

Úvodní projektová rozvaha

Název projektu: Inteligentní skleník pro Šestku

Tento dokument slouží jako iniciační projektová dokumentace pro inteligentní skleník, který je koncipován pro umístění v městském prostředí, například v komunitní zahradě. V souladu s ideou udržitelnosti bude skleník získávat vodu a energii pro svůj provoz převážně z okolí. Pro zásobování vodou potřebné k pěstování rostlin plánujeme využívat dešťovou vodu. Elektrickou energii pro provoz čerpadel, ventilátorů a řídicího systému zajistí fotovoltaické panely. V rámci skleníku se zaměříme na propagaci moderních zemědělských technik, konkrétně hydroponie a automatizovaného řízení pěstebních podmínek pomocí částečné algoritmicizace pěstebního procesu.

Umístění:

Skleník by mohl být umístěn “za kanadskou ambasádou” na parcele č.1542/3 v katastrálním území Praha-Bubeneč, na kterém městská část Praha 6 ve spolupráci se spolkem Kokoza plánuje vybudovat komunitní zahradu. Případně i na jiné příhodné lokalitě.



Obr. 1: Mapa s umístěním zahrady v rámci katastrálního území



Obr. 2: Vizualizace zahrady se skleníkem

A)



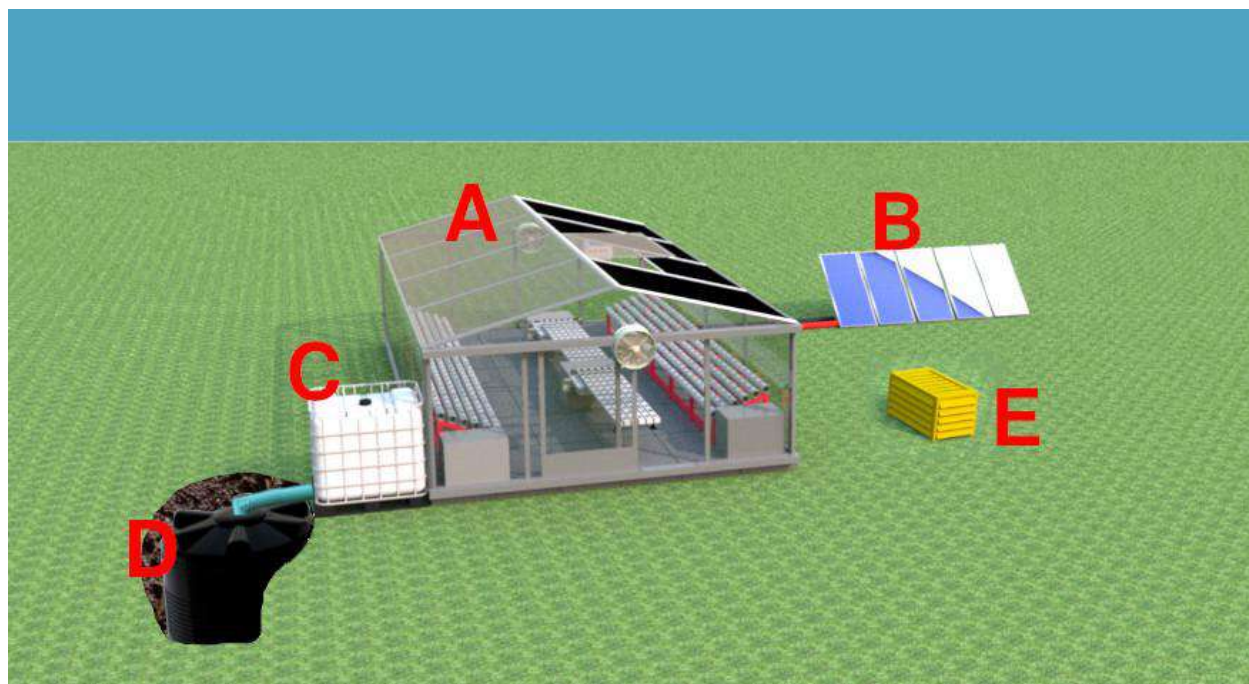
B)



Obr. 4: Vizualizace A - pohled na skleník ze zahrady, B - interiér skleníku.

