

VERTIHYDRO

**VERTICALE HYDROINSTALLATIES VOOR
OPTIMAAL RUIMTEGEBRUIK IN DE
GLASSERRE**

DL3 – PUBLIEK EINDVERSLAG

Inhoudstafel

1	SAMENVATTING	3
2	EXECUTIVE SUMMARY	5
3	OBJECTIEVEN EN WERKINGSKADER	7
4	BEHOEFTEBEPALING	9
4.1	Aanpak van de behoeftebepaling	9
4.2	Objectieven van de stakeholders	9
4.2.1	Vlaams Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI)	9
4.2.2	Inagro vzw	10
4.3	Behoeftanalyse verticale teeltinstallatie	10
4.3.1	Uitdagingen en probleemstelling van een verticale teeltinstallatie	10
4.3.2	Behoeftanalyse van de telers	11
4.4	Scope van de beoogde oplossing	13
5	MARKTCONSULTATIE: INSCHATTING VAN HET INNOVATIEPOTENTIEEL	14
5.1	Aanpak van de marktconsultatie	14
5.2	Overzicht van de gangbare architecturen in verticale teelt	15
5.3	De belangrijkste randvoorwaarden op een rijtje	15
5.4	Publieke marktconsultatie: de voornaamste items voor verder onderzoek en ontwikkeling	17
5.4.1	Een optimaal ruimtelijk gebruik	18
5.4.2	Groei borgen in een heterogeen klimaat	18
5.4.3	Ergonomisch Inplanten en oogsten	18
5.4.4	Slimme voorziening van voedingsoplossing	19
5.4.5	Een eenvoudig te onderhouden installatie	19
5.5	Conclusie innovatiepotentieel	19
5.5.1	Op punt zetten van de verticale Teeltmethode	19
5.5.2	Flexibiliteit in Gewassoorten	20
5.5.3	Vooruitgang in de Techniek	20
6	PROGRAMMA VAN EISEN	22
6.1	Bouwtechnische specificaties	22
6.1.1	Gevelserre	22
6.1.2	Klimaatregeling	22
6.1.3	Elektriciteit	23
6.1.4	Voedingsoplossing	23
6.1	Functionele vereisten voor de opstelling	23
6.2	Specifieke functionele vereisten	26
6.2.1	Functionele vereisten voor een reksysteem of shuttlesysteem	26
6.2.2	Specifieke vereisten voor een carrouselstelsel	27
7	SYNTHESE VAN HET VOORTRAJECT EN BELANGRIJKSTE CONCLUSIES	28
8	BIJLAGE – QUICK DESIGNS OF SNELLE SCHETSONTWERPEN	29

1 **SAMENVATTING**

Dit document is het eindverslag van de marktconsultatie 'Vertihydro – verticale teeltinstallatie voor glasserres', dat liep van februari 2020 tot november 2020 en waarbij Verhaert, Masters In Innovation optrad als externe begeleider voor EWI. Het bevat de volledig uitgewerkte resultaten van het traject en schetst het programma van eisen met te onderzoeken items en de vervolgstappen voor het opmaken van een bestek voor een innovatieve overheidsopdracht.

Deze voorstudie bestaat uit een analyse van de behoeften en een publieke marktconsultatie gevolgd door een rapportering. De behoefteanalyse omvatte werksessies met de projectstakeholders, met telers en plaats bezoeken. De marktconsultatie omvatte een screening van de state-of-the-art technologie, een onderzoek naar het innovatiepotentieel met marktpartijen en resulteerde tenslotte in de opstelling van een programma van eisen inclusief adviezen voor een aankoopstrategie. Er werden 49 partijen betrokken in het onderzoek, de publieke marktconsultatie telde 29 deelnemers. Ze vond plaats op 24 september 2020 in de kantoren van Inagro vzw. Er was de mogelijkheid om één-op-één gesprekken te hebben met de project stakeholders en een plaats bezoek te brengen aan de Agrotopia dakserre op de site van Reo Veiling.

Het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO), in samenwerking met Inagro vzw, wenst door middel van een innovatieve aanpak een verticale teeltinstallatie te ontwikkelen die toelaat om bladgroenten en vruchtgroenten te telen in een glasserre. Zo beoogt Inagro nieuwe teeltmethodieken te ontwikkelen, te onderzoeken welke gewassoorten zich lenen voor verticale teelt in glasserres en de teeltinstallaties toepasbaar te maken voor gebruik in een glasserre.

De installatie wordt in bedrijf gesteld op de Agrotopia dakserre van Inagro op een gebouw van de Reo veiling. Het is de grootste dakserre van Europa en ze wordt opengesteld voor het publiek waardoor het project een niet onbelangrijke public relations waarde heeft voor de opdrachtnemers.

Als eerste conclusie: het project 'Vertihydro – verticale teeltinstallatie voor glasserres' is zeer innovatief. In glasserres vindt immers vandaag amper teelt in de hoogte plaats. De Agrotopia dakserre is 12 m hoog. Dit project wenst deze ruimte optimaal te benutten. De teelt waarmee momenteel in de hoogte wordt geëxperimenteerd betreft meestal bladgroenten. Vruchtgroenten daarentegen zijn veel interessanter omwille van de hogere marktwaarde. Ze stellen echter specifieke eisen aan installaties. Dit project beoogt een installatie dat dus flexibiliteit in gewassoorten biedt.

Tweede conclusie: het project 'Vertihydro – verticale teeltinstallatie voor glasserres' is zeer innovatief vanuit technologisch oogpunt. De verticale installaties gebruikt in plantfabrieken, enerzijds reksystemen en anderzijds shuttlesystemen, zijn niet in overeenstemming met de vereisten van de glastuinbouw. Als gevolg van de toename in een aantal plantfabrieken merken we ook eerste experimenten met verticale teelten in glasserres. Enerzijds monteert men hier typisch twee mobiele gotensystemen op elkaar of gebruikt men een carrouselstelsel. Geen van de bestaande systemen voldoet aan de gestelde gebruikerseisen. Wel kunnen de bestaande systemen dienen om op verder te bouwen. We hebben daarom 5 domeinen vastgelegd waarop onderzoek en ontwikkeling noodzakelijk is; 1) optimaal ruimtegebruik, 2) groei borgen in een heterogeen klimaat, 3) ergonomisch inplanten, inspecteren en oogsten, 4) slim voorzien van voedingsoplossing en tenslotte 5) eenvoudig te onderhouden installatie.

Derde conclusie: de markt vereist een significant lagere kostprijs voor de installaties. Het verschil is momenteel substantieel ten opzichte van de referentiekost uitgedrukt in €/m² nuttige teeltoppervlakte

van bestaande mobiele gotensystemen. De economische schaalvoordelen alleen zullen dit niet kunnen compenseren, dus moeten we innoveren op de kostprijs én de nuttige teeltoppervlakte optimaliseren.

Op basis van het voorgaande werd een programma van eisen opgemaakt dat kan dienen als basis voor een bestek.

2 EXECUTIVE SUMMARY

This report contains the conclusive findings of the market consultation 'Vertihydro – vertical greenhouse horticulture'. The project started February 2020 and ended November 2020 with Verhaert Masters In Innovation guiding this process as an external consultant for EWI. This report outlines the major takeaways and summarizes the requirements, items requiring further research and development including the subsequent public tendering steps.

This study includes an analysis of the requirements of the stakeholders and a public market consultation resulting in a report. The requirement analysis included working sessions with project stakeholders, horticulture experts and scientific experts. The sessions were complemented with field visits. The market consultation comprised a screening of the state-of-the-art technology, a research on the potential fields to innovate with market stakeholders resulting in a requirements program including advice for a procurement strategy. This research study included 49 parties, 29 participated in a public market consultation held on 29th September 2020 in the offices of Inagro vzw. During this public event participants had the opportunity to have one-on-one conversations with the project stakeholders. There was also a visit scheduled to the Agrotopia rooftop greenhouse on the premise of Reo Veiling.

The Programme for Innovation Procurement, in cooperation with Inagro vzw, intends to develop a vertical farming installation for use in greenhouses fit for farming leafy vegetables and fruit vegetables. Inagro's motivation is found in the need to research and develop new crop cultivation techniques, to research what crop types are interesting and to develop an installation fit for use in a greenhouse environment. Green house horticulture environments are very specific, even hostile, thus require a new kind of infrastructure.

The envisaged vertical horticulture equipment will be located on Inagro's rooftop greenhouse located on the site of REO veiling. It is the largest rooftop greenhouse of Europe open to the public, hence the project represents an important public relations value for contractors.

As a first conclusion: the project 'Vertihydro – vertical greenhouse horticulture', is a very innovative project. In greenhouse environments we hardly cultivate crops in the vertical space. The Agrotopia greenhouse is 12 m high. This project intends to capitalize on the available height. Currently we've observed some experiments of vertical horticulture mostly geared to leafy vegetables, e.g. lettuce or herbs. Fruit vegetables are far from common practice but are very interesting because of the crop retail value. This project requires that both types can be cultivated. That is novel in the world.

