyto hodnoty jsou pro vývoj rostliny stejně důležité jako působení světla. Pokud by tedy bylo cílem navrhnout plně automatizovaný systém, bylo by třeba uvažovat o přidání více oddělených menších nádob obsahující hnojiva včetně čidel, které budou jejich obsah ve vodě regulovat. V našem případě ale nemají na vnější a vnitřní podobu vliv. Předpokladem je schopnost uživatele si předem naředit roztok podle vlastního uvážení a typu rostliny a do zařízení jej nalít. [14]

2.2.4 Komponenty hydroponických květináčů



Obr. 2-19 Green Farm Cube s pospisky (upraveno). [3]



Obr. 2-20 Botanium s popisky (upraveno). [4]

Nádoba na roztok

Nádoba na vodu obohacenou o biogenní prvky se nejčastěji umísťuje pod samotnou rostlinu, avšak záleží na typu hydroponického systému. Pokud není podmínkou umístění kořenů přímo v roztoku, může být prakticky kdekoliv. [12][13] Nutnou podmínkou je pouze neprůhlednost nádoby. Průhledná nádoba by měla za následek vlivem slunečnímu záření růst zhoubných kultur. [14] Vhodným doplňkem je umístění indikátoru hladiny. V případě Cube (viz Obr. 2-19) je zde plovák [3], nebo v případě Botanium (viz Obr. 2-20) tenká průhledná linka [4].

Pěstební prostor

Velmi častým řešením je umístění do pěstebního prostoru otvory pro předchystané kapsle výrobcem. Takový způsob řešení uživateli nedává moc prostoru pro zasazení vlastních bylin, než jaké výrobce osobně uvádí na trh. (viz Obr. 2-19) Kapsle jsou často tvořeny plastovým košíčkem, ve kterém je vsazeno kotvící medium s vysokou koncentrací hnojiv vhodnou pro vyklíčení zde přítomného semena. Plastový košíček na opětovné znovupoužití není navržen a je odkázán k recyklaci, pokud je možná. [3]

Odlíšné a méně časté, ale lepší provedení je, když je prostor uzpůsoben pro externí inertní media, jako jsou například Perlit [16], nebo Keramzit [16] (viz Obr. 2-20). Tento způsob řešení umožňuje uživateli pěstovat libovolnou zeleň, podle jeho přání.

Osvětlení

Osvětlení u Cube je řešeno pomocí LED technologie v rozsahu žluté až bílé barvy [3]. Tento typ osvětlení je ale spíše cílen na uživatelskou přívětivost, než na funkčnost (viz Kap. 2.2.3). Nevhodný je pouze spektrální rozsah osvětlení, než technologie LED samotná. Tento druh osvětlení je z hlediska úspory energie, životnosti a tepelného záření nejvhodnější oproti sodíkovým výbojkám [17], které sice nejlépe imitují sluneční přirozené záření, ale jejich energetická náročnost je vysoká.

Kryt

Kryt u květináče nese velmi významnou a prakticky stejnou funkci jako skleník. Zadržuje vlhkost, udržuje teplotu a brání náletům škůdců.

Zároveň umístění krytu musí být podmíněno přítomností ventilačního mechanismu. Jednak kvůli cirkulaci vzduchu (obohacení o CO₂) a jednak zabránění 100% relativní vlhkosti (viz Kap. 2.2.3.).

Ovládání

Cube má ovládání umístěné na horní straně krytu, jsou zde umístěny tlačítka pro regulaci doby svitu intervalu výměny vzduchu v květináči. [3] Botanium na svém povrchu nemá žádná tlačítka, nastavení regulace probíhá skrze mobilní aplikaci bezdrátovým připojením. [4]

Ventilace

Větrací mechanika sloužící pro výměnu vzduchu obsahuje navíc filtr proti vniknutí hmyzu. [3]

Vzduchovací kamínky

Vzduchovací kamínek součástí Cube a Botanium není, avšak v kontextu pasivního hydroponického pěstování se využívá hojně (viz Obr. 2-11). Jedná se o malé zařízení s malými průduchy, které svou velikostí vytvoří jemné bubliny potřebné velikosti, pro vstřebání přivedeného vzduchu (kyslíku) do vody. [19]

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

3.1 Analýza problému

Největší zásadní problematikou této práce je nalezení optimálního kompromisu mezi snahou o nejmenší možné kompaktní interiérové zařízení a zároveň darovat rostlinám dostatek prostoru pro svůj růst a vývoj.

Dalším problémem je nevyhnutelná přítomnost světelného smogu. Efektivní růstová světla zpravidla disponují složením červeného a modrého světla. Toto skládané spektrum má po delší době značný negativní vliv na psychiku člověka. Obzvláště pokud si uživatel dané zařízení umístí do obytné části bytových prostor.

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Přestože se jedná o poměrně nový typ produktu, můžeme nalézt na trhu několik povedených výrobků. Avšak valná většina z nich je řešena podobně jako první nekrytovaná varianta Veritable [1] uvedená v designerské analýze. Ty tvarově a esteticky zajímavější zatím spíše nalezneme v podobě konceptů vyjma švédského provedení květináče Botanium [4].

Pro pouhé pěstování bylin je většina zařízení zbytečně velká. Tyto produkty jsou zaměřené na širší škálu běžně pěstované zeleně, jako jsou například saláty. Pravděpodobně nejlépe velikostně vyhovující je model Green farm Cube [3], který je zároveň krytovaný. Nejlépe s úsporou místa do výšky naložila značka Aspara [2], která nádobku na roztok neumístila tradičně pod kořenový systém, ale mimo něj.

Elementárním nepříznivým aspektem je fakt, kdy firmy povětšinou sází na systém kapslí (viz. Kap. 2.2.4.) s předem nachystanou sazenicí. Tím si značka zajistí zisk i po prodeji květináče a vzniká přebytečný odpad. Tato situace by neměla až takovou závažnost, pokud by nebylo snahou vyvinout ekologicky šetrné zařízení, které využívá výhod hydroponie. Mezi hlavní nedostatky dále patří již zmíněný světelný smog (viz. Kap. 2.2.3.) a absence krytu (viz. Kap. 2.2.4.).

Ačkoliv hydroponie jako technologie nabízí spoustu výhod z oblasti pěstování, zejména větší ekologičnost, úsporu zdrojů a energií, aktuální trendy většiny hydroponických květináčů svědčí překvapivě opak. Výrobci pokrytecky staví marketing na revoluční technologii výrobku, přičemž hlavní technologický posun není v konstrukci produktu, ale v principu samotné hydroponii. Zároveň řešení těchto zařízení má mnoho nevýhod a mnohdy svou cenovou bilancí neodpovídají technologickému provedení řešení, které prodejce označuje jako to revoluční. Taková propagace má ve výsledku lichý parametr.

3.3 Cíl práce

Hlavním cílem práce je navrhnout design interiérového zařízení podporující rychlý růst bylinek s využitím hydroponie v minimálním možném prostoru včetně krytu a osvětlení s předpokladem více rozměrových variant.

Dílčí cíle:

- nalézt elegantní řešení problému se světelným smogem
- využít systém pasivní hydroponie
- dosáhnout nízké energetické náročnosti
- navrhnout svěží moderní vzhled
- umístit snadné intuitivní ovládání

3.4 Cílová skupina

Cílovou skupinu tvoří lidé primárně v hustě zastavěných oblastech větších měst. Zejména se jedná o obyvatele žijící v nízkorozpočtových patrových bytech s menší rozlohou. Takové byty nedisponují rozsáhlými lány záhonků a slunce do místností nesvítlí déle než pár hodin. Obyvatelé měst nemají tolik prostoru a možností, jak si vypěstovat bylinky pro svou každodenní potřebu a jsou tedy odkázáni na pravidelné nákupy. Často v supermarketech, kde kvalita potravin je vzhledem k cenám mnohdy diskutabilní.

Sekundární a neméně důležitou skupinou jsou lidé se zájmem o zdravou kvalitní stravu, problematiku udržitelnosti ekologie a potravinové soběstačnosti.

Terciální skupinou lidí jsou obyvatelé méně úrodných severně položených zemí, kde se nekompromisně mění doba denního cyklu.

U všech výše uvedených skupin se předpokládá zájem o pěstitelství, tedy lidé s alespoň amatérskými znalostmi v oblasti zahrádkářství bez rozdílu pohlaví a věkové kategorie vyjma menších dětí.

3.5 Základní parametry a legislativní omezení

Velikost hydroponického květináče se bude odvíjet především od velikosti zakrytovaného pěstebního prostoru, včetně neprůhledného prostoru na kořenový systém. Druhým důležitým parametrem je velikost nádoby na roztok

Pěstební prostor by neměl přesahovat maximální rozměry, jež se bylinky mohou dorůstat. Jeho velikost je tedy limitována pouze výškou, a to přibližně 300 mm. Ovšem s ohledem na rychlejší růst vlivem způsobu pěstování a konzumaci lze přepokládat pravidelné zakracování rostlin, čímž se nám stropní hranice posunuje dolů na 200 až 150 mm.

Objem nádoby dle analýzy by se měl ideálně pohybovat v rozmezí 1 až 2 litrů. [1][2][3][4]

Dále je zde předpoklad umístění nádoby pro tablety CO₂, které se postupně rozpouští ve vodě. Oddělení je důležité, kvůli jistému okyselení roztoku. [18]

3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

Vnější komponenty jsou vyráběny převážně technologiemi na zpracování plastů, ohledně vnitřní nádoby se jedná o zpracování lehkého a chemicky odolného ABS [1]. Pro průhledné krytování je zpravidla zvoleno akrylátové sklo [3]. Dalšími použitými materiály jsou kovové profily, nejčastěji hliníkové, pro ukotvení osvětlení [1][4] a výrobci blíže nespecifikovaný speciální druh keramiky [6].

Dále se jedná o technologie na výrobu elektronických součástek pro vnitřní součástky typu čerpadla, ventilátoru a pájené základové desky pro ovládání zařízení.

Marketing těchto produktů pro běžného spotřebitele zatím není výrazný a je cílen na značně širokou veřejnost bez viditelných rozdílů, vyjma komunity zahrádkářů a přídružné literatury. Cena menších hydroponických květináčů se pohybuje lehce nad hranicí 2000 Kč a těch větších nad 4000 Kč. Pokud květináč disponuje větším počtem senzorů a chytrých funkcí, cena roste v řádu několika tisícovek.