Následná část dokumentace se skládá z detailního popisu jednotlivých součástí projektu a úvahami nad volbou daných komponent a jejich cenou. Část je rozdělena na následující sekce:

1. Skleník
2. Sazební prostor
3. Vodní hospodářství
4. Řízení skleníku
5. Fotovoltaika



Obr 3.: Schematické vyobrazení hlavních komponent projektu. A - skleník, B - fotovoltaické panely, C - sedimentační nádrž, D - akumulční nádrž, E - kompostér

1) Skleník:

Samotná volba konstrukce skleníku není rozhodující, protože zvolené technologie je možné implementovat prakticky v jakémkoliv skleníku. Vhodné je použít jako výplň konstrukce polykarbonátové desky. Tento materiál disponuje lepšími tepelně izolačními vlastnostmi než klasické sklo, což umožňuje úsporu nákladů při celoročním provozu. Ke konstrukci navrhujeme využít profesionální skleník LEGI RUBARB o rozměru 4 x 10 m. Konstrukci skleníku tvoří galvanicky pozinkované ocelové trubky o průřezu 40 x 20 mm v kombinaci s polykarbonátovými deskami. Větší šířka skleníku snižuje poloměr zakřivení polykarbonátu a umožňuje tedy osazení silnější variantou (10 mm) s lepšími tepelně-izolačními vlastnostmi. Skleník je vybaven okapem pro sběr dešťové vody, která zajistí zásobení vodou pro jeho provoz. Předpokládaná **životnost skleníku je 10 let.**

Alternativou je například komerčně vyráběný skleník Primus M 7,5, který pochází od českého výrobce Limes. Konstrukce skleníku je vyrobena z lakovaného žárově zinkovaného plechu a má rozměry 4,24 x 7,51 x 2,22 metrů.

A)



B)



Obr. 5: A) - Skleník LEGI RUBARB, B) - Skleník Limes Primus M 7,5

Název položky	Cena s DPH / ks [kč]	Ks	Cena [kč]
Legi Rurarb	59000	1	59000
Přídavné okno	1950	8	15600
Okapy + potrubí	4000	1	4000
Pružinový zavírač dveří	600	2	1200

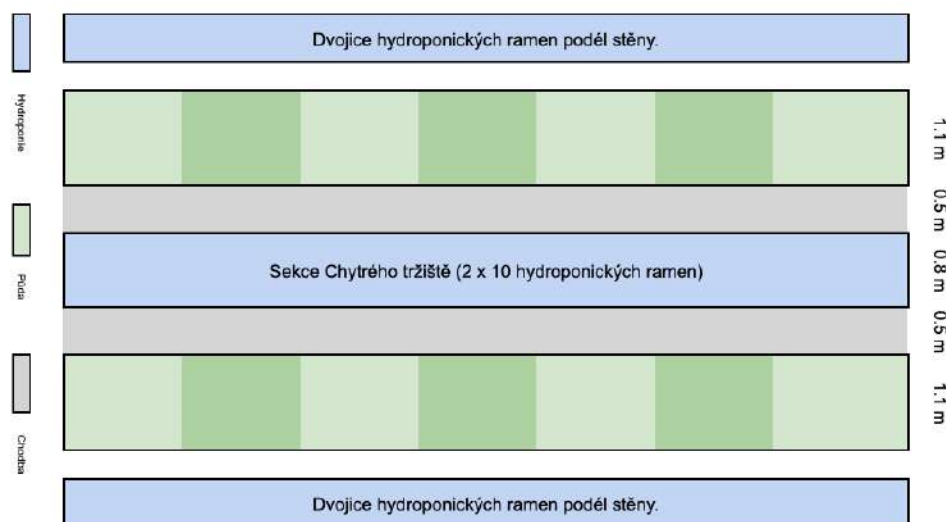
Tab. 1: Rozpočet skleníků

2) Sazební prostory:

Ve skleníku jsou předpokládány 2 chodníky o šířce 50 cm. Celková užitná šířka skleníku činí 3 metry. Skleník bude orientován převážně na hydroponické pěstování, ale bude zde i prostor pro klasické sazební pěstování v substrátu. Pomyslně lze plochu skleníku rozdělit na střední a postranní sekce (viz obrázek 6.).