Second conclusion: the project 'Vertihydro – vertical greenhouse horticulture' is very innovative from technological perspective. Vertical farming installations used in plant factories do not meet the specific requirements for greenhouse cultivation. Because of the growing number of vertical farming installations first experiments in greenhouse environments have been done already. On the one hand typically two conventional mobile gully systems are being stacked or on the other vertical farming carousels are tried out. None of the existing systems meets the user requirements defined in this broad market consultation. Obviously, existing platforms may provide a proper starting point to improve radically. Therefore we've outlined 5 domains that require additional research and development; 1) optimal use of the vertical space, 2) secure crop growth this heterogenous environment, 3) facilitate ergonomic working conditions for farmers, 4) smart irrigation in the vertical space and 5) simple maintenance and robustness technology

Third conclusion: the market requires a significant cost reduction on the vertical farming installations before a massive market adoption will take place. The difference in cost is substantial compared to

*the cost of reference systems expressed in money/m² cultivation area of mobile gully systems.
Economies of scale that can be reached via market growth will not compensate the gap in cost price.
Therefore, we must innovate on both cost price and by increasing the net cultivation area in new
vertical farming systems.*

*Based on these insights a program of requirements has been defined that can be used as a baseline
for a public tender document.*

3 OBJECTIEVEN EN WERKINGSKADER

Dit eindverslag beschrijft alle stappen van het voortraject leidend naar een innovatieve aankoop voor het project 'Vertihydro – verticale teeltinstallatie voor glasserres' en presenteert de synthese van de resultaten. Met dit eindverslag beogen we een basis voor het opmaken van een bestek. Hiertoe werden op de marktconsultatie de verschillende projectstakeholders samengebracht met als doel het verzamelen van kennis, inzichten en concrete voorstellen vanuit verschillende invalshoeken.

Dit eindverslag formuleert een antwoord op de volgende vragen:

- *Wat zijn de vereisten en randvoorwaarden voor het systeem?*
- *Waar ligt het innovatiepotentieel?*
- *Wat is de te volgen weg voor een innovatieve aankoop in het kader van innovatief aanbesteden?*

Verhaert Masters In Innovation werd door de projecteigenaars, met name het Vlaams Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI) in samenwerking met Inagro vzw aangesteld om het voortraject van 'Vertihydro – verticale teeltinstallatie voor glasserres', in het kader van het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO), te faciliteren.

De aanpak van Verhaert steunt op volgende pijlers

- *Een multidisciplinaire benadering waarin gebruikerswensen, technologische mogelijkheden en marktvereisten worden verenigd tot adequate innovaties dankzij onze meer dan 200 experts*
- *Verhaert hanteert een integrale benadering waarbij kansen en risico's worden geïdentificeerd met het oog op een goede balans in termen van kosten en baten*
- *Verhaert bezit als gerenommeerd innovatiehuis diepgaande kennis over de ontwikkeling, validatie, incubatie, acceleratie en succesvolle implementatie van product- en diensteninnovaties*
- *We passen deze kennis toe in verscheidene sectoren (FMCG, publieke dienstverlening (individueel/collectief), medisch, maritiem, ruimtevaart, consumentenelektronica, logistiek, bank- en verzekeringen, enz.) en voor verscheidene opdrachtgevers (start-ups, scale-ups, kmo's, multinationals en overheidsinstellingen)*

In het voortraject van 'Vertihydro – verticale teeltinstallaties' nam Verhaert de rol op van externe begeleider. Als externe begeleider faciliteert en coördineert Verhaert het voortraject, begeleidt en modereert de workshops en stimuleert de nodige wisselwerking tussen de verschillende partijen. Als externe begeleider treedt Verhaert steeds op in het algemeen belang, met als taak om de deelnemers aan de marktconsultatie resultaatgericht en op één lijn te krijgen. Daarnaast verschaft Verhaert het nodige inzicht en de nodige ervaring in het innovatiegebeuren, mede door het aanwenden van een plan van aanpak en een beproefde methodologie voor de inhoudelijke discussies en denkprocessen tijdens de werksessies. Dit eindverslag is aldus het resultaat van een gestructureerd proces om het innovatiepotentieel te bepalen met als doel de vraagstelling naar aanbodzijde te verfijnen in het kader van een bestek voor een innovatieve overheidsopdracht.

Het voortraject van 'Vertihydro – verticale teeltinstallaties' liep van februari 2020 tot november 2020. De doorlooptijd was significant langer dan eerst gepland omwille van Corona. Er werd immers o.a. besloten om de marktconsultatie fysiek te laten plaatsvinden met een plaatsbezoek aan de Agrotopia

dakserre, de plek waar de teeltinstallatie wordt geïnstalleerd, een unicum voor de deelnemers. Algemeen bestaat het proces uit een behoeftebepaling en een marktconsultatie. Belangrijke stappen daarin zijn:

1. **Scoping werksessie met** de medewerkers van de **projectinitiator** waarbij getracht wordt de verschillende probleemstellingen in kaart te brengen en een eerste oplossing te schetsen voor elke probleemstelling. Eveneens worden de verwachtingen in kaart gebracht.
2. **Werksessie met** geïnteresseerde **telers, retailers, industriepartners en kennisinstellingen** om een consensus te vormen over de beoogde use cases en oplossingsrichtingen als input voor het bestek
3. **Onderzoek naar de stand van techniek** en validatiegesprekken met technologie eigenaars om de technologische stand in te schatten
4. **Publieke werksessie met de marktpartijen** met als objectief het bepalen van het innovatiepotentieel
5. **Eindverslag** van de marktconsultatie opgemaakt door Verhaert op basis van alle verzamelde informatie.

Om concrete gesprekken te kunnen hebben met stakeholders werden door Verhaert quick designs gemaakt. Dit zijn snelle ontwerpschetsen die toelaten om de werking te bespreken, voor- en nadelen af te wegen, vereisten vast te leggen en te bedenken. We voegen deze schetsen toe in bijlage als inspiratie voor de lezers van dit rapport.

Teeltexpertise werd in het project geborgd door de expert onderzoekers van Inagro vzw en door medewerking van enkele externe telers: Johan Desmet te Izegem, Francky Galle te Ingelmunster en Marc Lambrecht te Nevele. Wetenschappelijke kennis werd bekomen dankzij de medewerking van Prof. Dr. Ir. Jan Pieters - Faculteit Bio Ingenieurswetenschappen, Vakgroep plant en gewas. Wij wensen ieder van hen uitdrukkelijk te bedanken voor de waardevolle bijdrage.

4 BEHOEFTEBEPALING

4.1 AANPAK VAN DE BEHOEFTEBEPALING

De behoeftebepaling omvatte volgende activiteiten:

1. **Scoping werksessie met** de medewerkers van de **projectinitiator** waarbij getracht wordt de verschillende probleemstellingen in kaart te brengen en een eerste oplossing te schetsen voor elke probleemstelling. Eveneens worden de verwachtingen in kaart gebracht.
2. **Plaats bezoeken** met kennisname van de gangbare technieken, gehanteerde werkwijzen en vaak voorkomende uitdagingen.
3. **Werksessies met de gebruikersgroepen** om het standpunt van de telers te belichten. Hierbij werden medewerkers van Inagro betrokken, telers en experts van kennisinstellingen. Deze werksessies verliepen digitaal omwille van covid-19.

Ter ondersteuning van de werksessies werden er conceptkaarten gemaakt. Daarvoor werd vooreerst een screening gemaakt van wat er in de markt bestaat en vervolgens werden er conceptkaarten gemaakt op basis van een brainstorm met de technische experts van Verhaert (zie bijlage). De conceptkaarten bevatten zowel snelle schetsen of 'quick designs', een toelichting van de principes en een rationale van de belangrijkste voordelen. Deze kaarten stelt iedere partij in staat om vervolgens de nadelen of de onuitgesproken voordelen te duiden. Dit was een essentieel hulpmiddel in de behoeftebepaling en later om tot een innovatiepotentieel te komen vanuit gebruikersstandpunt.

4.2 OBJECTIEVEN VAN DE STAKEHOLDERS

4.2.1 VLAAMS DEPARTEMENT ECONOMIE, WETENSCHAP EN INNOVATIE (EWI)

Het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO) van het Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI) heeft als doel de omvangrijke koopkracht van de Vlaamse overheid (en de bredere publieke sector in Vlaanderen) meer strategisch in te zetten voor innovatie. Hiertoe wil het PIO de overheidsorganisaties in Vlaanderen stimuleren en helpen om een deel van hun aankoopmiddelen te besteden aan innovatieve overheidsopdrachten, d.w.z. het (laten) ontwikkelen en/of aankopen van innovatieve producten en diensten waarmee ze hun eigen werking en publieke dienstverlening kunnen optimaliseren en beter kunnen inspelen op de vele maatschappelijke uitdagingen waarvoor ze staan. Op die manier wil het PIO bijdragen tot een performantere overheid, competitievere ondernemingen en oplossingen voor uitdagingen van maatschappelijk belang (gezondheid, milieu en energie, veiligheid, ...). Het PIO biedt aan overheidsorganisaties in Vlaanderen begeleiding en cofinanciering bij de ontwikkeling en validering van innovatieve oplossingen. Dit kunnen nieuwe of sterk verbeterde producten of diensten zijn maar ook nieuwe manieren van werken en organiseren.

4.2.2 INAGRO VZW

Innovatie, diversificatie en duurzaamheid zijn sleutelwoorden voor het praktijkgericht onderzoek op maat van de land- en tuinbouwer dat bij Inagro plaatsvindt. Met advies en persoonlijke begeleiding helpt Inagro landbouwers in de uitbouw van hun bedrijf. Met onderzoek naar nieuwe teelten en nieuwe technieken is Inagro een innoverende kracht in de sector.

Op meer dan 80 proefvelden, verspreid over de provincie, zoeken onze specialisten naar betere teelttechnieken en beoordelen ze nieuwe rassen. In samenwerking met universiteiten, hogescholen en bedrijven vertalen we innovaties naar de dagdagelijkse praktijk. Rendabiliteit, duurzaamheid en respect voor de natuurlijke omgeving zijn hierbij basisvoorwaarden. Inagro realiseert momenteel een impressionante dakserre, Agrotopia, op het dak van Reo Veiling. Daarin is plaats om een experimentele setup voor verticale teelt aan te tonen binnen de glasserre.