Při aktuální situaci trhu je předpokladem sériová výroba v řádu desítek tisíc kusů.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

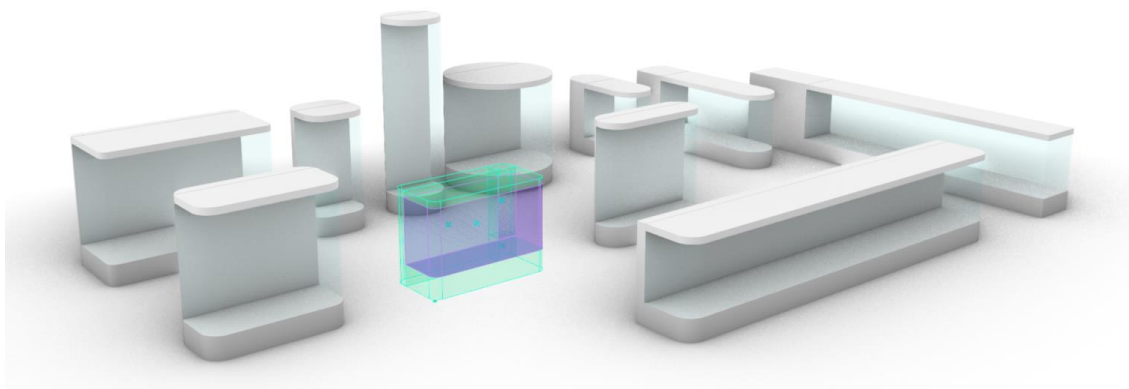
Níže uvedené varianty pracují s myšlenkou umístění nádobek na roztok a oxid uhličitý v jedné nebo více stěn místo spodní základny. Toto umístění má význam ve snížení vertikálního rozměru celého květináče a zároveň udržení výšky vodní hladiny v kořenovém systému vlivem přirozených fyzikálních zákonitostí.

Spodní díl objemu květináčů tvoří z převážné části neprůsvitná přihrádka pro inertní médium, kde se nadále budou nacházet kořeny bylin. Prostor nad je ohraničen krytem s možností otevírání, který je z vrchu uzavřen osvětlovací plochou.

Variantní studie taktéž vychází z předpokladu více rozměrových variant. Z toho důvodu je návrh pod-variant podmíněn aplikováním stejného stylu tvarování či uplatnění stejných technických a vzhledových principů výchozího návrhu.

4.1 Varianta I

První varianta vychází čistě z konstrukčního úsilí o nejvyšší možnou míru využití prostoru. Je navržena pomocí algoritmického modelování, jež výrazně usnadňuje optimalizaci poměrů pěstebního prostoru a vnitřních komponent.



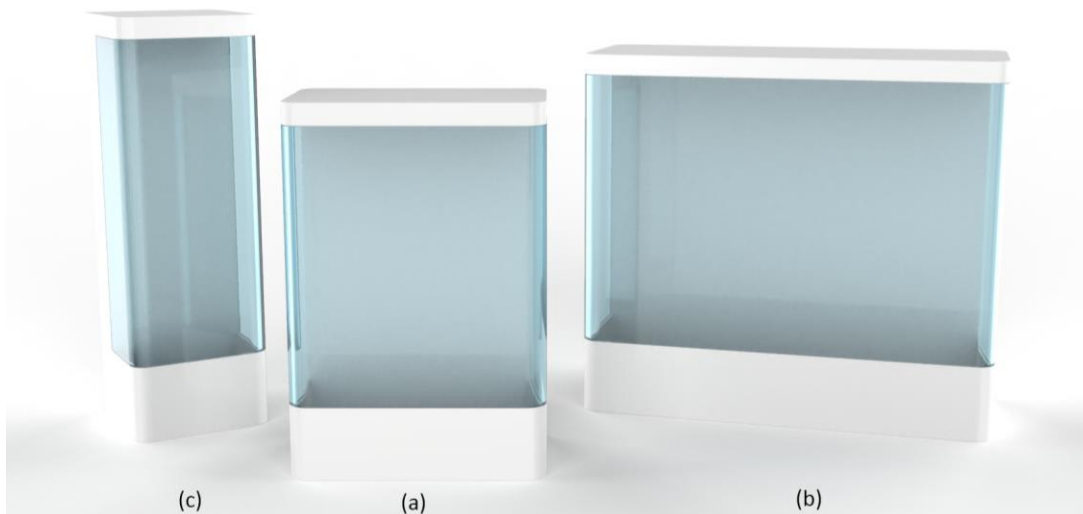
Obr. 4-1 Parametrické skicování pomocí algoritmu

Tvarový původ varianty nachází v prostém kvádru, bez výrazných úprav v rámci udržení maximální efektivity a jednoduchosti. Hlavním prvkem této kompozice je dominující průhledný kryt zabírající takřka skoro celou přední a dvě boční stěny. Toto jednoduché tvarování dává přednost a velkorysý prostor pohledové funkci člověka na rostlinu. Hrany krytu a dalších vnějších komponent přiznávají podstatu návrhu pomocí strohých čistých linií.

Pro přístup k rostlinám lze přední stranu krytu uchopit v horní části a otevřít směrem dolů. Úchop pro otevření je úhledně zakomponován do hrany vrchní desky způsobem, aby nikterak nepřechýlával a byl snadno nalezitelný. Pro snadnější manipulaci úchopu má jeho okolí charakter mírného zahlobení. Na horní desce, za již zmíněným úchopem, se nalézá informační obrazovka a ovládací panel. Z druhé strany téže desky jsou umístěny víka od nádržky na živný roztok a prostoru pro tabletu s oxidem uhličitým.



Obr. 4-2 Variantní studie č.1



Obr. 4-3 Variantní studie č.1 (velikostní pod-varianty)

Tabulka 1

Velikostní pod-varianty	Celkový rozměr [mm]			Pěstební prostor [mm]			Objem nádoby [l]
	Šířka	Výška	Hloubka	Šířka	Výška	Hloubka	
(a)	170	250	100	170	185	68	1,0
(b)	100	300	100	100	230	61	0,7
(c)	300	270	120	300	200	88	2,0

4.2 Varianta II

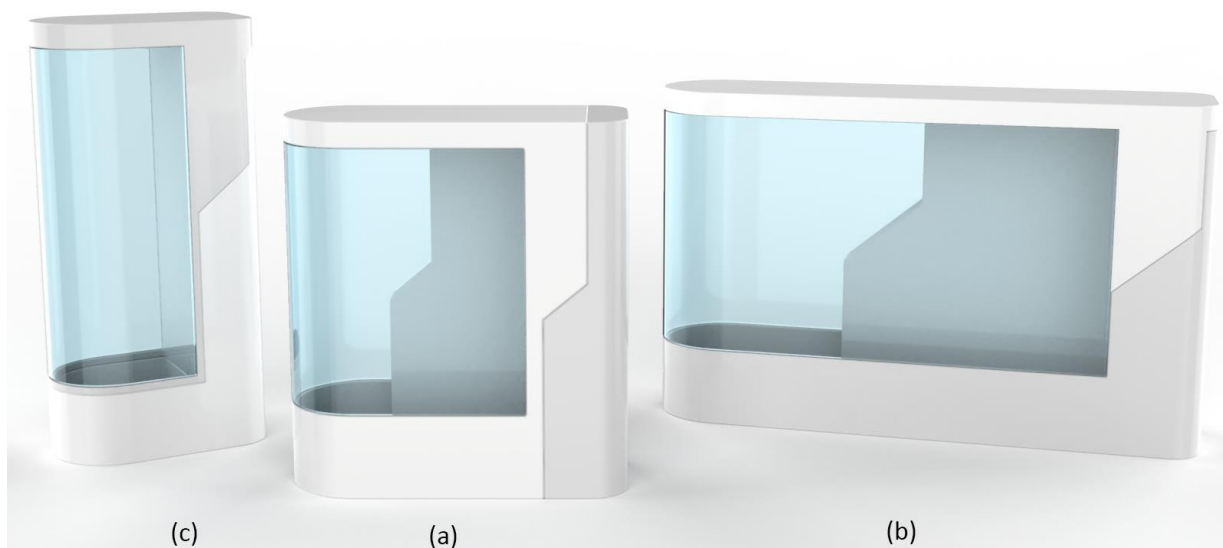
Druhá variantní studie taktéž primárně vychází z parametrického určení hlavních poměrů (viz Obr. 4-1), avšak následně doznala značných úprav. V hlavní míře se jedná především o rozmístění hmoty obsahující nádobku zálivky.

Tato varianta, v rozdílu oproti první, je o něco protáhlejší. Půdorys tvoří podlouhlý obdélník s jednou stranou tvořící půlkruh. Opačný konec má mírně zaoblené hrany a vychází z něj neprůhledný blok s vnitřními komponenty. Zadní stěna je rozdělena na poloviny vertikální linií oddělující nádobku a průhledný kryt. Z důvodu jisté vizuální těžkopádnosti je linie v prostřední části zešikmena ve výškovém poměru zlatého řezu. Částečná průhlednost zadní stěny má smysl z hlediska nejčastějšího umístění květináče na okenní parapet.

Dalším rozdílem oproti první variantě je zde otevírání krytu navrženo směrem do boku, kdy pant je umístěn v polovině oblouku krytu. Ovládání ventilace a osvětlení je zde umístěno na přední straně na pravém boku včetně obrazovky. Víka pro nádobky jsou zde rovněž umístěna na horní straně, avšak s kolmou návazností.



Obr. 4-4 Variantní studie č.2



Obr. 4-5 Variantní studie č.2 (velikostní pod-varianty)

Tabulka 2

Velikostní pod-varianty	Celkový rozměr [mm]			Pěstební prostor [mm]			Objem nádoby [l]
	Šířka	Výška	Hloubka	Šířka	Výška	Hloubka	
(a)	200	220	80	140	155	80	1,0
(b)	130	270	80	81	205	80	0,5
(c)	350	220	80	201	155	80	1,5

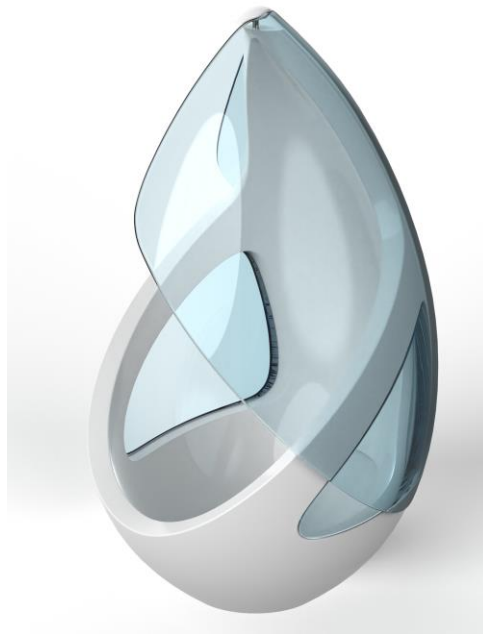
4.3 Varianta III

Třetí variantní studie pracuje se záměrem vytvořit hmotově pestřejší organicky tvarovaný objekt, jenž bude schopen pomocí nepravidelných křivek a optické iluze uchovat objem zálivky podél oblého povrchu ve stěnách.