Postranní sekce se skládá ze sedmi záhonů (segmentů) o šíři 110 cm a délce 140 cm. Sekce dále zahrnuje i dvojici hydroponických ramen s celkovou kapacitou 20 hydroponických košíčků.

Celkově bude po každé straně skleníku umístěno 7 segmentů, tedy 14 segmentů na skleník. Prostřední sekce bude čistě hydroponická. Hydroponická ramena budou umístěna na konstrukci ve tvaru písmene A o šíři 80 cm. Na každé straně této konstrukce bude umístěno 10 hydroponických ramen, tedy celkem 20 ramen o celkové kapacitě **1200 hydroponických košíčků**.



Obr. 6: Schématické rozvržení sazebních sekcí v rámci skleníku

Název položky	Cena s DPH / ks [kč]	Ks	Cena [kč]
Hydroponické rameno (9 metrů)	6570	24	157680
Hydroponický box (nadměrný)	1380	2	2760
Nosná konstrukce	14599	1	14599

Tab. 2: Rozpočet pěstebního prostoru

3) Vodní hospodářství:

K zajištění dostatečného množství vody pro provoz skleníku je potřeba zajistit filtraci a ukládání dešťové vody jímané ze střechy skleníku do podzemní akumulární nádrže.

Součástí systému je podzemní akumulární nádrž, filtr a nadzemní sedimentační nádrž, která slouží k prvotnímu zachycení srážek. To jednak umožňuje odklonit nádrž od zachycené znečištěné vody (například jarní pyly) a také slouží k usazování kalu před přepuštěním vody do zásobní nádrže. Pro tento účel je dostatečný IBC kontejner o objemu 1000 litrů. Pro čerpání vody z podzemní nádrže bude sloužit ponorné čerpadlo.

Maximální teoretický výnos ze střechy skleníku o rozloze 40 metrů čtverečních při průměrném ročním srážkovém úhrnu v Praze kolem 480 litrů na metr čtvereční by činil 19 200 litrů ročně. To představuje více než jeden a půl kubického metru vody měsíčně. Tento objem by měl být dostatečný pro pokrytí spotřeby vody skleníku, která je odhadem 500 litrů měsíčně.

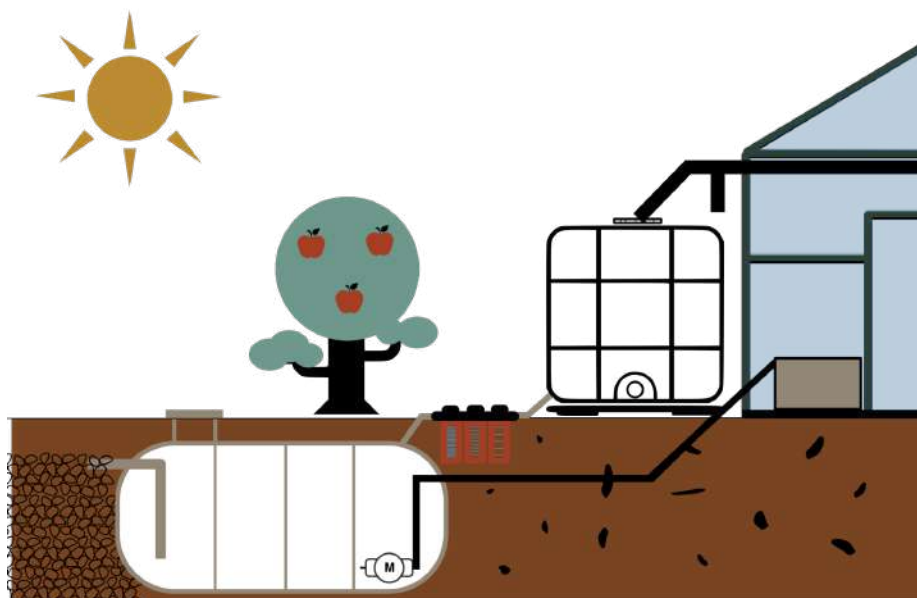
Kapacita nádrže pro zadržování dešťové vody:

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenc	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Srážky [mm]	23	19	27	35	57	67	66	61	40	31	29	25

Tab. 3: Průměrný měsíční úhrn srážek v Praze (1990-2010) [zdroj: <https://www.chmi.cz/>]

Pro odhad objemu nádrže potřebujeme, aby byla schopná pojmout celkové měsíční srážky během nejdeštivějšího měsíce v roce, což podle tabulky 1 odpovídá červenci.

Při měsíčním úhrnu srážek 70 mm a ploše střechy 40 metrů dostaneme maximálně 2800 litrů na tento měsíc. Objem 3000l by tedy měl dostačovat.

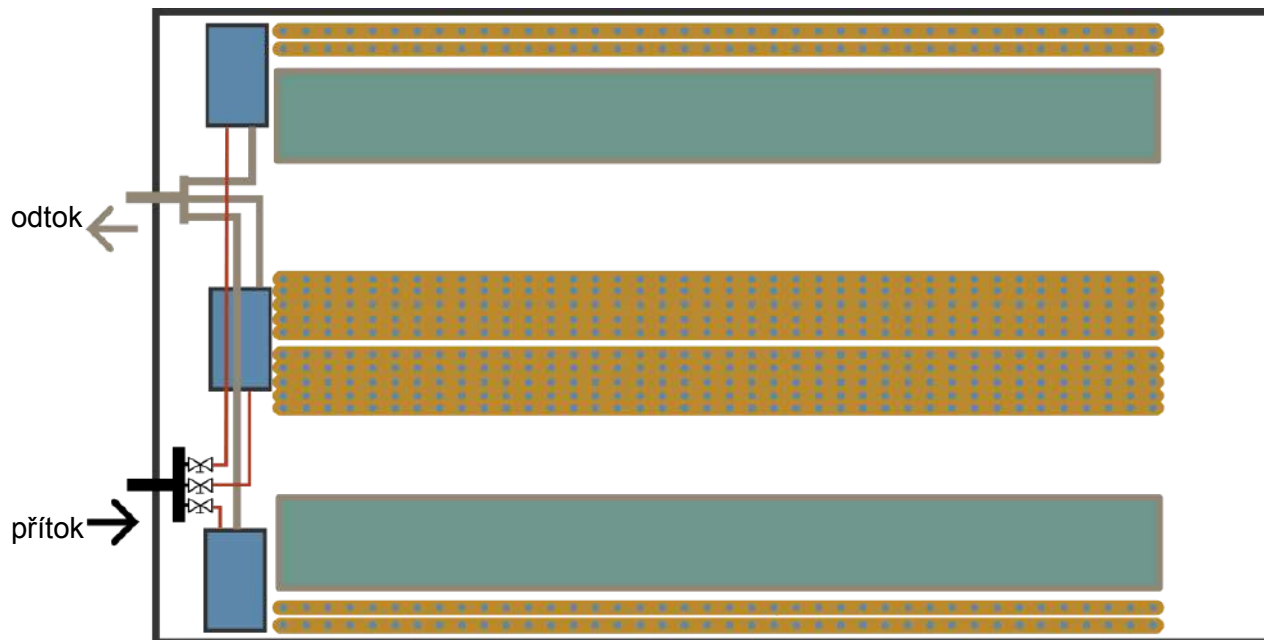



Obr. 7: Schéma systému pro sběr a zadržování dešťové vody ((M) -čerpadlo.).