De verticale teeltsystemen zullen worden getest en gedemonstreerd aan telers en andere stakeholders uit de glastuinbouw en stadstuinbouw (onderzoekers, teeltadviseurs, toeleveranciers, afnemers, projectontwikkelaars...). Op basis van de resultaten zal Inagro advies kunnen leveren aan de sector om de implementatie van dergelijke systemen in de praktijk te ondersteunen. Na validatie worden ze ter beschikking gesteld als proefplatform aan technologie-ontwikkelaars en kennisinstellingen om in co-creatie met de telers innovaties op vlak van hoog verticaal telen in een serre-omgeving te ontwikkelen en te valoriseren.

Tenslotte stelt Inagro de dakserre en in het bijzonder de verticale teeltinstallatie open voor bezoekers. Het is immers de grootste dakserre in Europa waardoor het dus eveneens een hoge PR-waarde voor deelnemende bedrijven heeft.

4.3 BEHOEFTE ANALYSE VERTICALE TEELTINSTALLATIE

4.3.1 UITDAGINGEN EN PROBLEEMSTELLING VAN EEN VERTICALE TEELTINSTALLATIE

In de verstedelijkte regio die Vlaanderen is, concurreren landbouw, recreatie, natuur en verstedelijking met elkaar om ruimte. Mede hierdoor bestaan zowel in de stad als op het platteland grote uitdagingen voor het opzetten van glastuinbouwbedrijven. Het huidige ruimtebeslag moet beter benut worden door het ruimtelijk rendement te verhogen. In serres vindt de teelt van bladgewassen vandaag plaats binnen één dimensie wat resulteert in een beperkt rendement wanneer uitgedrukt per volume-eenheid.

Inzetten op telen in de hoogte en meervoudig ruimtegebruik als strategie, kan integratie van voedselproductie in steden en verstedelijkte gebieden, waar ruimte beperkt is, bevorderen. Om tot productieverhoging te komen binnen de beschikbare beperkte ruimte, moet er gekeken worden naar verticale installaties.

Verticale teeltinstallaties vinden hun ingang al in zogenaamde plantfabrieken, dit zijn sterk geconditioneerde omgevingen zonder daglicht zodat de plant optimaal groeit. Het gebruik in glastuinbouwerserres stelt echter nieuwe vereisten aan deze systemen in termen van klimaatconditionering (temperatuur, licht, vochtigheid), irrigatie, inspectie en controle van plantgoed en gebruiksgemak (inplanten, oogsten, reinigen). De economische opbrengst staat dan weer sterk in relatie tot de kostprijs van deze verticale systemen.

Inagro wenst één of twee verschillende systemen voor verticale teelt te installeren en valideren in de 12m hoge gevelserre van de Agrotopia dakserre. Deze systemen worden gedemonstreerd aan telers. Na validatie worden ze ter beschikking gesteld als proefplatform aan technologie-ontwikkelaars en

kennisinstellingen om in co-creatie met de telers innovaties op vlak van hoog verticaal telen in een serre-omgeving te ontwikkelen en te valoriseren.

Standaard serres hebben tegenwoordig een pothoogte van 6 tot 7 m. In serres vindt de teelt van zowel bladgroenten als vruchtgroenten plaats binnen één dimensie. Vooral bij bladgroenten, baby leaf en kruiden resulteert dit in een zeer beperkt rendement per volume-eenheid. Wat de teelt van bladgewassen betreft gebeurt dit vandaag de dag nog grotendeels in volle grond, maar zien we een snelle omschakeling naar hydro-teelt. Het is de overtuiging dat de teelt van bladgewassen toekomstgericht grotendeels de grond uit gaat. Momenteel maakt men hiervoor gebruik van twee systemen: Deep Floating Technique (DFT), ook gekend als sla op drijvers, en Nutrient Film Technique (NFT), ook gekend als sla op goten. NFT wordt in de praktijk toegepast als mobiel goten systeem. Bij het inplanten staan de goten dicht bij elkaar. Naarmate de krop groeit, schuiven de goten uit elkaar. Bovendien gebeurt het inplanten aan 1 zijde van de serre en schuiven alle planten richting de oogstlijn. Op deze manier kan het hele proces sterk geautomatiseerd worden. Dit is een eerste stap naar een efficiëntere benutting van het grondoppervlak aangezien op jaarbasis tot 3x meer slaplanten per m² kunnen worden geteeld in vergelijking met de traditionele grondgebonden teelt. Maar ook de gotenteelt gebeurt in 1 dimensie, op een hoogte van ongeveer 1 m. Het overige volume van de serre wordt op dit ogenblik enkel gebruikt als klimaatbuffer. Dit betekent dus dat er veel potentieel is om de ruimte beter te benutten en het aantal kroppen dat per m² grondoppervlak kan geteeld worden, sterk te verhogen.

Wat de teelt van vruchtgroenten betreft zien we eveneens een beweging naar hydroteelt. De teelt van vruchtgewassen vraagt reeds het innemen van een zekere hoogte (afhankelijk van het gewas). Eenzelfde plant groeit een gans seizoen terwijl het meerdere oogsten aflevert. Toch wordt er ook potentieel herkend in een toekomst van verticale teelt voor vruchtgroenten door op een slimmere manier om te gaan met de uitgebloeide stengels van "klimmende" vruchtplanten.

4.3.2 BEHOEFTE ANALYSE VAN DE TELERS

Met het Witboek Beleidsplan Ruimte Vlaanderen, dat in november 2016 werd goedgekeurd, wenst men geen verdere open en onbebouwde oppervlakte in te nemen (Ruimte Vlaanderen, 2017) voor glastuinbouw. Het vergund krijgen van nieuwe of vernieuwde glastuinbouwcomplexen is dan ook een bijzonder moeilijk proces. Het blijft strategisch belangrijk dat de productie van verse groenten zijn plaats heeft in Vlaanderen, ook in verband met duurzaamheid en voedselveiligheid.

Telers runnen een commercieel bedrijf. Het is voor deze partijen dan ook van belang dat zij hun producten aan een correcte prijs kunnen verhandelen. Vandaag zijn de belangrijkste afnemers (vooral onze supermarkten) weinig tot niet bereid om meer te betalen voor een product dat op een andere of duurzamere manier geteeld wordt. Het hoeft dan ook niet gezegd dat – onafhankelijk van de manier van telen – de productiekost van een product niet hoger mag uitvallen dan de kostprijs vandaag, die wordt bepaald door de huidige manier van telen (bladgewassen op mobiel gotensysteem met extra LED-belichting, en vruchtgroenten op goten met extra belichting door Son-T lampen al dan niet in combinatie met LED).

Bij de verkoop van een product is niet enkel de prijs maar ook de vorm en kwaliteit van belang. Elke vorm van hinder die een aantasting zou kunnen zijn op gebied van vorm van het product, kwaliteit en productievolume moet vermeden, geminimaliseerd en opgelost zijn alvorens te overwegen tot investering over te gaan.

Uiteraard kent iedere gewassoort haar eigen bijzondere kenmerken. We bespreken bondig drie gewassoorten. Vooreerst lichten we toe hoe sla wordt geteeld en welke bijzondere uitdagingen de

telers vooropstellen, ten tweede bespreken we de tomatenteelt, tenslotte geven we de teelt van paprika weer. Ook vruchtgroenten bieden perspectieven voor verticale teelt. We beperken ons tot deze drie soorten in het project omdat we hiermee drie extreme use cases afdekken en we borgen dat zowel bladgewassen (lage teelten, goedkopere prijszetting) als vruchtgroenten (hoge teelten, minder prijsdruk) met de installatie te telen zijn. Andere gewassoorten, bijvoorbeeld snoepkomkommers, zijn zeker ook interessant en de toepasbaarheid ervan kan in de toekomst worden onderzocht.

4.3.2.1 TELEN VAN SLA

Sla wordt vandaag op een mobiel gotensysteem op 4 weken tijd opgekweekt van plantmateriaal (kiem met 3 blaadjes) tot volwaardige krop van +/- 300 gram. Ter vergelijking: een krop uit een plantfabriek heeft na eenzelfde periode een treffende gelijkenis en wat lijkt een gelijkaardige kwaliteit, met amper een gewicht van 60 gram. Zonlicht is waarschijnlijk niet de enige reden maar blijkt op dit moment alvast té belangrijk voor de groei en het gewicht van onze gewassen. Vergelijkingen op gebied van ijzer, vitaminen en andere zijn nog niet duidelijk gemaakt.

De slateelt is een continu proces van inplanten en oogsten, en levert jaarrond zo'n 10 à 11 oogsten. De prijsdruk is enorm alsook de vereisten qua productiviteit. Indien meer dan 5% van oogst wegvalt dan wordt de oogst als 'verloren' beschouwd.

Vandaag worden er 45 stuks gewas per goot geplaatst. Een mobiel gotensysteem staat op een helling van 1%. De voedingsoplossing wordt langs een zijde in de goot gebracht en loopt door naar het einde om alle gewassen te voeden. Overtollig water wordt op het einde van de goot gerecupereerd, gezuiverd en hergebruikt als zijnde een gesloten circuit.

Het plantmateriaal wordt vandaag aangekocht bij gespecialiseerde telers die op 3 weken tijd van zaad tot plantmateriaal opkweken. Slatelers willen bijvoorbeeld onderzoeken of het mogelijk is plantmateriaal op te kweken in verticale teelt in eigen huis om dan uit te planten in mobiele goten systemen.