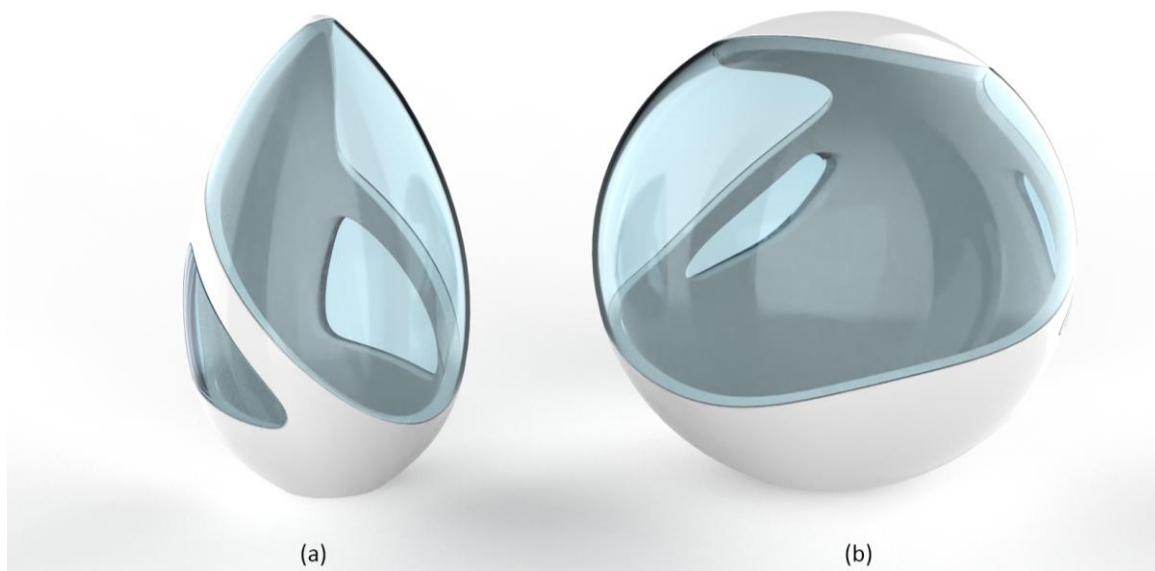
Základní vnější tvar udává křivka orotovaná kolem vertikální osy. Tvarování průhledného průčelí je docíleno bokorysným řezem s ohledem na pohledovou funkci na rostlinu uvnitř. Tloušťka stěny se odvíjí od požadovaného objemu. Směrem k základně od shora dolů se prostor mezi stěnami rozšiřuje. Díky této vlastnosti má zařízení i větší stabilitu.

Otevírání krytu je koncipováno mírným vycvaknutím směrem vzhůru a otočením krytu kolem středové osy.

V rámci zachování estetiky, víka nádobek jsou umístěna na zadní straně zařízení včetně vypínání, ovládání intervalu svícení a větrání probíhá bezdrátovým přenosem.



Obr. 4-6 Variantní studie č.3



Obr. 4-7 Variantní studie č.3 (velikostní pod-varianty)

Tabulka 3

Velikostní pod-varianty	Celkový rozměr [mm]			Pěstební prostor [mm]		Objem nádoby [l]
	Šířka	Výška	Hloubka	Výška		
(a)	190	315	190	250		1,0
(b)	320	315	320	250		2,0

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Řešení finální varianty vychází z variantní studie II, jelikož nejlépe snoubí menší velikostní rozměry s praktickou stránkou věci. Zároveň hlavním směrem při hledání tvarové kompozice je udržení významu pohledové funkce na rostlinu jež klasické hliněné květináče mají.



Obr. 5-1 Finální vizualizace

5.1 Hlavní rozměrová varianta

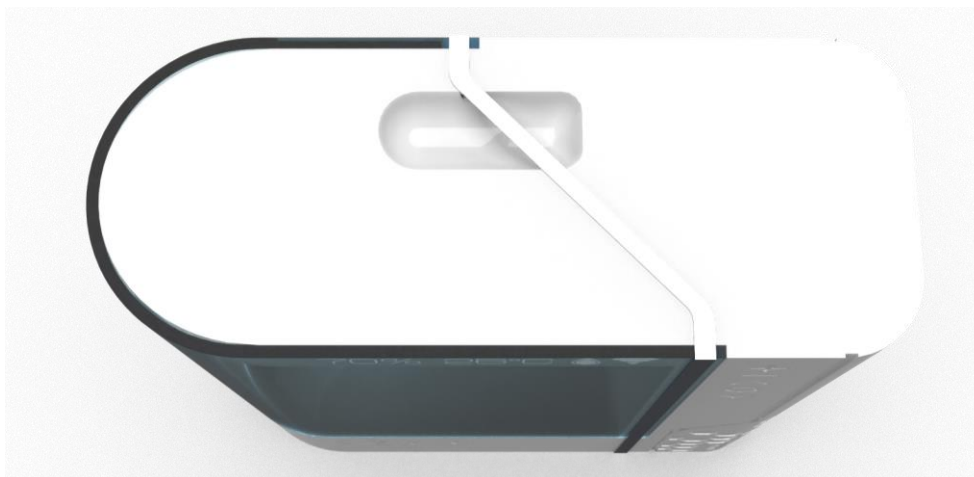
Vzhledem k faktu, že nejdůležitějším estetickým prvkem květináče při používání bude pohled na rostoucí zeleň, tak dominantní část přední stěny tvoří průhledné krytování. Průhledný kryt přechází z přední strany po půlkruhovém zaoblení na stěnu zadní. Toto tvarování má význam především k možnému postavení květináče na okenní parapet, kde Slunce na rostlinu má možnost svítit alespoň nějaký čas, a taktéž nebude docházet k jasným světelným lomům, kdyby akrylát byl řezaný a skládán z vícero kusů z důvodu hranatého půdorysu.

Zadní stěna je dále tvarována způsobem tak, aby se prostor více otevřel v místech, kde rostlina nabývá širších rozměrů a zároveň měla více světla z venkovního zdroje. Tento ubraný objem je posunut dolů, aby se zachoval objem vnitřní nádržky.

Pravá boční stěna v rámci udržení hlavního tvarování má zaoblené hrany polovičním rádiem levého oblouku. Zároveň pravý bok tvoří neprůhledná část s uloženími vnitřními komponenty včetně výsuvných zásuvek a ovládacích prvků. Celý díl tne vertikální křivka, jež doplňuje, jinak oasmocenou, kovovou linii magnetického uchycení krytu. Další význam lomené linie nalezneme taktéž jak u zadní stěny v optickém rozbití hmoty.

Na horní části, přední pohledové straně se nachází skrytý display. Na vrchní straně je umístěný snadný úchop krytu pro následné vysunutí směrem vzhůru.

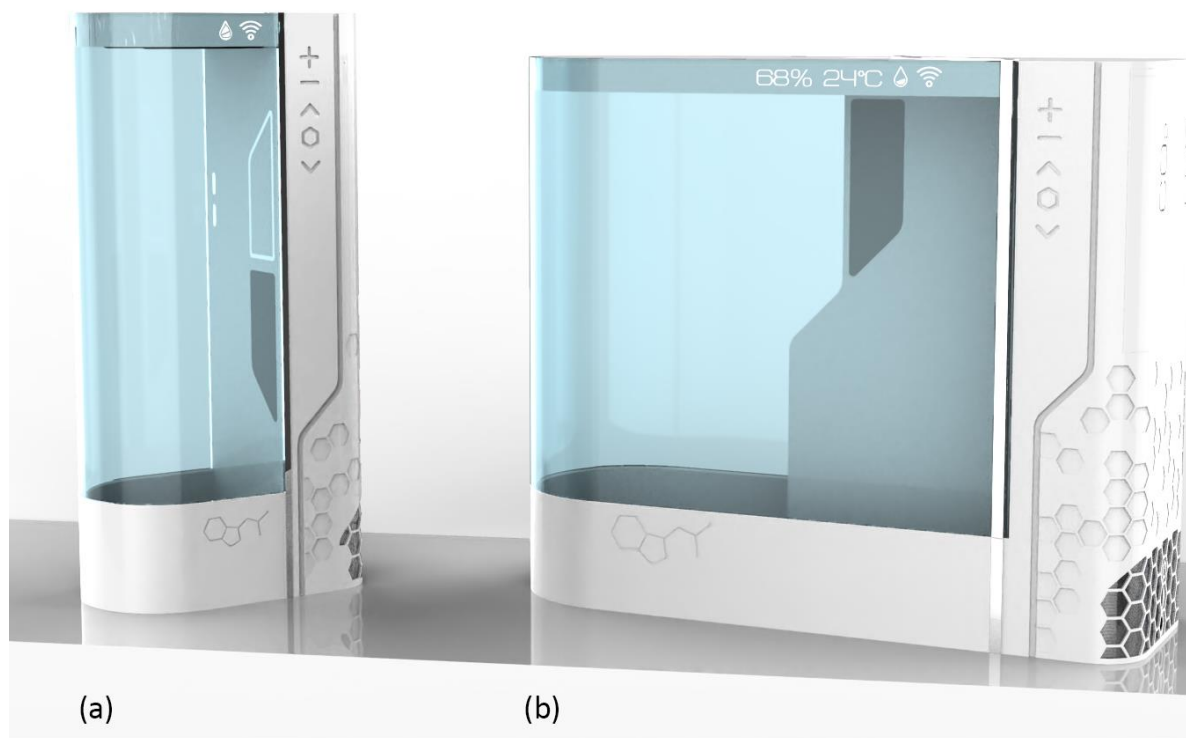
Spodní část zařízení tvoří masivnější blok. Tento dojem včetně stability podporuje absence další vertikálních prvků. Na pravé části, se nachází mřížka překrytá hexagony, její účel nalezneme ve schování průduchů ventilace a proti hmyzu, který může do ventilace nalétnout.



Obr. 5-2 Vrchní pohled

5.2 Další velikostní varianty.

Z hlediska různorodosti stavby bylin je vhodné uvažovat o vícero velikostních provedení.



Obr. 5-3 Velikostní pod-varianty

Tabulka 4

Velikostní pod-varianty	Celkový rozměr [mm]			Pěstební prostor [mm]			Objem nádoby [l]
	Šířka	Výška	Hloubka	Šířka	Výška	Hloubka	
(a)	130	270	80	80	205	80	0,5
(b)	300	250	100	235	185	100	1,7

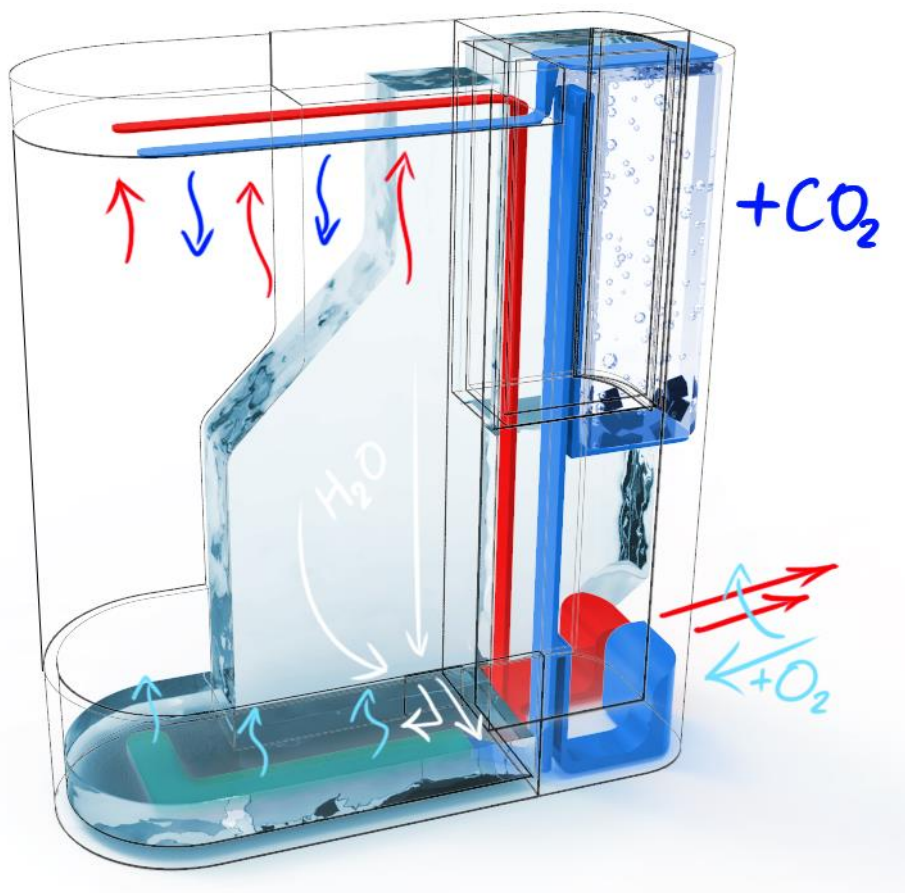
6 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

Konstrukčně-technologická řešení v následujících podkapitolách jsou primárně navržena s úsilím použití pasivních systémů a fyzikálních zákonitostí, které by nahradily dílčí elektronické součástky.