Rozvod vody ve skleníku:

Do skleníku bude voda přivedena pomocí PP-PE trubky zakončené čtyřmi ventily, od kterých povede přívod vody do jednotlivých zásobních nádrží pro hydroponické systémy. Pro účely rozvodu vody v rámci skleníku stačí vyztužená zahradní hadice. Pro odtok odpadní vody z pěstebních nádrží se použije běžná "odpadní" (HTEM DN) trubka o průměru 50mm.

Celková cena vodovodních rozvodů včetně ventilů je odhadem < 2000,- Kč.



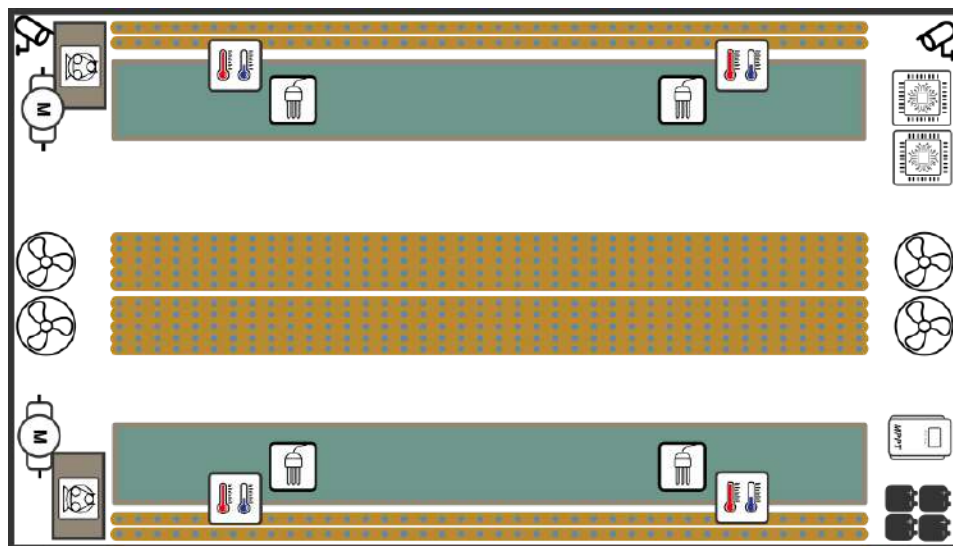
Obr. 8: Schéma rozvodu vody ve skleníku (rozvod vody - červená, rozvod odpadní vody - hnědá,  - ventil).

Název položky	Cena s DPH / ks [kč]	ks	Cena [kč]
Retenční nádrž 3 m3	17239	1	17239
IBC kontejner 1m3	3618	1	3618
Tepelný výměník	980	1	980
Filtr na vodu	2590	1	2590
Dopouštěcí ventil	520	1	520
Tlakové čerpadlo	3200	1	3200
Plovákový spínač	1100	1	1100
Ostatní materiál	< 3000		3000

Tab. 4: Rozpočet vodního systému

4) Řízení skleníku, senzory a další elektronika

Celkové podmínky ve skleníku (teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, závlaha klasických záhonů a parametry živného roztoku) budou řízeny automaticky pomocí chytré výbavy na míru zprostředkované firmou Sensorie. Pěstitelé v komunitním skleníku budou moci sledovat svou úrodu pomocí vzdáleného dohledu.



Obr.: 9: Diagram rozložení senzorů a aktuátorů (-senzor teploty a vlhkosti, -řídící jednotka, - hydroponický modul, -ventilátor, - solární kontroler, - baterie, -čerpadlo, - cctv, - senzor vlhkosti půdy). Pozn.: Otevírače oken, hydroponický ohřev a vzduchování nejsou v diagramu pro přehlednost vyznačeny.