4.3.2.2 TELEN VAN TOMATEN

Telers zijn bekend met het principe van verticaal telen. Sommigen experimenteerden al met andere teelten dan de tomaten, zoals courgetten en sla.

Telers hebben interesse in verticaal telen, in het bijzonder om meer te weten over de combinatie van de mogelijke productie verhogende factor, de energiebesparing per kilogram product, de ergonomische factor naar personeel, en de mogelijke kostenbesparing op personeel.

De tomatenteelt werkt jaarrond. Zij maken gebruik van ledverlichting. Er zijn verschillende teelttypes, afhankelijk van het planttijdstip: 1) januari tot december zonder bepaalde bijkomende apparatuur, 2) oktober tot september met bijkomende belichting vanaf november en 3) mei tot april met hybridebelichting zijnde een combinatie van LED en warmtebelichting.

In de serre staan tomatenplanten ongeveer 0,5m uit mekaar. Tijdens de teelt wordt gerekend op 1 tros tomaten per week. Bij tomatenteelt wordt er gebruik gemaakt van geënte planten. Er zou kunnen bespaard worden op de ent-kosten door korte teeltcycli aan te houden, waarbij de stengels veel minder lang worden, zodat minder groeikracht in de wortels nodig is.

4.3.2.3 TELEN VAN PAPRIKA

Paprikateelt loopt 11 maanden per jaar, en er wordt wekelijks geoogst tussen week 11 en week 44. Reinigen en ontsmetten wordt belangrijker door de diepgaandere en lagere teelt. Er is meer kans op insecten en virussen door het jaarrond door te telen.

De traditionele paprikaplant is 4m hoog en wordt begeleid aan een touw. Bij paprika wordt er niet geënt (wel bij komkommers en aubergines). De opstart van de teelt gebeurt op plantmateriaal dat aangekocht wordt bij een gespecialiseerd bedrijf dat de planten opkweekt uit zaad.

Een aangepaste optie zou kunnen zijn om te telen met stekken of op steencultuur. Vandaag wordt als substraat in de goten gebruik gemaakt van steenwol of kokos. Irrigatie gebeurt met een druppelsysteem, de goten dienen enkel voor drainage van overtollige voedingsoplossing. NFT is op dit moment niet mogelijk door een teveel aan wortelgroei wat voor obstructie voor de doorstroom van de voedingsoplossing in de goten zou zorgen. Misschien dat dit met kleinere planten en kortere teeltcycli wel mogelijk kan zijn.

Een paprikaplant heeft 2 ml water/m² nodig per Joule/cm². Bij dagen van 1500 J/cm² betekent dit dus 3 liter water/m². In zomeromstandigheden loopt de waterbehoefte op tot 3 ml/m² per J/cm². Bij dagen van 2000 J/cm² is dit 6 liter/m². Inspectie gebeurt 2 à 3x / week. Elke 2 weken planten zijn er interventies: intoppen, verzorgen en indraaien. Er wordt geoogst met een mes tijdens het doorrijden van de serre. Automatiseren is moeilijk door de specifieke omstandigheden van de paprikateelt.

Op het moment van het gesprek (31 maart) hebben de planten een lengte van 1,7m wat passend zou zijn voor een meer lagenteelt. De plant heeft nu 2 zetsels, wat bij een plantdichtheid van 2,3 planten per m² en 3 stengels per plant ong. 7 kg/m² aan vruchten oplevert. De plant groeit ongeveer 7cm per week. Per jaar is de opbrengst zo'n 30 kg product per m².

Verschillende soorten paprika (groen, geel, rood, jalapeña, zoet, ...) hebben nood aan verschillende klimaten. Gemengde teelt is niet mogelijk. Eventueel kan je de planten in vegetatieve fase op de bovenste (warmere) lagen houden en de planten in generatieve fase op de lagere niveaus. Er is vandaag nog te weinig kennis over de impact van ledverlichting bij paprika.

4.4 SCOPE VAN DE BEOOGDE OPLOSSING

De ambitie van het project VertiHydro is dat Inagro vzw een pilootproject verticale teelt op hydrocultuur opzet in een nieuwbouw gevelserre waarin in ideale omstandigheden 2 verschillende pilootopstellingen naast mekaar kunnen getest en geëvalueerd worden voor onderzoeksdoeleinden of één pilootopstelling wordt ingezet voor onderzoek op twee type teelten. We stellen 2 mogelijke opstellingen voor. De eerste betreft een vaste constructie in meerdere lagen met de mogelijkheid om de individuele goten of een set van goten te bewegen in de x, y en z-richting. Een tweede mogelijkheid betreft een roterende constructie in meerdere lagen. Beide hebben een eigen draagstructuur en laten toe om de gangbare handelingen (inplanten, inspecties en oogsten) op de begane grond uit te voeren.

5 MARKTCONSULTATIE: INSCHATTING VAN HET INNOVATIEPOTENTIEEL

5.1 AANPAK VAN DE MARKTCONSULTATIE

De marktconsultatie kende de volgende aanpak:



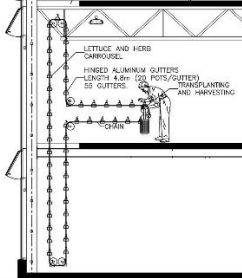

1. *Screening van de state-of-the-art technologie in verticale teelt met duiding van de principes*
2. *Reflectie tegenover de inzichten van de behoeftebepaling; in het bijzonder project stakeholders en telers*
3. *Opmaak van een lijst van marktpartijen (48 partijen); fabrikanten van gewone teeltinstallaties, fabrikanten van verticale teeltinstallaties, startups of nieuwkomers in de verticale teelt en tenslotte engineeringbedrijven (engineering, design), machinebouwers, staalconstructiebedrijven en industriële of logistiek automatisering*
4. *Evaluatie van de algemene interesse in de opportuniteit van verticale teelt door middel van telefonische contact name. De markt voor verticale teelt in glasserres is immers zo goed als onbestaand*
5. *Uitnodiging via email en telefonische opvolging voor de publieke marktconsultatie van geïdentificeerde marktpartijen om het innovatiepotentieel te bepalen aan de hand van de state-of-the-art en de mogelijke verbeteringen.*
6. *Bijkomende publieke aankondigingen. De publieke marktconsultatie werd aangekondigd via e-notification op de federale portaalsite e-procurement. Er werd eveneens een aankondiging gemaakt op de websites van de project stakeholders (PIO en Inagro). Er werden bovendien vanuit het projectteam via LinkedIn verwezen naar deze aankondigingen.*
7. *Publieke marktconsultatie in de gebouwen van Inagro op 24 september 2020 van 13u tot 17u met a) een overleg om het innovatiepotentieel te bepalen aan de hand van de state-of-the-art en de mogelijke verbeteringen, b) één-op-één gesprekken tussen een marktpartij en stakeholders en c) een plaats bezoek aan de Agrotopia dakserre. Er waren 29 deelnemers, er vonden 11 één-op-één gesprekken plaats.*

Covid-19 resulteerde in een langere doorlooptijd. Het was tevens niet makkelijk om partijen fysiek bij elkaar te brengen en al zeker niet buitenlandse marktpartijen vanwege allerlei reisrestricties. De publieke consultatie telde wel enkele deelnemers uit Nederland en één Franse deelnemer. Er werden bijzondere maatregelen genomen i.v.m. covid, waaronder afstandsmaatregelen, mondkemperplicht, beschikbaarheid van voldoende ontsmettingsmiddel en protocollen voor de voorziening van koude en warme drankjes.

Er werd vervolgens bepaald op welke vlakken meer onderzoek en ontwikkeling nodig is en er werd een motivatie gegeven voor het innovatiepotentieel.

5.2 OVERZICHT VAN DE GANGBARE ARCHITECTUREN IN VERTICALE TEELT

We stellen vast dat er vier dominante technische architecturen op de markt aanwezig zijn. Drie daarvan zijn in plantfabrieken gebruikelijk (groeitorens, reksystemen en shuttlesystemen) en één is voortrekker voor gebruik in glasserres (carrousel systeem). Een plantfabriek is een fabriekshal zonder daglicht waarin het klimaat wordt gecontroleerd en vervolgens gewassen worden geteeld. We lichten bondig de verschillende architecturen toe zonder in de details te gaan. Uiteraard bieden aanbieders varianten aan met andere technische prestaties en kostprijzen. We beperken onze analyse in het licht van dit project tot deze architecturen en gaan niet dieper in op de technische varianten of de kostprijverschillen omdat dit niet nuttig is voor dit project.