6.1 Popis

Základní funkce hydroponického květináče pracují na principu lehké automatizace. V rámci udržování atmosférických podmínek ekosystému je zde zaveden umělý koloběh vzduchu pomocí vzduchovacího motoru a ventilátoru, kdy jedním směrem se okysličují kořeny a vzduch se obohacuje o oxid uhličitý. Druhým směrem se vzduch zbavuje přebytečné vlhkosti a teploty.

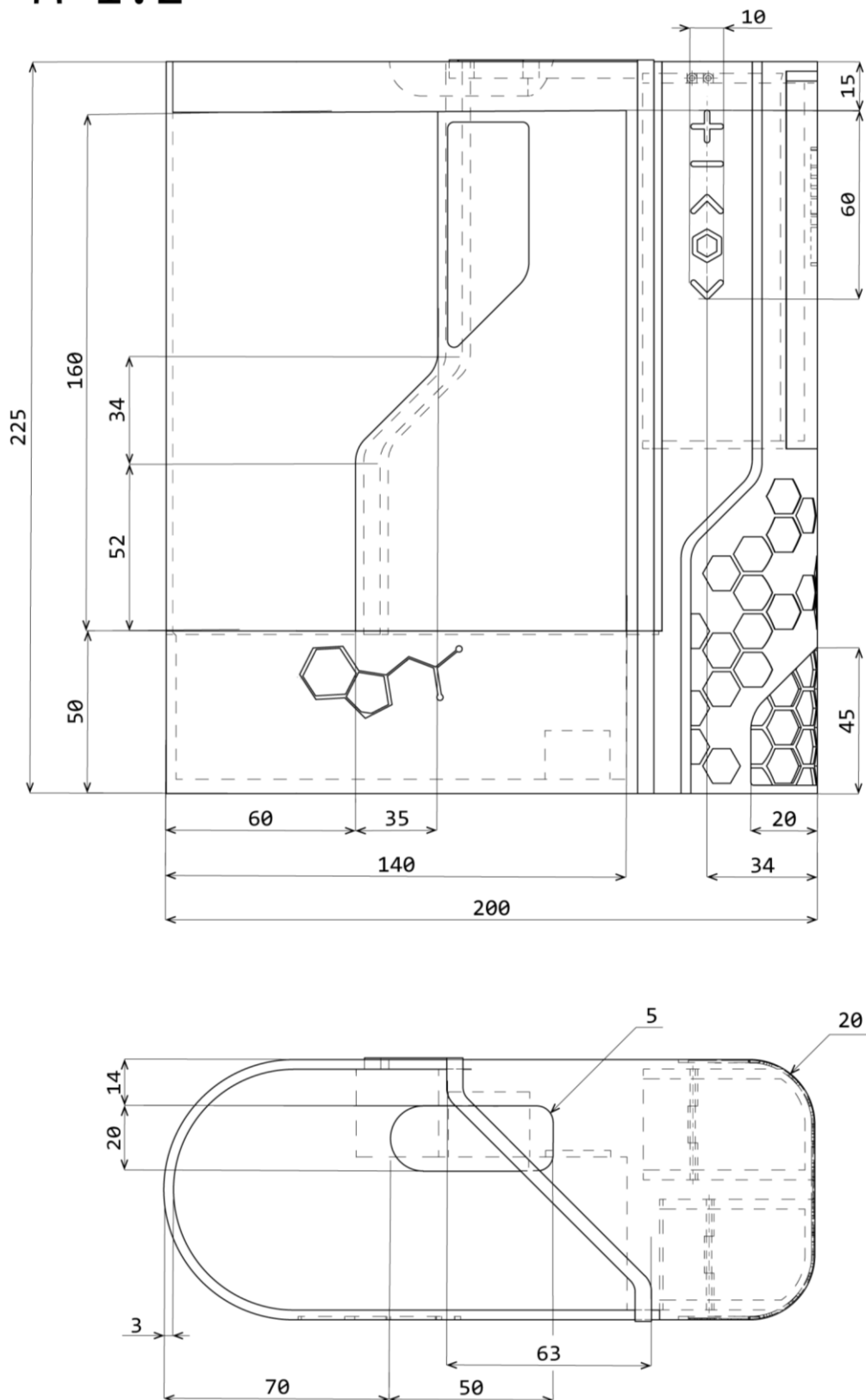
Druhou hlavní funkcí je udržování hladiny záливky v pěstebním prostoru díky podtlaku v nádrži.



Obr. 6-1 Popis funkce květináče.

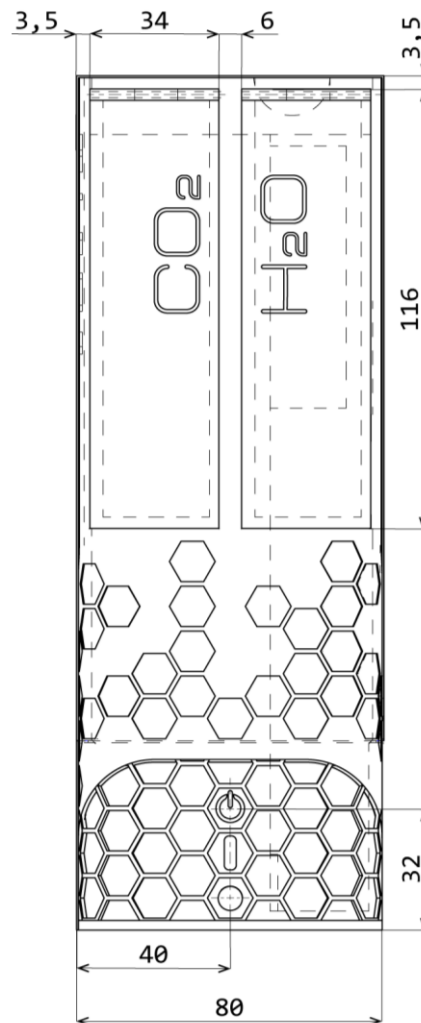
6.2 Rozměrové řešení

M 1:2



Obr. 6-2 Rozměry nárys a půdorys

M 1:2



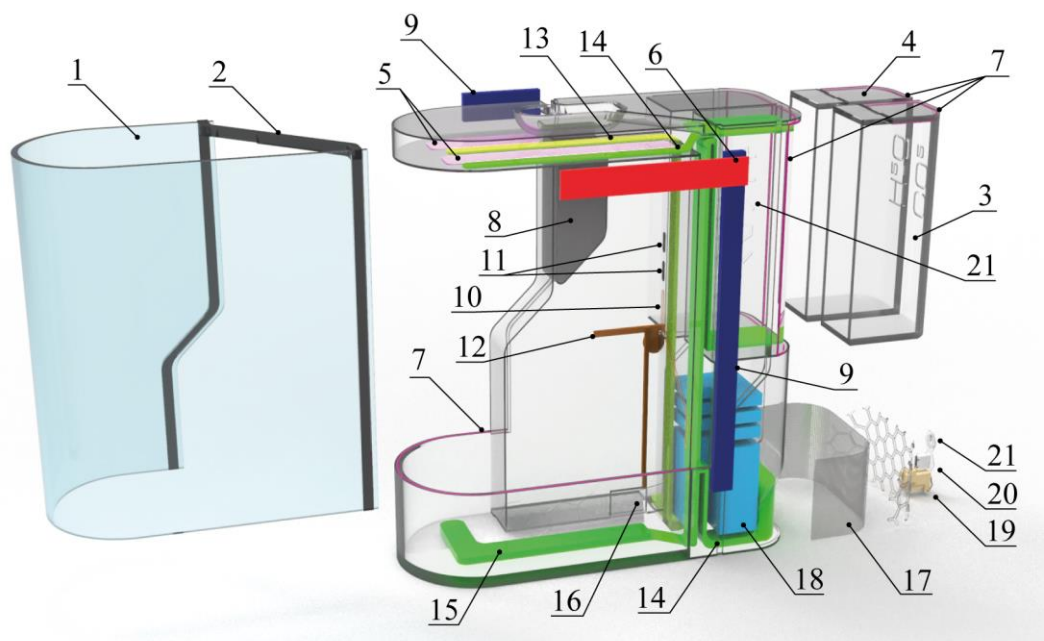
Obr. 6-3 Rozměry bokorys

Celková délka zařízení včetně vysunutých nádobek dosahuje rozměru 240 mm. Po otevření vík nádobek je celková výška 258 mm.

Objem nádobky na tabletu CO_2 s vodou je 0,14 l a celkový objem nádržky na roztok se v snížil na 800 ml.

Celková plocha pěstebního prostoru je 72,4 cm^2 .

6.3 Vnitřní mechanismy a komponenty



1 kryt	8 MOF-PHCM	15 vzduchovací kamínek
2 úchop krytu	9 magnetická lišta	16 klapka
3 nádobka CO2	10 tepelná spirála	17 ochranná mřížka
4 zásuvka pro vodu	11 čidla	18 elektronika
5 LED osvětlení	12 mechanismus klapky	19 DC konektor
6 displej	13 odsávání	20 USB-C konektor
7 těsnění	14 přívod CO2	21 tlačítka

Obr. 6-4 Schéma vnitřních komponent

6.3.1 Udržení teploty a vlhkosti

Pro udržení vlhkosti a teploty slouží primárně průhledný kryt. Ale aby nedošlo k nežádoucím výkyvům a růstu extrémních hodnot, na vnitřní stěny jsou integrována teplotní a vlhkostní čidla. Pokud by došlo k výraznému ochlazení (např. přes noc, nebo průvan), zařízení je vybaveno menší topnou spirálou o přibližném výkonu 3 W.