Název položky	Cena s DPH / ks [kč]	Ks	Cena [kč]
Řídící jednotka	13820	2	27640
Teplota a vlhkost vzduchu	1430	4	5720
Vlhkost půdy	1260	4	5040
Otevírače oken	2390	8	19120
Rozbočovač pro více oken	3810	2	7620
Dohledová kamera	2610	2	5220
Ventilátor do stěny	1560	4	6240
Zvlhčovací hadice	510	2	1020
Modul s ventily	2780	2	5560
Zavlažovací hadice	510	6	3060
Hydroponický modul	5550	2	11100
Hydroponické čerpadlo	1980	2	3960
Hydroponický ohřev	430	4	1720
Hydroponické vzduchování	1180	4	4720

5) Fotovoltaický systém

Součástí skleníku bude i fotovoltaický systém pro získávání solární energie. Pro ukládání energie za solárních panelů se nabízí dvě řešení. Prvním je připojit fotovoltaiku přes střídač na rozvodnou síť. V době přebytku energii do sítě dodávat a v případě nedostatku odebírat. V ideálním případě by celková bilance byla nulová. Takové řešení přináší komfort zajištěné elektrické energie i za dlouhotrvajících nepříznivých klimatických podmínek a umožňuje tak bezproblémový provoz i za zimních měsíců.

Alternativou je vybudovat systém bez připojení na elektrickou rozvodnou síť. Takzvaný “off-grid”, kdy energii ukládáme do akumulátorů, které musíme vhodně dimenzovat.

Odhad potřebné kapacity baterie a výkonu solárních panelů:

Pro odhad uvažujeme, že solární panely neposkytnou během pěti po sobě následujících dní žádnou elektrickou energii.

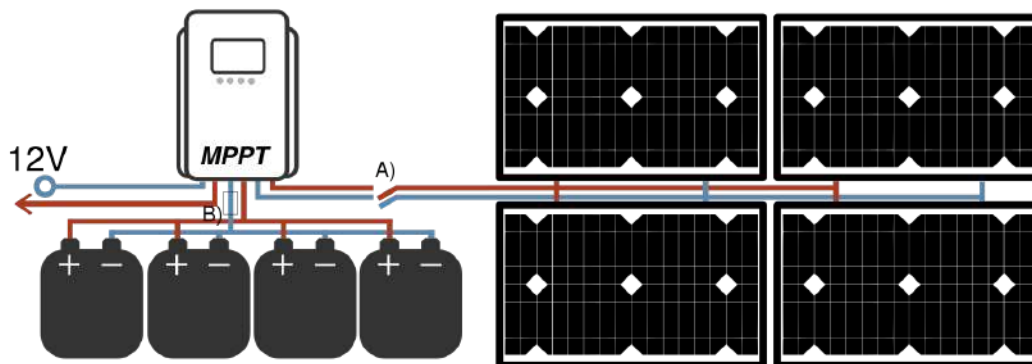
Elektrická energie ve skleníku je spotřebovávána především čerpadly, které běží takřka nepřetržitě. Jedno čerpadlo má spotřebu ~20 W, to znamená 480 Wh za 24 hodin provozu. Spotřeba senzoru a řídicího modulu je v úvaze zanedbatelná. Pro čtyři čerpadla a pět dní se tak dostaneme na spotřebu $4 \times (\text{čerpadlo}) \times 5 \times (\text{den}) \times 480 \text{ Wh} = 9600 \text{ Wh}$ (9,6 kWh). Při kapacitě jedné baterie (12V*225Ah) = 2700 Wh vychází, že na pokrytí této spotřeby bychom potřebovali alespoň čtyři plně nabitá baterie.

Výkon solárních panelů je 1875 Whp, které by celkovou energii akumulátoru za ideálních podmínek dobili za $(4 \times 2700) / 1875 \sim 5,7\text{h}$. To je dostatečný výkon, pokud počítáme s třísezónním provozem.