	Groeitorens	Reksystemen	Carrousel systemen	Shuttlesystemen
Beeld				
Belangrijkste kenmerken	<ul style="list-style-type: none"> - Verticale vaste kolomtorens - Altijd belicht - Gewassen zijn vaak horizontaal ingeplant (stengel horizontaal) - Enkel bladgroenten - Druppelirrigatie - Minder goede kostprijs per m² teeltoppervlakte - Nog niet toegepast in een glasserre 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaste horizontale lagen/tafels - Meestal belicht - Gewassen steeds verticaal ingeplant - Meestal weinig of geen bewegende delen - Bewerkingen in de hoogte - Irrigatie onderaan de goten - Goede kostprijs per m² teeltoppervlakte - Zeer beperkt toegepast in een glasserre; maximale hoogte 4 m. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pionierende oplossing voor verticale teelt in een glasserre - Roterende (individuele) goten (z-richting) - Meestal zonder belichting - Kleine teeltoppervlakte - Verticale beweging - Teeltbewerkingen op de begane grond - Irrigatie via een bad (onder) of druppelirrigatie (boven) - Relatief dure kostprijs per m² teeltoppervlakte - Frequent toegepast in een glasserre, meestal als proefopstelling / beperkt commercieel gebruik 	<ul style="list-style-type: none"> - Vaste structuur met beweegbare shuttles (XY-positie) - Lift om de shuttles verticaal te bewegen (Z-richting) - Meestal belicht - Gewassen zijn steeds rechtopstaand ingeplant - Zowel blad als vruchtgroenten - Bewerkingen op de begane grond - Beperkt of nog niet toegepast in een glasserre
Voornaamste tekortkomingen t.o.v. verticale glastuinbouw	Ontoegankelijk op grote hoogte Oriëntatie plantgoed (beperkte teelvariëteiten)	Ontoegankelijk op grote hoogte Energieverbruik Beperkte hoogte (4m)	Beperkte teeltoppervlakte Hoge kostprijs installatie	Significant ruimteverlies voor bladgroenten Complexe irrigatie

5.3 DE BELANGRIJKSTE RANDVOORWAARDEN OP EEN RIJTJE

We maken in deze sectie een overweging vanuit a) de inzichten van de telers en b) de state-of-the-art in de markt. De eerste betreft een (mobiel goten) systeem met een vaste tafelconstructie. Zeer uitzonderlijk worden er een paar tafels op elkaar gemonteerd in een glasserre (zie hoger: type reksystemen). Meestal vinden we in glasserres mobiele gotensystemen met maar één laag. Een tweede betreft een roterende constructie in meerdere lagen (zie hoger: type carrouselstelsel).

Beide hebben een eigen draagstructuur en laten toe om de gangbare handelingen (inplanten, inspecties en oogsten) op de begane grond uit te voeren. We bespreken bondig de huidige werking en de belangrijkste randvoorwaarden.

5.3.1.1 HUIDIGE WERKING VAN EEN VASTE TAFELCONSTRUCTIE IN EEN GLASSERRE

1. Het huidige gekende mobiel gotensysteem voor bladgewassen laat een opmerkelijke oppervlakte-uitbreiding toe ten opzichte van traditionele grondteelt. Goten staan tegen mekaar bij het inplanten, schuiven in de richting van de oogstrij terwijl ze automatisch uit mekaar schuiven naarmate het gewas groeit. De gewassen blijven steeds in eenzelfde klimaat en groeien gelijktijdig en conform met elkaar. Een nieuw concept in de hoogte mag deze winsten niet verloren doen gaan.
2. Vruchtgroenten worden geteeld op goten. Een enkele stengel wordt in de hoogte vastgehecht aan een koord. De plant groeit het seizoen door en levert verschillende oogsten af. Op regelmatige basis moet elke uitgebloeide, individuele plant een deel opgerold worden om een nieuwe oogst op een nieuw deel van de gegroeide plant op bereikbare werkhoogte te houden.
3. Na elke teeltcyclus worden de goten gereinigd en ontsmet, en substraat wordt vernieuwd. Dit proces moet op een snelle en efficiënte manier kunnen gebeuren zonder bijkomende kosten (tijdverlies daarin inbegrepen).

Op basis van het bovenstaande zijn de belangrijkste randvoorwaarden in functie van een verticale teeltinstallatie:

1. Een installatie dient uitgerust te zijn van een eigen draagstructuur. Het geraamte van een glasserre is niet bestand tegen duw- en trekkrachten, en kan dus niet gebruikt worden om een systeem vast te hechten of op te hangen. Verankering in de grond is waarschijnlijk noodzakelijk voor een constructie van deze afmetingen, vooral in de hoogte.
2. Om te kunnen voorzien dat de teler op grondniveau kan werken is een mechanisme nodig dat de gewassen tot bij de teler brengt. Enerzijds kan dit manueel gebeuren door middel van een mechanisme waar weinig spierkracht voor nodig is. Anderzijds kan het systeem ook elektrisch aangedreven zijn met het oog op een volledige automatisatie.
3. Bij een opstelling in de hoogte is een snelle en efficiënte reiniging en ontsmetting van de goten van belang. Ondanks het belang van dit onderdeel in het teeltproces op het eindproduct is het zuiver een kost.
4. Een constructie laat toe om nuttige oppervlakte op voldoende afstanden tussen niveaus te verkrijgen zodat zowel bladgewassen als vruchtgroenten kunnen worden geteeld. Een hogere dichtheid kan zorgen voor meer productie, maar zorgt eveneens voor een verhoogde reductie van natuurlijk licht. Dat natuurlijk licht is onontbeerlijk voor de groei van de gewassen en het opleveren van een goede oogst en een kwalitatief product. Elke procent lichthinder resulteert in een verminderde opbrengst. Het maximaal bereiken van zonlicht op elke plant is een uitdaging, waarbij

ook moet gekeken worden naar de mogelijkheid voor het aanbrengen van belichting in overeenstemming met de noden van zowel bladgewassen als vruchtgroenten.

5. Typisch bij de constructie van een glasserre ontstaan er verschillende klimaatlagen. Eenzelfde gewas kan daarbij op verschillende niveaus een verschillend groeitempo vertonen.

5.3.1.2 HUIDIGE WERKING VAN EEN ROTEREND SYSTEEM IN EEN GLASSERRE

1. Vruchtgroenten worden geteeld op goten en worden in de hoogte vastgehecht aan een koord. De plant kan niet het hele seizoen doorgroeien, maar er moet rekening gehouden worden met een andere techniek van telen, bv met kleinere planten. Om kortere planten recht te houden, zal ook moeten onderzocht worden welke techniek de planten best kan ondersteunen mits onderdelen bewegen, bv een begeleidende stok in plaats van een koord.
2. Een roterend systeem draagt ertoe bij dat de gewassen op regelmatige basis bij de teler gebracht worden. Er zijn bij voorkeur geen bijkomende constructies of machines nodig om de teelt te kunnen inplanten, voeden, inspecteren en oogsten.

Op basis van het bovenstaande zijn de belangrijkste randvoorwaarden in functie van een verticale teeltinstallatie:

1. Elk gewas wordt blootgesteld aan de verschillende klimaattypes gedurende het roteren van de teelvlakken. Enerzijds kan dit een invloed hebben op de groei en kwaliteit van de gewassen. Anderzijds kan het net bevorderlijk zijn om de gewassen aan elk klimaat bloot te stellen. Gemiddeld gezien, ondergaan op deze wijze alle gewassen per rotatiecyclus eenzelfde klimaat.
2. Natuurlijk licht is onontbeerlijk voor de groei van de gewassen en het opleveren van een goede oogst en een kwalitatief product. Elke procent lichthinder resulteert in een verminderde opbrengst. Het maximaal bereiken van zonlicht op elke plant is een uitdaging, waarbij ook moet gekeken worden naar het aanbrengen van belichting conform de noden van zowel bladgewassen als vruchtgroenten.
3. Bij een opstelling in de hoogte is een snelle en efficiënte reiniging en ontsmetting van de goten van belang. Ondanks het belang van dit onderdeel in het teelproces op het eindproduct is het zuiver een kost, en moet deze op de snelste en efficiëntste manier kunnen gebeuren.
4. De rotatiesnelheid van het systeem moet instelbaar zijn zodat die kan afgesteld worden op de uit te voeren taken tijdens het teelproces (inplanten, voeden, inspecteren en oogsten). De rotatiesnelheid tijdens de teelt mag geen invloed hebben op de groei en kwaliteit van het gewas.

5.4 PUBLIEKE MARKTCONSULTATIE: DE VOORNAAMSTE ITEMS VOOR VERDER ONDERZOEK EN ONTWIKKELING

Tijdens de publieke marktconsultatie op 24 september werden marktpartijen uitgenodigd om de krijtlijnen van een toekomstige oplossing vast te leggen. Hiervoor werd de teeltinstallatie opgedeeld in 5 facetten waarbij telkens mogelijke oplossingsrichtingen en de geldende randvoorwaarden werden voorgelegd. Vervolgens werden deelnemers bevestigd in termen van de technische haalbaarheid, de gebruiksvriendelijkheid en de kostprijsimpact. De bevestiging verliep via een mentimeter, een pollstelsel en de resultaten van de peiling werden aangewend als gespreksstof. Deze resultaten werden afgewogen tegenover de input uit de werksessies met de gebruikersgroepen en de stand van de techniek. De resultante geven we onderstaand weer.

5.4.1 EEN OPTIMAAL RUIMTELIJK GEBRUIK

De teeltinstallatie is minstens 8 m in de lengte en heeft maximum 5 m breedte. In het ontwerp wordt de nuttige teeltoppervlakte gemaximaliseerd. Het systeem telt 4 lagen met 1,5-2 m vaste tussenruimte per laag (hoogte opstelling inclusief gewassen: 10 m). We houden hiermee voldoende ruimte tussen gewas en dak glas om het gewas te beschermen.

We beogen de nuttige teeltruimte te maximaliseren door per laag het aantal rijen te kunnen aanpassen en of meerdere goten boven elkaar te kunnen stapelen. Hiervoor wordt een KPI aangereikt in de vorm van een 'oppervlaktegebruik index' waarbij nuttige m² teeltoppervlakte wordt afgewogen tegenover de totale benodigde oppervlakte voor de installatie.

Voor de teelt van vruchtgroenten voorziet de installatie in een hechtsysteem om bijvoorbeeld tomaten op te binden. Er wordt ook onderzocht hoe de goten kunnen opgebouwd worden bij wisseling van gewassoort zonder (hoge) omstelkosten. Er is in het bijzonder onderzoek nodig naar de beste combinatie van goot met 'eb en vloed' systeem en een druppelsysteem.