Pro udržení vlhkosti slouží blok ze speciálně navrženého materiálu (viz Kap. 6.4.2).

6.3.2 Rozvod zálivky

Pro dolití zálivky je třeba vysunout jednu ze dvou doplňovacích zásuvek. Vysunutí zásuvky má za následek vykompenzování ztráty objemu po uzavření a zároveň se tímto pohybem pomocí ozubeného převodu uzavře otvor mezi nádržkou a pěstební přihrádkou. Při zasunutí zásuvky se spodní klapka otevře a vzniklý podtlak udrží hladinu ve výšce horní hranice téhož otvoru.

6.3.3 Rozvod vzduchu

Hnaný vzduch pomocí tichého vzduchovací motorku vnikne do útroby, kde se rozdělí do dvou směrů (Viz Obr 6-1). Prvním směrem pokračuje vzduch dolů pod kořenový systém do vzduchovacího kamínku. Druhý směr vede do nádoby s rozpouštějící se tabletou CO₂. Vzduch obohacený o oxid uhličitý pokračuje do horní části zařízení, kde následně začne klesat rovnoměrně k rostlinám. Sekundární ventilátor slouží k výměně již přítomného vzduchu, pokud je uvnitř moc vysoká vlhkost nebo teplota. Umístění průduchů v horní části má své opodstatnění, kde teplý vzduch se díky své energii nadržuje dole, oxid uhličitý je těžký a nevzlínal by vzhůru a rostliny by níže položený otvor mohly snáze zarůst.

Společný příkon ventilátoru a vzduchovacího motorku se odhaduje na 3,5 W.

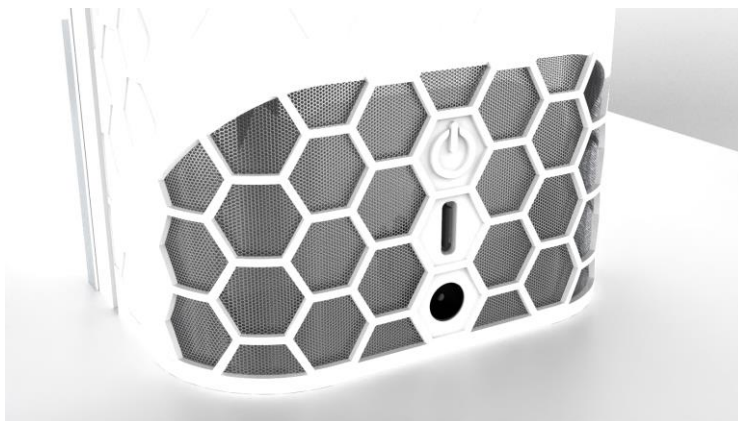
6.3.4 Osvětlení

Zdrojem světelného záření pro ideální růst rostlin je zvolena LED technologie, která vyniká vysokou světelnou efektivitou. Běžně dostupná pěstební světla jsou v zastoupení širokospektrých červených a modrých diod v poměru 2:1 [22]. Avšak pro potřeby menšího květináče zaměřeného primárně na pěstování bylin, lze upravit poměr na 1:1 případně opačně na 1:2 z důvodu potřeby růstu stonků místo kvetení [15]. Orientační výkon osvětlení by se mohl pohybovat v rozmezí 10-15 W.

Rozsah červených LED diod je 680-750 nm a modrých je 400-520 nm.

6.3.5 Napájení

Zařízení do jisté míry funguje pasivně i bez elektrické energie, avšak bez probublávání, odvětrávání a osvětlení dojde ke značnému zpomalení růstu. Květináč obsahuje zabudovanou elektroniku potřebnou pro úpravu změny napětí pro možnost napájení ze sítě přes DC konektor, nebo z jiného zařízení (např. stolního počítače) pomocí USB-C.



Obr. 6-5 Detail slotů pro napájení včetně vypínacího tlačítka

V otázce ekologie, ve směru energetické soběstačnosti užití fotovoltaických panelů a akumulátoru v rámci udržení logiky, by bylo neefektivní a téměř nežádoucí, jelikož se jedná o zařízení s předpokladem týdenní výdrže s umístěním na méně slunném místě.

6.3.6 Bezdrátové připojení

Mimo samostatných ovládacích prvků umístěných na zařízení lze úpravu intervalů svitu a cirkulace upravovat prostřednictvím chytrého telefonu připojeným přes Wifi. Pomocí aplikace v telefonu lze dále zaznamenávat naměřené hodnoty, které mohou sloužit pro nalezení ideálních podmínek pro budoucí pěstování konkrétního druhu rostliny.

6.4 Materiálové řešení

Průhledný kryt

Průhledný kryt je navržen pro výrobu z běžně dostupného polymethylmethakrylátu (plexiskla) s vnitřní povrchovou hydrofobní úpravou proti srážení vodních par na povrchu. Vnější strana krytu je potažena dichroickou fólií.

Kovové profily, díky nimž kryt drží na těle zařízení, jsou navrženy z feritické nerez ocele pro její odolnost vůči vlhku a magnetickým vlastnostem.

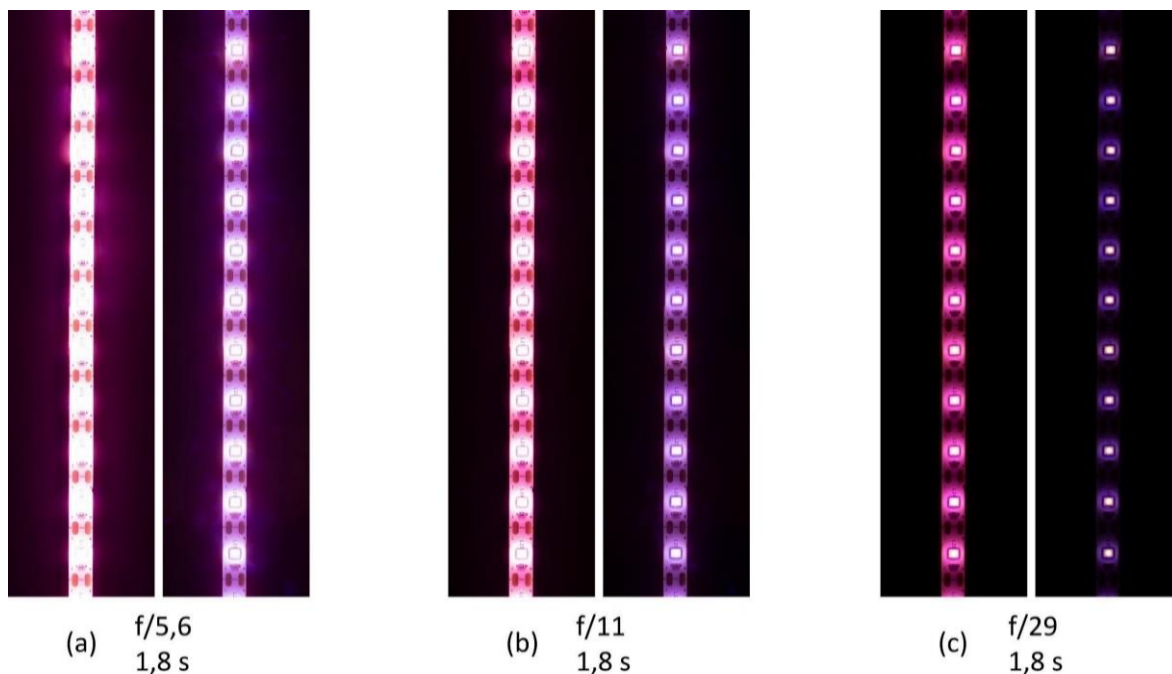
Konstrukce

Celá vnější a vnitřní konstrukce těla květináče je navržena z jednoho materiálu chemicky a mechanicky odolného akrylonitrilbutadienstyrenu (ABS). Vlastnosti toho plastu zaručí nekontaminování zálivky, nižší riziko vzniku trhlin u nádržek při pádu a zároveň větší stabilitu vnitřních teplot.

6.4.1 Dichroická fólie

Dichroická fólie vyniká vlastností polarizovat světlo v určitém vlnovém rozsahu spektra. Podle zadaných specifikací část světelného spektra odrazí zpět a zbylá část projde skrz.

Na obrázku níže (viz Obr. 6-6) lze vidět růstové LED osvětlení bez (levé sloupce) a s fólií (pravé sloupce). Jak můžeme vidět, rudá část spektra skrze fólii neprochází.



Obr. 6-6 Poměr útlumu růstových světél. Ohniska objektivu při čase 1,8 s: (a) f/56; (b) f/11; (c) f/29

Konkrétní fólie propouští odstíny kratší vlnové délky od 380 nm do 590 nm. Délky od 590 nm do 795 nm jsou odraženy zpět. [20]



Obr. 6-7 Změna barvy fólie při změně pozorovacího úhlu. [20]

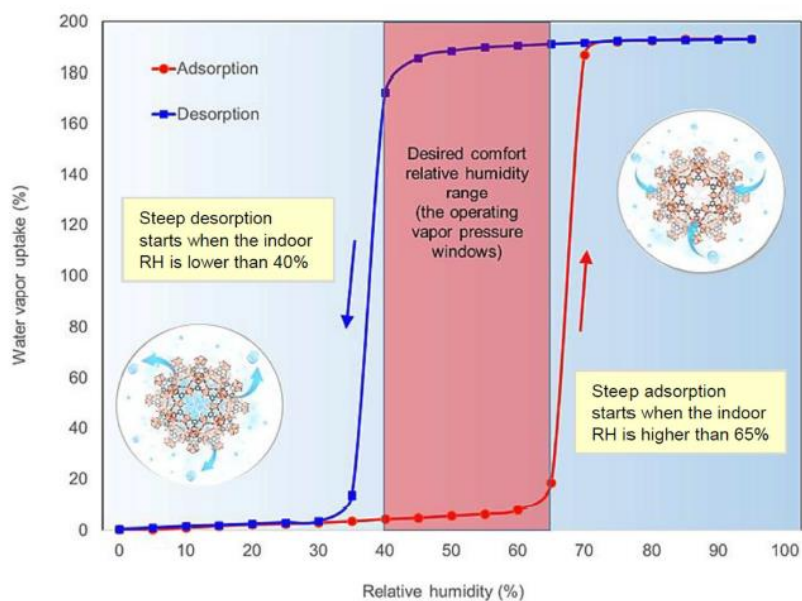


Obr. 6-8 Reálná fotografie použití fólie při pěstování; (a) pohled na rostliny bez fólie; (b) pohled na rostliny skrze fólii; (c) pohled na fólii z dálky

6.4.2 MOF-PHCM

Jedná se o materiál, který svými vlastnostmi dokáže pasivně bez nutnosti elektrické energie udržovat v daném prostoru patřičnou hodnotu relativní vlhkosti vzduchu.