Systém je snadno škálovatelný - při požadavku o rozšíření funkčnosti systému do zimního období je možné rozšířit jak akumulační schopnost systému, tak množství panelů. Limitem je pouze maximální výkon použitého solárního kontroleru.

Název položky	Cena s DPH / ks [kč]	Ks	Cena [kč]
Panel LONGi 375 Wp	4500	5	22500
MPPT kontroler 2kW	4120	1	4120
Baterie 12V 225Ah	5100	4	20400
Ostatní náklady (stojan, kabely, jističe)	< 10000	1	<10000

Tab. 6: Rozpočet fotovoltaický systém



Obr. 10: Schéma "off-grid" fotovoltaického systému (A - jistič stejnosměrný, B - pojistka)

Tepelný komfort skleníku:

Zajištění optimální teploty ve skleníku během celého pěstebního cyklu vyžaduje několik opatření. Kromě ventilace hraje klíčovou roli i retenční nádrž pro sběr dešťové vody. Tato nádrž o celkovém objemu 3000 litrů bude umístěna v prostřední sekci skleníku a přímo v nádrži bude umístěn tepelný výměník. Kromě dešťové vody do ní bude možné uložit přibližně 50kWh tepelné energie denně absorbované hydroponickými systémy. Tímto způsobem nádrž umožní jak regulaci teploty v létě, tak udržení tepla během chladných nocí. Kromě systému ventilace bude ve skleníku také instalována aerosolová tryska, která slouží ke snížení teploty a regulaci vlhkosti uvnitř skleníku. Tento inovativní systém umožní udržitelný celoroční provoz skleníku za minimální náklady.

Provozní náklady skleníku:

Pokud bude skleník navrhován pro třísezónní provoz, měl by mít dostatek solární energie ze solárních panelů a zároveň nebude potřeba skleníků vytápět. Pro celoroční provoz je nutné počítat s náklady na vytápění. Protože zdroj vody je nezávislý na městském rozvodu vody, tak jsou hlavními provozními náklady v letních měsících zejména náklady na hnojiva (které odhadujeme maximálně v řádu nižších stokorun na měsíc), osivo (případně sazenice) a minimální množství substrátu používaného v hydroponických systémech pro ukotvení rostlin. Dále potom substrát pro klasické pěstování v hlíně, ale předpokládáme, že dostatek kvalitní zeminy vyprodukuje kompost.

Další položkou jsou náklady servisní. Soudě podle životnosti jsou nejrizikovější položkou baterie použité ve fotovoltaickém systému. Ty bude potřeba měnit a jejich cena není zanedbatelná. Odhadujeme, že dobře udržované baterie by mohly sloužit po dobu minimálně pěti sezón. Při rozpočítání nákladů to činí cca 5000,-Kč za rok. Další rizikovou položkou jsou čerpadla a ventilátory, u kterých je také nutné počítat s občasnou poruchou, kterou odhadujeme na jedno až dvě porouchaná čerpadla či ventilátory za sezónu. Pořizovací cena těchto prvků je do 1000,-Kč.

Dalším nákladem by teoreticky mohlo být pojištění skleníku.

V neposlední řadě bude nutné zajistit zabezpečení skleníku. Jako pasivní element zabezpečení lze uvažovat CCD kameru umístěnou ve skleníku v rámci inteligentního řízení. Za zvážení by stálo pořízení aktivního zabezpečovacího zařízení a pravidelné noční zamykání skleníku.

Celkově tedy očekáváme provozní a servisní náklady v maximální výši 20000,-Kč za rok. Tyto náklady by mohly být hrazeny z příspěvku členů komunitní zahrady, nebo z případného prodeje vyprodukované zeleniny.

Správa a administrace skleníku:

Navrhovaný formát provozu:

- A) Skleník bude plně pod správou spolku přilehlé komunitní zahrady, která bude zajišťovat jeho správu a chod.

B) Správa bude svěřena do rukou soukromé firmy, která obstará veškerý servis spojený s údržbou a chodem skleníku.