5.4.2 GROEI BORGEN IN EEN HETEROGEEN KLIMAAT

Licht is een belangrijk element voor de groei van gewassen. Het heeft een directe invloed op de oogst. De vuistregel is dat 1% minder licht ook 1% minder opbrengst oplevert. Maar ook temperatuur, luchtvochtigheid en CO₂ opname beïnvloeden de groei. De constructie van de serre en de verticale opstelling in de glasserre maakt dat niet noodzakelijk alle planten homogene groeicondities hebben. De serre heeft verticale ventilatoren in het dak, schermdoeken en luchtramen. Het blijft een uitdaging om in deze context te telen.

Het klimatologische aspect beheersen in de serre is ondoenbaar en te kostbaar. Er zijn immers veel factoren waarmee je dan rekening moet houden; zonlicht, temperatuurverschil, luchtvochtigheid, CO₂, enz. De investeringskosten en de precisie waarmee je dit kan sturen in dit volume lijken onrealistisch. De klimatologische omstandigheden zullen dus per laag verschillen en daar moeten we met het systeem zo slim mogelijk mee omgaan. We stellen twee mogelijkheden voorop die eveneens te combineren zijn:

- 1. We stimuleren de plantengroei door belichting, extra ventilatie etc. per laag. Hiervoor voorzien we minstens voorbekabeling en de aansluitpunten op de teeltinstallatie zodat licht boven de planten en verticaal langs zij kan worden aangebracht*
- 2. We bewegen de planten in de verticale ruimte, dit heeft volgens experts een gunstig effect op de plantengroei*

5.4.3 ERGONOMISCH INPLANTEN EN OOGSTEN

Gebruiksgemak staat voorop, het is immers een arbeidsintensief proces omdat planten regelmatig bereikbaar moeten zijn en het is bijgevolg kostbaar. Tomaten bijvoorbeeld hebben verschillende oogsten (tot dagelijks) per seizoen. Na een oogst wordt de tomatenstengel telkens opgerold. Planten kennen ook regelmatig een inspectie. Gewassen worden geïnspecteerd op kleur, beschadiging, insecten, toestand van de wortel. Afhankelijk van de homogeniteit van de plantengroei moet elke plant worden bekeken of niet.

De verticale opstelling borgt de bereikbaarheid van elke individuele plant. Alle handelingen vinden op de begane grond plaats. Dat is veilig, het is een gangbare praktijk en bovendien vermijden we een toename van de arbeidskosten.

5.4.4 SLIMME VOORZIENING VAN VOEDINGSOPLOSSING

Een goede voeding en watervoorziening is de basis voor een gezonde en rendabele oogst, typisch gecombineerd bij hydrocultuur in de "voedingsoplossing". De behoefte hieraan kan significant zijn; tomaten bijvoorbeeld vragen in de zomer een volume tot 7l per m². Voorziening van een voorraad voedingsoplossing is aanwezig. De aanvoer is primordiaal, overtollige oplossing dient ook terug afgevoerd te worden voor hergebruik.

Het irrigatiesysteem vormt een essentieel onderdeel van de installatie. Maar de combinatie met verplaatsbare goten in x,y en z-richting mag gerust als complex en innovatief worden bestempeld. Elke laag wordt voorzien van een vast aansluitpunt en we irrigeren dan wel via indruppeling of door een eb- en vloed systeem. Het irrigatiesysteem beschikt ook over een meet- en regelsysteem voor het irrigatieschema dat fijnmazig (minuten) instelbaar is. Het irrigatieschema is instelbaar per laag of groep van lagen.

Het systeem houdt rekening met de volgende bijkomende vereisten:

- *Vermijden en snel verhelpen van verstoppingen is mogelijk*
- *Gesloten irrigatiesysteem zonder stilstaand water*
- *Afvoer en hergebruik van overtollige oplossing*

5.4.5 EEN EENVOUDIG TE ONDERHOUDEN INSTALLATIE

Er kan op de installatie geklommen worden voor onderhoud zonder de nood aan bijkomende machines. De installatie borgt veilige toegang tot alle onderdelen zonder – volledig of deels – demontage.

De installatie maakt gebruik van gangbare technische oplossingen en onderdelen. Speciale gereedschappen worden vermeden.

Het ontwerp en de gekozen materialen laten toe om eenvoudig en makkelijk te reinigen en desinfecteren met water, detergents en gangbare middelen die hun gebruik kennen in de glastuinbouw. De ontwerpen en materialen zijn eveneens gekozen in functie van een algemene toepassing in een serre-omgeving.

Alle herstellingen en onderhoudswerkzaamheden moeten zoveel mogelijk door 1 persoon uitgevoerd kunnen worden.

5.5 CONCLUSIE INNOVATIEPOTENTIEEL

Uit de marktconsultatie en onderzoek naar de stand van de techniek vinden we innovatiepotentieel op teeltmethode, gewassoorten en op technieken om verticaal te telen in een glasserre. We bespreken ze bondig.

5.5.1 OP PUNT ZETTEN VAN DE VERTICALE TEELTMETHODE

Momenteel is er een grote behoefte om te kunnen telen in de klimatologische omstandigheden van een serre zonder meerkosten voor klimaatconditionering (licht, temperatuur, vochtigheid). Door deze meerkosten kan er immers onmogelijk rendabele teelt plaatsvinden. Dit blijkt het grootste hinderpunt in de markt te vormen om groei en adoptie van verticale teeltinstallaties te bereiken. De beoogde installatie draagt bij tot experimenteel onderzoek om bijvoorbeeld de impact van een heterogeen klimaat in de glasserre op de teeltopbrengst te verminderen en nieuwe irrigatie programma's te

ontwikkelen die een maximaal rendement garanderen. Het spreekt voor zich dat zo'n nieuwe teeltmethode een doorbraak betekent voor de glastuinbouw.

5.5.2 FLEXIBILITEIT IN GEWASSOORTEN

We stellen vast dat verticale teeltinstallaties opgang vinden in zogenaamde plantfabrieken. Dit zijn geconditioneerde ruimtes, vaak een fabriekshal in staalbouw of dergelijke, waarbij planten in de hoogte worden geteeld. In de meeste gevallen van verticale teelt ligt de teelt van bladgroenten voor de hand, de teelt van vruchtgroenten daarentegen is moeilijk en daarom nog niet bewezen in een verticale opstelling. Nochtans zit net daar het grootste marktpotentieel. De huidige infrastructuur is niet ontwikkeld voor hoge planten en waarbij de oogst via plukken plaatsvindt. Dit is een belangrijke vernieuwing die zuurstof moet geven aan een sector die in het begin van haar expansie staat. Een tweede aspect is dat telers beogen om meerdere gewassoorten te kunnen telen. Dit wil zeggen dat telers in de praktijk op de installatie één gewas telen, maar wel de mogelijkheid wensen om op termijn te wisselen van gewas, naargelang de opportuniteiten in de markt. Dat is momenteel ook zeer moeilijk. Andere gewassen hebben immers andere vereisten naar irrigatie, kennen andere afmetingen, vragen andere klimaatomstandigheden, etc. Omvormen van de installatie (substraten, gotensysteem, irrigatieschema, voedingsoplossing, ...) is soms onmogelijk en steeds kostbaar. Flexibiliteit in de teelten resulteert ongetwijfeld in een snellere adoptie van deze technologie. Daarvoor zijn de huidige technieken ontoereikend en is innovatie vereist. We merken ook op dat er momenteel een dominante architectuur lijkt te ontstaan waarbij goten (vaak een individuele goot) zich roterend door de verticale ruimte bewegen. Dit levert een beperkte winst op in nuttige teeltoppervlakte. Er ligt dan ook nog heel wat innovatiepotentieel in het ontwerp van het rotatiesysteem zelf dat in staat moet zijn meer goten te bevatten. Hierdoor kan de productiekost per oogst worden gedrukt. De exploratie van nieuwe systeemoplossingen die rekening houden met de eis om meerdere plantsoorten te combineren met werken op de begane grond en daarbij de teeltoppervlakte sterk vergroten leidt ongetwijfeld tot nieuwe architecturen die wellicht sneller doorbreken op de markt.

5.5.3 VOORUITGANG IN DE TECHNIEK

De huidige installaties op de markt zijn ongeschikt voor onze doeleinden. Een nieuwe technische architectuur waarbij goten in de x-as, de y-as en de z-as kunnen bewegen mogen we gerust als innovatief beschouwen. Dit is niet gangbaar in de industrie en brengt uitermate complexe uitdagingen met zich mee. In het bijzonder stelt de stabiliteit en het gewicht een uitdaging. Tomatenplanten en het wortelmedium wegen zwaar, tot 20 kg/m². Zelfs met een beperkte tafeloppervlakte van 6m² moeten we 120kg op een stabiele manier regelmatig bewegen in de 3 richtingen.

De installatie kan grotendeels gebruik maken van bestaande technische onderdelen, denk maar aan motoren, pneumatiek, staalverwerking etc. Uitdaging blijft echter om de kostprijs per m² teeltoppervlakte op termijn sterk te laten dalen zodoende een ruim marktpotentieel aan te kunnen spreken. Schaalvoordelen zullen daarbij helpen, maar worden vandaag als onvoldoende geacht als oplossing hiervoor. Het voorliggende traject biedt ruimte om experimentele technieken of technieken uit andere sectoren in te zetten, zeker als die de kostprijs van de installatie reduceren of de exploitatiekosten kunnen drukken.