Materiál vyniká výraznou savostí vlhkosti při překročení hraniční hodnoty 60 %. V opačném případě, pokud relativní vlhkost vzduchu klesne pod 45 %, materiál začne okolní prostředí sám zvlhčovat. (viz Obr. 6-9). Vysoká pórovitost materiálu dokáže absorbovat 1,62 g/g vodní páry při 80% relativní vlhkosti vzduchu. Regenerace vlastností materiálu probíhá při teplotách 60-70 °C. [21]



Obr. 6-9 Schopnost absorpce materiálu MOF-PHCM [21]

6.5 Technologie

6.5.1 CO₂ tablety

Pro zajištění dostatku oxidu uhličitého pro kvalitní růst rostliny a fungování fotosyntézy je zvolena metoda využití pevných lehce dávkovatelných tablet [23]. Ačkoliv sami výrobci uvádějí, že lze tabletu vhodit přímo do zálivky, tak tento způsob není nevhodnější a v převážné míře cílí na snadné používání především u podomácku sestavených systémů. Vhozená tableta má potenciál daný roztok okyselit a jde si proti principu okysličování kořenů tzv. probubláváním. Proto je pro dávkování vytvořena samostatná přihrádka mimo oblast zálivky a rozpuštěný oxid uhličitý je hnán do pěstebního prostoru samostatnou cestou (viz. Obr. 6-1).

V oblasti trhu u prodávaných hydroponických květináčů se zatím s využitím takovýchto tablet nepočítá a přívod CO₂ se zanedbává. U složitějších hydroponických systémů se uvažuje o použití tlakových nádrží se stlačeným plynem. Avšak tato metoda je pro malé domácí zařízení příliš nákladná.

6.5.2 Výroba

Vzhledem ke složitosti tvaru konstrukce je třeba tělo rozdělit do několika komponentů přizpůsobených pro výrobu pomocí vstřikování plastů. Tyto komponenty jsou následně lepeny, aby bylo dosaženo vodotěsnosti celé konstrukce.

Výroba průhledného akrylátového krytu probíhá extrudováním s následnou úpravou výřezu laserem.

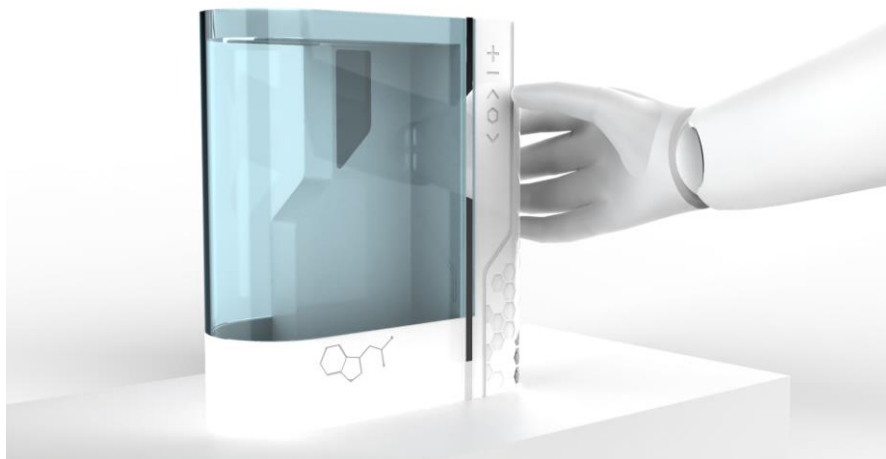
Kovové součásti jako jsou profily určené pro ukotvení krytu a ochranné mřížky u ústí vzduchotechniky řezány pomocí laseru a následně ohýbány.

6.6 Ergonomie

Z hlediska lidského přístupu k používání květináče jsou důležité tři parametry. A to přístup člověka k rostlinám (k jejich sázením a zastřiháváním), jakým způsobem lze doplnit potřebné živiny a jak nastavit podmínky prostředí.

6.6.1 Ovládací prvky

Aby mohly být atmosférické podmínky pro rostlinu adekvátní, je zde umístěno několik intuitivních ovládacích prvků. Na přední straně vpravo od informační obrazovky umístěno pět dotykových tlačítek sestupně: „přidat“ ve tvaru plus, „ubrat“ ve tvaru mínus, tlačítko šipky pro směr nahoru, potvrzovací tlačítko ve tvaru šestiúhelníku a poslední tlačítko tvaru šipky pro směr dolů. Mikrotlačítko pro vypnutí celého zařízení je logicky umístěno bokem k napájecím slotům. Velikost tlačítek v průměru je cca 10 mm.



Obr. 6-10 Ovládání displeje



Obr. 6-11 Ovládání vypínání

6.6.2 Přístup k rostlinám

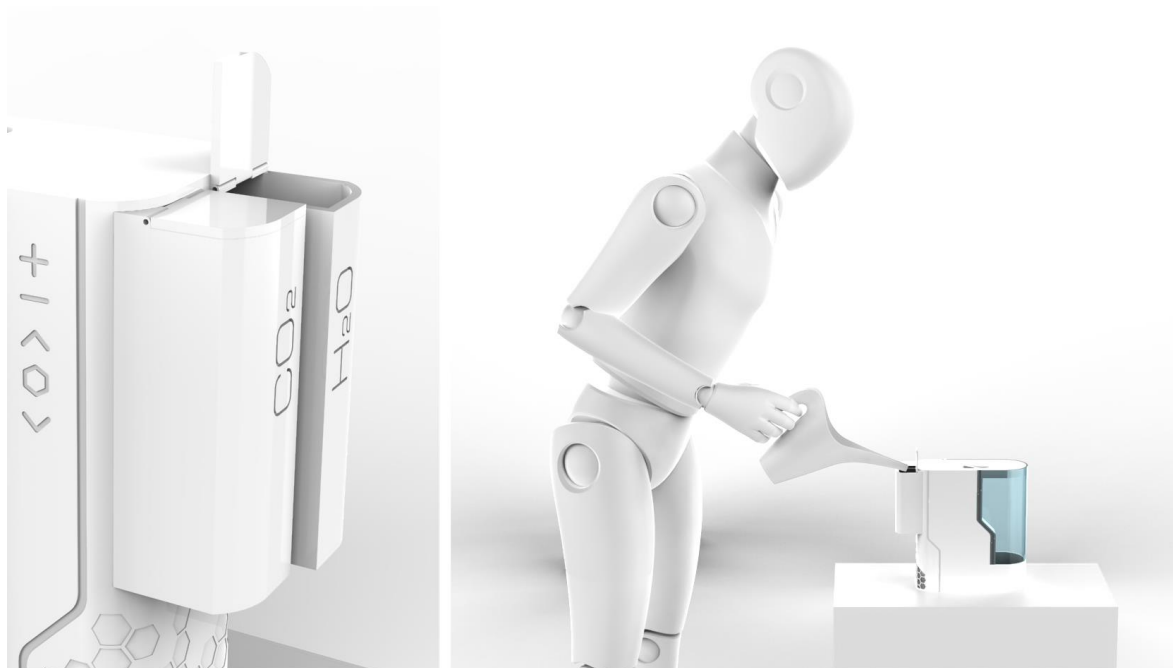
Velikost manipulačního prostoru se v tomto případě rovná velikosti pěstebního prostoru (150 x 80 x 160) mm. K tomuto prostoru se člověk dostane jednoduchým vysunutím krytu pohybem vzhůru. Pro toto vysunutí slouží úchop zahlabený v horní části zařízení. Vyhloubení má rozměry (50 x 20 x 10) mm.



Obr. 6-12 Sundávání krytu

6.6.3 Doplnění živin

Pro doplnění zálivky nebo roztoku s drcenou CO₂ tabletou je třeba v první řadě vysunout a otevřít příslušnou přihrádku. Následně lze použít libovolnou nádobu či konev. Samotná přihrádka se otevírá na způsob klikacího mechanismu.



Obr. 6-13 Doplnování živin

6.7 Bezpečnost a hygiena

Potažením krytu dichroickou fólií je docíleno pohledově příjemnějšího spektra pro lidský zrak. Jestliže se květináč nachází v režimu svícení, ven skrze akrylát proniká pouze oblast modré až zelené barvy. K míšení intenzivní modré a červené nedochází a tudíž nedochází k matení a výrazného namáhání lidského zraku.

Z dlouhodobého hlediska používání květináče je možné, že i přes čistotu hydroponického prostředí se ve v nádobce na zálivku nebo v pěstební přihrádce začnou množit nežádoucí bakterie či plísňe. Proto, když taková situace nastane, je vhodné rostliny opatrně vyjmout a nádoby prolít běžnými čistícími prostředky.

6.8 Udržitelnost

Hydroponie jako samotná disciplína má v otázce udržitelnosti velký díl. Už jen díky jejím značným výhodám můžeme s velikou opatrností říci, že se jedná o udržitelný produkt. Avšak takový postoj by nebyl moudrý, a proto je nutno na tuto otázku brát zřetel i v celém procesu navrhování. Z toho důvodu v rámci udržení koncepce ekologického zařízení zde existují snahy o nalezení především pasivních funkcí zařízení, jež ke svému fungování nepotřebují elektrickou energii. Příkladem je mechanismus využívající podtlak místo vodního čerpadla, které lehce nalezneme u konkurenčních produktů.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

Jediným barevným provedením je čistě bílý celistvý povrch. Tento odstín je zvolen z faktu, že výraznou barevnou funkci již tvoří umístění zeleně a zároveň potažení krytu dichroickou fólií. Ta může v určitých úhlech pohledu odrážet odlišné odstíny v rozmezí od azurové do tmavě fialové (viz Obr. 6-7).

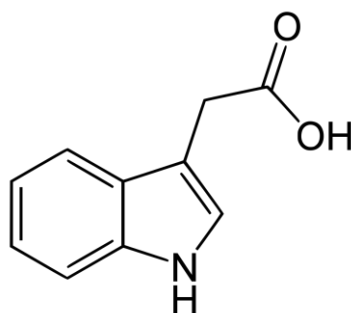
Barevný profil podle vzorníku pantone: 000C

Barevný profil podle vzorníku RAL: 9003

7.2 Grafické řešení

7.2.1 Logotyp

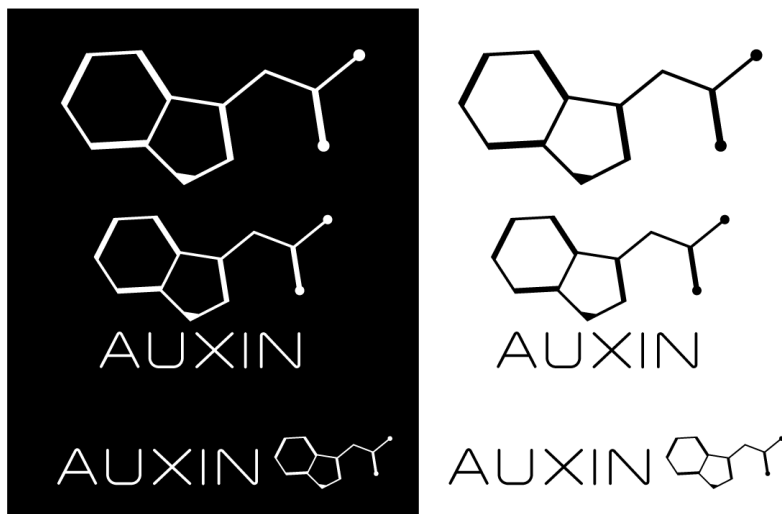
Na základě účelu zařízení, jež je podpora růstu rostlin, je název a související logo odvozeno od skupiny nejznámějších fytohormonů nesoucí označení Auxiny [24]. Konkrétně se jedná o růstové rostlinné hormony ovlivňující dlouhivý růst buněk, což dokonale kopíruje a logicky doplňuje funkci výrobku. Pro produkt je název skupiny zkrácen na jednotné číslo „Auxin“.