Jako příklad uvádí firma Sensorie provoz komunitního skleníku, který má ve správě. Část skleníku je pronajímána pěstitelům z řad veřejnosti. K tomu by bylo možné využít postranní části pěstebního prostoru. Na každého uživatele by připadl záhon o šíři 110 cm a délce 140 cm a část hydroponického ramene s kapacitou 20 košíčků. Těchto sekcí je ve skleníku celkem čtrnáct. Část je vyhrazena pro takzvané **chytré tržiště** (střední část skleníku), kde si každý může vybrat rostlinku, zaplatit za ni jednoduše pomocí QR platby a odnést si ji i s hydroponickým košíčkem domů. Chytré tržiště může využít nájemce skleníku ale i náhodný návštěvník.

Každému skleníku je vyhrazen **správce**, který zde zajišťuje plynulý provoz Chytrého tržiště, pravidelnou údržbu a případně poskytování doplňkových služeb. Administrativa spojená se správcem je rovněž implementována v informačním systému.

Jako konkrétní příklad poskytla firma Sensorie přehled tržeb a provozních výdajů komunitního skleníku v Brně:

Tržby

Název položky			
Roční příjem z pronájmů			38 011 Kč
Zisk Chytrého tržiště			165 088 Kč
Doplňkové prodeje			14 924 Kč
Roční tržby			218 024 Kč

Provozní náklady

Název položky	Počet	Cena / ks	Cena
Elektřina (kWh)	1000	6	6 000 Kč
Voda (m3)	32	120	3 840 Kč
Dešťová voda	28	-120	-3 360 Kč
Správa	416	250	104 000 Kč
Roční náklady			110 480 Kč

Celkový rozpočet na výstavbu skleníku:

Název položky	Cena s DPH / ks [kč]	Ks	Cena [kč]
Skleník			
Legi Rurarb	59000	1	59000
Přídavné okno	1950	8	15600
Okapy + potrubí	4000	1	4000
Pružinový zavírač dveří	600	2	1200
Sazební prostory			
Hydroponické rameno (9 metrů)	6570	24	157680
Hydroponický box (nadměrný)	1380	2	2760
Nosná konstrukce	14599	1	14599
Vodní hospodářství			
Retenční nádrž 3m3	17239	1	17239
IBC kontejner 1m3	3618	1	3618
Tepelný výměník	980	1	980
Filtr na vodu	2590	1	2590
Dopouštěcí ventil	520	1	520
Tlakové čerpadlo	3200	1	3200
Plovákový spínač	1100	1	1100
Ostatní materiál	<3000		3000
Elektronika			
Řídicí jednotka	13820	2	27640
Teplota a vlhkost vzduchu	1430	4	5720
Vlhkost půdy	1260	4	5040
Otevírače oken	2390	8	19120
Rozbočovač pro více oken	3810	2	7620
Dohledová kamera	2610	2	5220
Ventilátor do stěny	1560	4	6240
Zvlhčovací hadice	510	2	1020
Modul s ventily	2780	2	5560
Zavlažovací hadice	510	6	3060
Hydroponický modul	5550	2	11100
Hydroponické čerpadlo	1980	2	3960
Hydroponický ohřev	430	4	1720
Hydroponické vzduchování	1180	4	4720

Fotovoltaika			
Panel LONGi 375 Wp	4500	5	22500
MPPT kontroler 2kW	4120	1	4120
Baterie 12V 225Ah	5100	4	20400
Ostatní náklady (stojan, kabely, jističe)	< 10000	1	10000
Stavební práce			
Přípravné stavební práce skleník	25000	1	25000
Betonářský štěrk 8 - 16 mm (5t)	725	5	3625
Betonové obrubníky 50 cm x 25 cm	41	60	2033
Instalace retenční nádrže	35000	1	35000
Výstavba konstrukce	28099	1	28099
Uvedení do provozu	14876	1	14876
Substrát směs základní (10m3)	666	10	6660
Cena celkem:			567139,- Kč s DPH