Vervolgens stellen we 5 onderzoeksdomeinen voorop:

- *Optimaal ruimtegebruik*
- *Groei borgen in een heteroog klimaat*

-
- *Ergonomisch inplanten, inspecteren en oogsten*
 - *Slim voorzien van voedingsoplossing*
 - *Eenvoudig te onderhouden installatie*

6 PROGRAMMA VAN EISEN

6.1 BOUWTECHNISCHE SPECIFICATIES

Hieronder een beknopte samenvatting van de bouwtechnische specificaties. Voor een volledig document wordt verwezen naar een document dat opgesteld werd door Inagro vzw waarin de specificaties van de nieuwe gevelserre gedetailleerd worden toegelicht. Let daarbij vooral op de draagkracht van de vloeroppervlakken in verschillende zones, zowel voor het plaatsen van een systeem als voor het aanleveren en transporteren van goederen en machines naar de betrokken ruimte.

6.1.1 GEVELSERRE

- 12 m poothoogte.
- 2 Venlo-kappen, elk 4,00 m breed en overbrugd tot 8,00 m breed.
- De lengte van de kappen: 42,00 m.
- Serre beslaat daarmee een grondoppervlak van 42,00 x 8,00 m
- In de lengte is een verdeling door een glazen tussenwand. Dat creëert 2 "afdelingen" van elk 21,00 x 8,00 m.
- In deze zuidelijke afdeling komen twee opstellingen voor verticaal telen te staan, naast elkaar in lengterichting (noord-zuid).
- Serrewanden in gewoon gehard glas, met uitzondering van onderste helft van de oostelijke gevel (6m hoog, zie plan verticale doorsnede).
- Schermdoek aanwezig: verticaal (type GevAl Wit) langs elk van de vier wanden van de gevelserre en ook horizontaal (type Phormitex Eclipse +98)
- Betonvloer als ondergrond. Mangaten regenwatersilo's aanwezig in de vloer (zie plan)
- Draagkracht van de vloer: 2000 kg/m² in gearceerde deel (21m x 8,5m), niet-gearceerde deel 500 kg/m² (21 m x 2,53 m)
- Ophanging aan serre niet mogelijk, stabiliseren wel.
- Bevestiging aan de kolommen (boringen na de galvanisatie van het staal) zijn steeds te beschermen tegen corrosie door middel van vloeibare zinkpasta of gelijkwaardig.
- Torsie ter hoogte van vloer en dakspanten wordt zoveel mogelijk vermeden.

6.1.2 KLIMAATREGELING

- Minimumtemperatuur wordt geregeld door verwarmingsinstallatie, die warm water laat circuleren in witgelakte verwarmingsbuizen.
- De installatie verzekert een minimumtemperatuur van minstens 20 °C bij een buitentemperatuur van -10 °C.
- De locatie van deze verwarmingsbuizen zal worden weergegeven in de uitvoeringsplannen.
- De maximumtemperatuur in de gevelserre wordt geregeld door de opening van luchtramen boven in de serre, en door het sluiten van het horizontaal schermdoek.
- Verticale klimaatgradiënten zullen aanwezig zijn.

- *Geen vochtregeling.*
- *CO2 regeling via toevoer zuivere CO2.*

6.1.3 ELEKTRICITEIT

- *Vier continue voedingen = dubbele wcd; vier geschakelde voedingen = dubbele wcd; daarbij zeker 1x 380V per afdeling*
- *40W/m², nu 9kW capaciteit voorzien voor artificiële belichting + voldoende capaciteit voor motoren*
- *Eventueel mogelijkheid om op te trekken op basis van voorgestelde concepten*

6.1.4 VOEDINGSOPLOSSING

- *Twee (eventueel drie) voedingsoplossingen beschikbaar in de betreffende afdeling van de gevelserre.*
- *De dagvoorraad voor elke voedingsoplossing is 700L.*
- *De samenstelling en continue aanvoer van de voedingsoplossing naar de dagvoorraad wordt geregeld door de aanwezige hydro-computer.*
- *Aanvoerleiding voorzien in de afdeling.*
- *Afvoerbuus voor drainwater voorzien onder de vloer.*

6.1 FUNCTIONELE VEREISTEN VOOR DE OPSTELLING

De volgende punten omvatten de eisen waaraan een opstelling moet beantwoorden, onafhankelijk van diens vaste of roterende aard.

1. Verlichting

- *Homogeniteit van de verlichting is een doel. Per teellaag moet verlichting gestuurd kunnen worden om schaduwzones bij te lichten waar en wanneer nodig. In eerste instantie zal een schaduw- en lichtplan helpen in de bepaling van de nood aan verlichting. In tweede instantie kan de verlichtingsvoorziening bestaan uit hoogstnoodzakelijke onderdelen en voorbereidingen, dan wel een volledig geïmplementeerd systeem.*
- *Lichtsturing op basis van programmatie en naar type gewas (blad of vrucht).*
- *Optioneel voorzien van (sensor)techniek voor meten van de lichtintensiteit en het automatisch of manuele aanpassing van lichtsterkte.*
- *Flexibiliteit voor combinatie van of keuze van verschillende types lampen in functie van het de noden van het gewas(type).*
- *Plaatsing op vaste infrastructuur en op voldoende afstand van de planten zodat lichtspreiding en temperatuur geen nefaste invloed hebben op de plantgroei. Bij een*

roterend systeem kan bekeken worden welke onderdelen kunnen uitgerust worden met belichting om onderliggende planten ten goede te komen.

- *Installatie voldoet aan alle gangbare normen en is in overeenstemming met alle nodige keuringen.*

2. Ergonomie

- *Opstelling mag enkel positieve verandering brengen naar de huidige werkpositie.*
 - *Verticaal inplanten en controle uitvoeren door 1 persoon is noodzakelijk. Dit is vooral van toepassing op grootschalige implementatie in de tuinbouwsector waarbij ook rekening gehouden moet worden met de evolutie naar geautomatiseerd inplanten.*
 - *In werkpositie op grondniveau, is elk gewas in kweekgoot of teeltoppervlak 100% bereikbaar door de teler zonder gebruik te maken van extra hulpmiddelen (ladders, bankjes, schaarliften, enz).*
 - *De teeltvlakken moeten overzichtelijk zijn en behandelbaar in grootte. Ook de middelste gewassen moeten makkelijk in te planten, te controleren en te oogsten zijn. Elke individuele plant is makkelijk bereikbaar.*
 - *Regelmatige inspectie van de gewassen is noodzakelijk. Bij een verticale opstelling is dit niet anders en moet dat op de meest efficiënte, snelle en ergonomische manier gebeuren. Gewassen worden in 360° geïnspecteerd op kleur, beschadigingen van het blad, toestand van de wortels, insecten (bv bladluizen) en ziektes (bv witziekte). Een opstelling moet de teler de mogelijkheid bieden om bij voorkeur alle gewassen tussen de bladen, langs de onderkant, en de wortels te controleren.*
 - *Er is een groot potentieel om te automatiseren. Dit systeem afstemmen op inplantrobots zou een enorme kost kunnen wegnemen op gebied van personeel.*
 - *Er dient een werkplatform voorzien te worden waar een teeltoppervlak kan uitgenomen worden en waar ingeplant en geoogst kan worden. Om per teeltoppervlak te oogsten en onmiddellijk weer in te planten, past niet in het proces om producten uit te leveren naar klanten.*
-

3. Irrigatie

- *De mogelijkheid moet voorzien zijn om het volume voedingsoplossing (= water met nutriënten) per teellaag of groep van lagen te sturen. De mogelijkheid om verschillende voedingsoplossingen aan te voeren naar de verschillende teeloppervlakken is een optionele vraag met het oog op onderzoeksdoeleinden. Het ontwerp moet de kans tot opwarming van de voedingsoplossing vermijden.*
- *Voedingsoplossing zou kunnen afdruipten op de onderliggende gewassen en schade toebrengen. Dat moet worden vermeden.*
- *Verschiedende substraten moeten gebruikt kunnen worden.*
- *Een irrigatiesysteem vermijdt verstoppingen, ook met het gebruik van perspotjes. Alsnog eventuele verstoppingen moeten snel en effectief kunnen verholpen worden door de teler.*
- *Er moet 1 spuitboom voorzien zijn die op alle lagen en teeloppervlakken kan ingezet worden voor de behandeling tegen insecten en ziektes. De economisch meest voordelige manier wordt beoogd, onder de vorm van eerder een vaste dan wel een verplaatsbare installatie.*
- *Een irrigatiesysteem moet gesloten zijn of een gesloten circuit betreffen. Open, stilstaand water is nefast voor de gewassen met betrekking tot watertemperatuur, zuurstofgehalte, algenvorming en algemene vervuiling.*
- *Overmaat aan irrigatie moet afgevoerd kunnen worden, en idealiter hergebruikt.*

4. Onderhoud

- *Er kan op de installatie geklommen worden voor onderhoud zonder de nood aan bijkomende machines. De installatie borgt veilige toegang tot alle onderdelen zonder – volledig of deels – demontage.*
- *De installatie maakt gebruik van gangbare technische oplossingen en onderdelen. Speciale gereedschappen worden vermeden.*
- *Het ontwerp en de gekozen materialen laten toe om eenvoudig en makkelijk te reinigen en desinfecteren met water, detergents en gangbare middelen die hun gebruik kennen in de glastuinbouw. De ontwerpen en materialen zijn eveneens gekozen in functie van een algemene toepassing in een serre-omgeving.*
- *Alle herstellingen en onderhoudswerkzaamheden moeten zoveel mogelijk door 1 persoon uitgevoerd kunnen worden.*
- *Redundantie: een systeem garandeert dat indien bepaalde delen of lagen niet of slecht functioneren, dit geen invloed mag hebben op de gehele opstelling om eventueel verlies van oogst of onderbreking van de teelt te vermijden.*

6.2 SPECIFIEKE FUNCTIONELE VEREISTEN

Afhankelijk van de gekozen architectuur stellen we aan aantal bijkomende functionele vereisten voorop. In eerste instantie kennen reksystemen of shuttlesystemen bijzondere kenmerken en wensen we in het ontwerp met een aantal specifieke vereisten rekening te houden. In tweede instantie bespreken we de bijzonderheden voor de carrouselssystemen.