Obr. 7-1 Molekula Auxinu [24]

Pro tvarovou část podoby loga je zvolena přírodně se nejčastěji vyskytující kyselina indol-3-ocetová [24]. Její tvar je následně graficky upraven do použitelné podoby nahrazením písmen včetně dvojných vazeb letnými detaily. Dvojně vazby jsou nahrazeny silnějšími linkami, trojvazný dusík menším symbolickým trojúhelníkem při spodním vrcholu prostředního pětiúhelníku a dvojně vazný kyslík zakončuje osamělé linie pomocí kruhů. Další uvedené atomy vodíku pro zjednodušení svojí grafickou podobu nedostaly.

Zvolený typ písma pro Logotypu je font Yeysk. Tento font je zvolen z důvodu subtilní, liniové a tvarové podobnosti loga. Pro zobrazování informací včetně aktuálních hodnot na displeji je z důvodu grafické celistvosti použit taktéž.



Obr. 7-2 Logo (povolené varianty)



Obr. 7-3 Aplikace Logotypu zahloubením; (a) umístění loga; (b) označení nádržek

7.2.2 Displej

Pro zobrazení hodnot a nastavení intervalu ventilace slouží displej umístěný na horní části zařízení.



Obr. 7-4 Displej

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Obyčejné květináče obecně mají tu vlastnost, kdy zeleň v místnosti člověka dokáže uklidnit a navodit atmosféru pocitu propojení s přírodou. Krytovaný květináč Auxin tuto vlastnost má o něco nižší, ale zato dokáže produkovat plodiny v kratším čase, čímž daný uživatel získá pocit, že konzumuje zdravěji. Zdravější konzumace potravin logicky přispívá i k lepší duševní pohodě člověka.

Dále je třeba se zmínit, že zařízení mimo svou hlavní funkci může sloužit jako dekorativní lampička s do modra zbarveným světlem.

8.2 Sociální funkce

Popularita tématu hydroponie postupem času nabírá na síle. Nebude tedy výjimkou, že uvedením na trh tohoto zařízení, které vyzdvihuje tento způsob pěstování a podporuje moderní trendy ekologicky smýšlející generace, bude mít za následek znásobení efektu. Nemluvě o faktu, kdy se naše doba potýká s enormní rychlostí šíření dat vlivem sociálních sítí.

8.3 Ekonomická funkce

V rámci otázky finanční situace uživatele se můžou zdát počáteční náklady vyšší, avšak s ohledem na budoucí úsporu jak po stránce nákupu drahých potravin ve městech, tak po stránce času věnovaný údržbě místo obcházení trhů, se může jednat o výhodnou investici.

8.4 Marketingová analýza

Silné stránky

- Elegantní řešení některých problémů konkurenčních zařízení.
- Univerzálnost zařízení. Lze pěstovat jakoukoli menší rostlinu či bylinu.

Slabé stránky

- I přes univerzálnost není zaručená jistota růstu všech rostlin z důvodu jejich genetické výbavy.

Příležitosti

- Existuje zde prostor na vytvoření aplikace fungující částečně jako sběrnice dat domácích pěstitelů a částečně jako sociální síť, kde by uživatelé mohli své zkušenosti sdílet. Zároveň nasbíraná data by měla nemalou vypovídající hodnotu, protože rostlinných druhů existuje nezměrná škála a pro výzkum konkrétních druhů a čeledí není v akademických a soukromých sektorech prostor, jaký je v rukou veřejnosti.

Hrozby

- Zařízení je konstruováno způsobem na vznik ideálních podmínek pro růst bylinek, ale v extrémních podnebných podmínkách této funkce nemusí plně dosáhnout z důvodu, kdy například ventilace vzduchu nedokáže ochladit pěstební prostor, pokud je venkovní teplota radikálně vyšší.

8.5 Cílová skupina

Uživatel vlastníci hydroponické zařízení bude s velkou pravděpodobností patřit do jedné ze skupin pěstitelů, fanoušků moderních technologií, ekologicky smýšlejících, lidí žijících v městských bytech bez zahrádky nebo skupiny lidí zabývajících se zdravým životním stylem.

Nejvhodnější, i když možná přehlédnutelnou cílovou skupinou, mohou být lidé žijící ve velkoměstech ve velmi malých bytech, tzv. mikro-bytech (typické pro metropole v Asii), kde osoba nemá prakticky žádný prostor nazbyt a každá věc v příbytku má své platné místo.

8.6 Cenová hladina

Předpokládaná cena vzhledem k výrobním postupům, obsahu funkcí, použitým materiálům a výsledného dopadu na finanční stránku spotřebitele by se mohla pohybovat mezi hranicemi dvou až čtyř tisíců korun českých při aktuálním stavu konkurence.

9 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout poměrně malé zařízení s krytem a umělým osvětlením, které podpoří rychlý růst menších rostlin ke každodenní spotřebě s využitím hydroponie. Aby samotný návrh květináče byl možný, bylo nutné se nejdříve seznámit s obecnou problematikou růstu rostlin. Konkrétně s vlivem hlavních faktorů jako jsou světelné podmínky (vlnové složení spektra a denní cyklus), teplota, relativní vlhkost vzduchu a obsah oxidu uhličitého ve vzduchu.

Z poznatků zjištěných rešerší produktů na trhu byly zjištěny hlavní problémy a nedostatky. Převážná většina květináčů i přes svou cenovou hladinu se v hrubém základu skládá pouze z nádržky na vodu a neefektivního bílého osvětlení, načež osvětlení právě bývá hlavní kritikou spotřebitelů. Hlavním problémem je špatné stínění, kdy umístění květináče v relaxační zóně dokáže ve večerních hodinách nepříjemně zářit. Obzvláště, pokud květináč disponuje růstovými světly fialové barvy, které mají na psychiku člověka dráždivý efekt. Další značnou nevýhodou je fakt, že více jak polovina výrobců má svůj produkt dimenzován na speciální sadební kapsle a uživatel nemá jinou možnost, pokud není lépe zručný, než si koupit další kapsle po vypěstování jedné rostliny. Posledním velkým neduhem je absence krytu, který dává rostlině za úkol, aby se sama vypořádala s kolísáním teploty a vlhkosti prostředí a co je možná důležitější, náletům škůdců.

Motivací pro vyřešení těchto problémů a zároveň pro dosažení co nejmenších možných potřebných rozměrů byla myšlenka vyhnout se elektronickým součástkám, najít vhodné materiály a aplikovat běžné fyzikální pasivní principy. Mezi takové řešení patří potažení průhledného krytu dichroickou fólií, která odrazí červenou část spektra zpět do útrob zařízení a ven pronikne jen oblast modrého spektra. Dalším řešením je umístěním nádobky na živný roztok do jedné ze stěn, čímž se jednak snížil vertikální rozměr celého zařízení a jednak bylo možné zjednodušit dávkování pomocí udržení podtlaku v nádobce. Tímto způsobem vznikla možnost zbavit se vodního čerpadla, i když stále existuje nutnost využívat vzduchovacího kamínku, aby nedocházelo k hnití kořenů. Aby nedocházelo k extrémním výkyvům relativní vlhkosti vzduchu, který by zabránil správné respiraci listů, je uvnitř zařízení taktéž umístěn typ materiálu s označením MOF-PHCM. Unikátní vlastnosti tohoto materiálu, je to že pasivně udrží vlhkost přesně v rozmezí 45-60 % relativní vlhkosti vzduchu. Přidanou hodnotou, kterou doposud nedisponují žádné konkurenční výrobky je umístění nádobky na tabletu s CO₂. Umístění této nádobky zabrání okyselení kořenového systému a plyn je v době svícení distribuován přímo k rostlinám.

Jediným aspektem, který se mírně odklání od požadovaných parametrů, je objem nádržky na zálivku. Její kapacita se nachází pod hranicí jednoho litru (800 ml), avšak v poměru k velikosti pěstební plochy a vzhledem k efektivnější manipulaci s vlhkostí uvnitř květináče lze tento nedostatek tolerovat.

V průběhu procesu navrhování se zde objevily další dílčí aspekty, které by stály za zpracování, ale nedostalo se jim v této práci pozornosti z hlediska rozsahu, nebo už jsou mimo rámec zadání. Jednalo by se hlavně o vylepšení distribuce oxidu uhličitého takovým způsobem, aby nebylo třeba další vzduchotechniky. Takovým řešením by mohlo být oboustranného vzduchovacího motorku či ventilátoru se systémem klapek (což by se projevilo na ceně), nebo nalezení vhodného materiálu, který propouští přirozeně CO₂ jedním směrem. Druhým významným, možná nejvýznamnějším, nedořešeným aspektem je stálá závislost na připojení k síti elektrické energie. Otázka energií bude vždy velmi diskutovaným tématem a osobně si nejsem jistý, zda aktuálně existují technologie a možnosti pro dosažení soběstačnosti pro tak malé zařízení. Avšak lze uvažovat o navržení přídatných organických fotovoltaických panelů nebo menší větrné turbíny pro umístění k oknu bytové jednotky.

Osobně si myslím, že zadané cíle se mi splnit podařilo a odvážím se říct, že hydroponický květináč v této práci má potenciál umístění na trhu či dalšího rozvoje. V širším kontextu by se dalo uvažovat o návrhu zařízení vhodné i do extrémních podnebných podmínek, které se dokáže lépe vyrovnat vysokými nebo velmi nízkými teplotami vnějšího prostředí.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Veritable [online]. Auvergne-Rhône-Alpes: Veritable, c2021 [cit. 2021-02-27].
Dostupné z: https://www.veritable-potager.fr/fr/?SubmitCurrency=1&id_currency=3&id_lang=5&id_cart=&redirect=1&cont=europe
2. Aspara [online]. Hong Kong: Growgreen Limited, c2021 [cit. 2021-02-27].
Dostupné z: <https://www.aspara.hk/>
3. Green Farm: Cube [online]. Osaka-shi: UING Corporation [cit. 2021-02-27].
Dostupné z: <http://www.greenfarm.uing.u-tc.co.jp/cube/>
4. Botanium [online]. Stockholm: Botanium AB, c2021 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://botanium.se/>
5. Leaf Learn [online]. Praha: LEAF LEARN, c2021 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://www.microgreens.ai/>
6. Terraplanter [online]. Terraplanter, c2021 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://www.terraplanter.com/>
7. Architonic: greenworks [online]. Greenworks, 2017 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://www.architonic.com/en/product/greenworks-babylone-clear/1471026#&gid=1&pid=2>
8. Fast Company: NASA-Inspired Garden Grows Plants In A Ferris Wheel [online]. New York: Fast Company &, 2012 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://www.fastcompany.com/1669892/nasa-inspired-garden-grows-plants-in-a-ferris-wheel>
9. Behance: Elica Idroponica [online]. Adobe, 2012 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://www.behance.net/gallery/5051873/Elica-Idroponica>
10. Odditymall: This Smart Planter Will Monitor Your Indoor Plants and Works Like a Tamagotchi Pet [online]. Minneapolis: Nigेलco LLC DBA Odditymall, 2020 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://odditymall.com/luca-smart-planter>
11. Výhody: proč hydroponie? TEXIER, William. Hydroponie pro Každého: Vše o domácím pěstování [online]. Paris: Mama Editions, 2013, 12 - 15 [cit. 2021-02-27]. ISBN ISBN 978-2-84594-091-8. Dostupné z: https://www.mamaeditions.com/pdf/9782845940918_intro.pdf
12. MAGAZÍN SPECIÁLNÍ ZAHRADNICTVÍ. Revoluční hydroponie. [2016].
Dostupné také z: <https://magazin.specialnizahradnictvi.cz/vysel-e-book-revolucni-hydroponie/>
13. Skunkology: How Does Hydroponics Work? – Infographics [online]. Skunkology, c2019 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: <https://skunkology.com/how-does-hydroponics-work-infographics/>

14. Mgr. PŘEROSTOVÁ Sylva, Ph.D. Kultivace rostlin pro designový projekt [elektronická pošta]. Message to: grygaj@email.cz. 16. listopadu 2020 17:55 [cit. 2021-03-06] Konzultace s Ústavem experimentální botaniky AV ČR.
15. Par action spectrum: PAR action spectrum and chlorophyll absorption spectra. In: Wikipedia [online]. Nové Dillí: Narosa, 2009 [cit. 2021-02-27]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Par_action_spectrum.gif
16. 12 Nejlepších, Pěstební médií (pro Hydroponii): Vše k pěstování [online]. Pěstík s.r.o, c2009-2017 [cit. 2021-03-10]. Dostupné z: <https://www.pestik.cz/module/csblog/post/75-14-12-nejlepsich-pestebni-medii-pro-hydroponii.html#gref>
17. Sodíkové výbojky: LED náhrady [online]. Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2017 [cit. 2021-03-09]. Dostupné z: <https://www.lednahrady.cz/index.php?l=sodikove-vybojky>
18. GURU CO2 tablety: Úprava klimatu [online]. Praha: Higarden [cit. 2021-03-12]. Dostupné z: https://www.higarden.cz/co-2/guru-co2-tablety/?variantId=35025&gclid=Cj0KCQIAv6yCBhCLARIsABqJTja_c6YyaYEi-mhn0Y8kRGtz3FpNTONYAtszBKBdewHxIUrlzGt-gTYaArG-EALw_wcB
19. Vzduchovací kameny a opony do akvária: Vzduchování do akvária [online]. Opava: Invital, c[2021] [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: https://www.rostlinna-akvaria.cz/eshop/vzduchovaci-kaminky-opony?gclid=Cj0KCQjwi7yCBhDJARIsAMWFScPKSeOB2e3X_Z13fGsg2be22yitdg5otQadGgImYeI6SHLLREhTOhgaAg1NEALw_wcB
20. DICHROIC™ Glass Finishes DF-PA: Technical Data Sheet [online]. Saint Paul: 3M™, c2020 [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://multimedia.3m.com/mws/media/876651O/3m-dichroic-df-pa-and-df-lam-technical-data-sheet.pdf>
21. QIN, Menghao, Pumin HOU, Zhimin WU a Juntao WANG. Precise humidity control materials for autonomous regulation of indoor moisture: Building and Environment. Elsevier, c2019. PII S0360-1323(19)30793-0.
22. LED osvětlení pro rostliny s klipsem a časovačem 20W: Pěstební LED osvětlení [online]. Praha: LedMeGrow, c2021 [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://www.ledmegrow.cz/led-osvetleni-s-klipsem-a-casovacem-20w/>
23. GURU CO2 tablety: Vzduchotechnika [online]. Praha: hi garden, [2020] [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: https://www.higarden.cz/co-2/guru-co2-tablety/?variantId=35025&gclid=Cj0KCQjwvr6EBhDOARIsAPpqUPGdWLV_etVmHnRKS1TNvNf2HS04mjKcwFMVC7TFcVXnp2X2zo7r02saAri2EALw_wcB
24. Auxiny. Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021, 4. 3. 2021 [cit. 2021-5-7]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Auxiny#cite_note-1

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

°C	stupeň Celsia
mm	milimetr
nm	nanometr
μm	mikrometr
cm ²	centimetr čtvereční
l	litr
ml	mililitr
W	Watt
ABS	akrylonitrilbutadienstyren
O ₂	kyslík
CO ₂	oxid uhličitý
H ₂ O	voda
LED	light-emitting diode/elektroluminiscenční dioda
DC	direct current/stejnsměrný proud
USB-C	universal serial bus type C/univerzální sériová sběrnice typu C
Kč	Koruna česká
QR	quick response/rychlá reakce (kód)
g/g	gram absorbované látky na gram materiálu

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1	POTAGER VÉRITABLE® CLASSIC (upraveno); (a) s rostlinami; (b) prázdný. [1]	16
Obr. 2-2	aspara® Nature Smart Grower. [2]	17
Obr. 2-3	Green Farm Cube. [3]	18
Obr. 2-4	Botanium. [4].....	19
Obr. 2-5	Leaf learn Microgreens Mini (upraveno); (a) pěstítko; (b) kapsle. [5]	20
Obr. 2-6	Terraplanter (upraveno); (a) pohled dovnitř; (b) vnější pohled. [6].....	20
Obr. 2-7	Babylone clear by Greenworks. [7]	21
Obr. 2-8	NASA-Inspired Garden Grows Plants In A Ferris Wheel. [8].....	21
Obr. 2-9	Elica Idroponica Hydroponic domestic garden. [9].....	22
Obr. 2-10	Lüa Smart planter (upraveno); (a) květináč; (b) aplikace. [10]	22
Obr. 2-11	Pěstování na vodě (upraveno). [13]	24
Obr. 2-12	Metoda zaplavení a odvodnění (upraveno). [13].....	24
Obr. 2-13	Metoda živné vrstvy (upraveno). [13]	25
Obr. 2-14	Metoda kapkové závlahy (upraveno). [13].....	25
Obr. 2-15	Aeroponie (upraveno). [13]	26
Obr. 2-16	Aquaponie (upraveno). [13].....	26
Obr. 2-17	Ruční zalévání (upraveno). [13]	27
Obr. 2-18	Fotosynteticky aktivní záření. [15]	28
Obr. 2-19	Green Farm Cube s popisky (upraveno). [3].....	29
Obr. 2-20	Botanium s popisky (upraveno). [4].....	29
Obr. 4-1	Parametrické skicování pomocí algoritmu	35
Obr. 4-2	Variantní studie č.1	36
Obr. 4-3	Variantní studie č.1 (velikostní pod-varianty)	36
Obr. 4-4	Variantní studie č.2.....	37
Obr. 4-5	Variantní studie č.2 (velikostní pod-varianty)	38
Obr. 4-6	Variantní studie č.3	39
Obr. 4-7	Variantní studie č.3 (velikostní pod-varianty)	39

Obr. 5-1	Finální vizualizace	40
Obr. 5-2	Vrchní pohled	41
Obr. 5-3	Velikostní pod-varianty.....	42
Obr. 6-1	Popis funkce květináče.....	43
Obr. 6-2	Rozměry nárys a půdorys	44
Obr. 6-3	Rozměry bokorys	45
Obr. 6-4	Schéma vnitřních komponent.....	46
Obr. 6-5	Detail slotů pro napájení včetně vypínacího tlačítka	48
Obr. 6-6	Poměr útlumu růstových světél. Ohniska objektivu při čase 1,8 s: (a) f/56; (b) f/11; (c) f/29	49
Obr. 6-7	Změna barvy fólie při změně pozorovacího úhlu. [20].....	49
Obr. 6-8	Reálná fotografie použití fólie při pěstování; (a) pohled na rostliny bez fólie; (b) pohled na rostliny skrze fólii; (c) pohled na fólii z dálky	50
Obr. 6-9	Schopnost absorpce materiálu MOF-PHCM [21]	50
Obr. 6-10	Ovládání displeje	52
Obr. 6-11	Ovládání vypínání	52
Obr. 6-12	Sundávání krytu	53
Obr. 6-13	Doplňování živin.....	54
Obr. 7-1	Molekula Auxinu [24]	55
Obr. 7-2	Logo (povolené varianty)	56
Obr. 7-3	Aplikace Logotypu zahloubením; (a) umístění loga; (b) označení nádržek. 56	
Obr. 7-4	Displej	56

13 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	36
Tabulka 2	38
Tabulka 3	39
Tabulka 4	42

14 SEZNAM PŘÍLOH

Zmenšený poster (A4)

Sumarizační poster (A1)

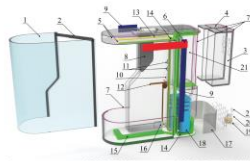
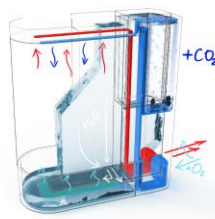
ZMENŠENÝ PLAKÁT

AUXIN CC1=CC=C2C(=C1)C(=O)N2

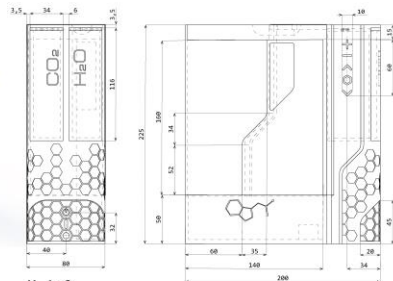


Návrhem této práce je hydroponický květináč. Jedná se o zařízení podporující rychlý růst bylin, který díky svým vlastnostem dokáže imitovat prostředí ve velkých sklenicích.

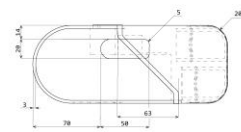
Cílem bylo dosáhnouti malých kompaktních rozměrů pro umístění v malých městských bytech, kde lidé nemají možnost vlastní zahrádky.



- | | | |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1 kryt | 8 MOP-PIHCM | 15 vдуchovací kamínky |
| 2 šedý kryt | 9 magnetická filtra | 16 klapka |
| 3 nádobka CO ₂ | 10 topná spirála | 17 roztěrací natlička |
| 4 zábranka pro vodu | 11 ovládek | 18 elektronika |
| 5 LED osvětlení | 12 mechanismus klapky | 19 DC konektor |
| 6 špičky | 13 ovládací | 20 USB-C konektor |
| 7 šrouby | 14 přívod CO ₂ | 21 tlačítka |



M 1:2



DESIGN HYDROPONICKÉHO KVĚTINÁČE / BAKALÁŘSKÁ PRÁCE / Autor: Jan Grygerek / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / 2020/21