6.2.1 FUNCTIONELE VEREISTEN VOOR EEN REKSYSTEEM OF SHUTTLESYSTEEM

Tijdens de werksessies werden volgende bijzonderheden vastgesteld waarmee rekening dient gehouden te worden in de ontwerpen.

- Een gelijkmatige irrigatie van elke gewas per teeltgoot is noodzakelijk.
- Door de vaste locaties van gewassen per teeltoppervlak zullen de buitenste rijen – vooral op de onderste lagen – eerder blootgesteld worden aan verdamping. Een manier moet gevonden worden om dit te vermijden of minimaliseren. Dat zou mogelijks kunnen door een aanpassing aan het irrigatiesysteem, al is dit maar een idee tussen mogelijks vele andere.
- We realiseren ons dat in dergelijk systeem de lichtinval moeilijk is. Het wordt een uitdaging om zo veel mogelijk licht te laten doordringen.
- De opstelling laat toe om Nutrient Film Technique (NFT) toe te passen. Dit kan eventueel ook verkend worden voor vruchtgroenten omdat er kortere teeltcycli zullen toegepast moeten worden.
- Sturing van de goten moet door 1 persoon kunnen gebeuren, manueel of automatisch. Bij een panne moet dit steeds manueel kunnen gebeuren.
- Oriëntatie van de goten is steeds zo dat planten verticaal blijven, ook bij het verplaatsen van de goten naar boven of beneden.
- Flexibiliteit in het systeem is vereist om individuele goten of een set van goten onderling van plaats te kunnen wisselen.
- Optimalisatie teeltoppervlak. De afstand tussen de goten is (manueel of automatisch) instelbaar door 1 persoon en per laag.
- De installatie voorziet aan beide zijden toegang en ergonomische voorzieningen voor inplanten en oogsten.
- De installatie voorziet in de mogelijkheid om klimaatcontrole toe te voegen in een latere fase en per laag, bv ventilatoren of andere. Producenten en installateurs stellen bij voorkeur zelf al voor welke infrastructuur mogelijk of noodzakelijk zal zijn om klimaateffecten te minimaliseren.

We hebben ook nog twee optionele vereisten. Aanbieders duiden hiervoor op de meerprijs.

- Bij een camerasysteem moet de keuze vallen op een economisch voordelig systeem dat alle planten kan inspecteren, of althans een representatief gedeelte daarvan. Dit kan door een uitgebreide opstelling van camera's dat volledige dekking geeft van een teellaag, dan wel een mobiel systeem waarop een beperkt aantal camera's kunnen bewegen (bv via centrale sturing op de computer door de teler). Later moet een camerasysteem mogelijkheid bieden om uitgebreid te worden om anomalieën automatisch detecteren (slim camerasysteem).

- *De afstand tussen de lagen is een niet frequente toepassing, doch eenvoudig instelbaar door maximaal 2 personen. Dit om testen en onderzoek uit te voeren in verschillende omstandigheden en optimalisatie van oppervlaktevergroting te bekomen. De meerprijs hiervoor wordt apart geduid.*

6.2.2 SPECIFIEKE VEREISTEN VOOR EEN CARROUSELSYSTEEM

De volgende punten komen boven op de algemene eisen en doelen specifiek op het ontwerp van een roterend systeem.

- *Rotatiesnelheid moet instelbaar zijn.*
- *De opstelling laat toe om Nutrient Film Technique (NFT) toe te passen.*
- *De opstelling kan in eerste instantie zonder verlichting. Uitbreiding voor bijkomende ledverlichting op de verschillende lagen moet al voorzien worden, in het bijzonder midden en onderaan de opstelling en teeltoppervlakken.*
- *Een irrigatiesysteem op basis van een reservoir per teeloppervlak moet op die manier gedimensioneerd zijn dat het toelaat om voldoende voedingsoplossing te houden voor minstens één volledige rotatiecyclus tijdens het hoogseizoen. Zo'n reservoir heeft een vertragingsmechanisme, en een onder- en/of boven aansluiting om het reservoir te vullen.*
- *Bij een irrigatiesysteem zonder voldoende buffer of voor het bijvullen van de reservoirs (zie vorig punt) moet het carousel tot stilstand kunnen gebracht worden waarbij de tussenpauzes dienen om een teeloppervlak van voedingsoplossing te voorzien.*
- *Voor onderzoeksdoeleinden is het mogelijk om extra technologie toe te passen (bv. RFID-tags e.d.) voor de selectie per teeloppervlak van de gepaste voedingsoplossing met de passende hoeveelheid.*

7 SYNTHESE VAN HET VOORTRAJECT EN BELANGRIJKSTE CONCLUSIES

Telen is een aparte activiteit. De teelt van elke gewassoort kent haar eigenheden, die werden in kaart gebracht voor het telen van sla, tomaten en paprika. Hierdoor dekken we zowel de teelt van bladgroenten als van vruchtgroenten af. Deze analyse vormt de basis voor de gebruikersvereisten.

In plantfabrieken zijn verticale teeltinstallaties gebruikelijk, alleen laten ze niet toe om op de begane grond te werken, een absolute vereiste voor telers in de glastuinbouw. In de glastuinbouw zien we de eerste experimenten met verticale teeltinstallaties in de vorm van carrouselssystemen of twee op elkaar gestapelde mobiele gotensystemen. Ze hebben beide te veel tekortkomingen waaronder beperkte hoogte, te weinig teeltoppervlakte, hoge kostprijs, ongebruiksvriendelijk voor telers en tekortkomingen in irrigatietechniek enzovoort. Ook de kostprijs van de installatie en de daaruit volgende productiekosten voor de teelt blijkt nog te hoog om een brede adoptie in de markt te bekomen.

Er bestaat wel een basis waarop kan geïnnoveerd worden.

Als eerste conclusie: het project 'Vertihydro – verticale teeltinstallatie voor glasserres' is zeer innovatief. In glasserres vindt immers vandaag amper teelt in de hoogte plaats. De Agrotopia dakserre is 12 m hoog. Dit project wenst deze ruimte optimaal te benutten. De teelt waarmee momenteel in de hoogte wordt geëxperimenteerd betreft meestal bladgroenten. Vruchtgroenten daarentegen zijn veel interessanter omwille van de hogere marktwaarde. Ze stellen echter specifieke eisen aan installaties. Dit project beoogt een installatie dat dus flexibiliteit in gewassoorten biedt.

Tweede conclusie: het project 'Vertihydro – verticale teeltinstallatie voor glasserres' is zeer innovatief vanuit technologisch oogpunt. De verticale installaties gebruikt in plantfabrieken, enerzijds reksystemen en anderzijds shuttlesystemen, zijn niet in overeenstemming met de vereisten van de glastuinbouw. Als gevolg van de toename in een aantal plantfabrieken merken we ook eerste experimenten met verticale teelten in glasserres. Enerzijds monteert men hier typisch twee mobiele gotensystemen op elkaar of gebruikt men een carrouselstelsel. Geen van de bestaande systemen voldoet aan de gestelde gebruikerseisen. Wel kunnen de bestaande systemen dienen om op verder te bouwen. We hebben daarom 5 domeinen vastgelegd waarop onderzoek en ontwikkeling noodzakelijk is; 1) optimaal ruimtegebruik, 2) groei borgen in een heterogeen klimaat, 3) ergonomisch inplanten, inspecteren en oogsten, 4) slim voorzien van voedingsoplossing en tenslotte 5) eenvoudig te onderhouden installatie.

Derde conclusie: de markt vereist een significant lagere kostprijs voor de installaties. Het verschil is momenteel substantieel ten opzichte van de referentiekost uitgedrukt in €/m² nuttige teeltoppervlakte van bestaande mobiele gotensystemen. De economische schaalvoordelen alleen zullen dit niet kunnen compenseren, dus moeten we innoveren op de kostprijs én de nuttige teeltoppervlakte optimaliseren.

Op basis van het voorgaande werd een programma van eisen opgemaakt dat kan dienen als basis voor een bestek.

8 BIJLAGE – QUICK DESIGNS OF SNELLE SCHETSONTWERPEN

In het traject werd er een exploratie van mogelijke concepten uitgevoerd als basis om het programma van eisen vorm te geven.

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 1 – Open garagepoorten systeem



Havenmeester van de Toekomst

8

Gemeente Utrecht

omschrijving

- Groeitafels constructie als garagepoorten
- Pick-&-place: Individuele niveaus komen omhoog om te oogsten
- Werkniveau is grondniveau
- Maximalisatie van nuttige oppervlakte
- Vast systeem, kweekniveau's bewegend

Licht

- Bij voldoende afstand daglicht doorgelaten tussen de plantenrijen
- LED verlichting nodig bij compacte installatie:
 - Op vaste constructie (= niet bewegend)
 - Op onderkant poorten (= complexer)

Irrigatie

- Statisch sproeisysteem

Complexiteit

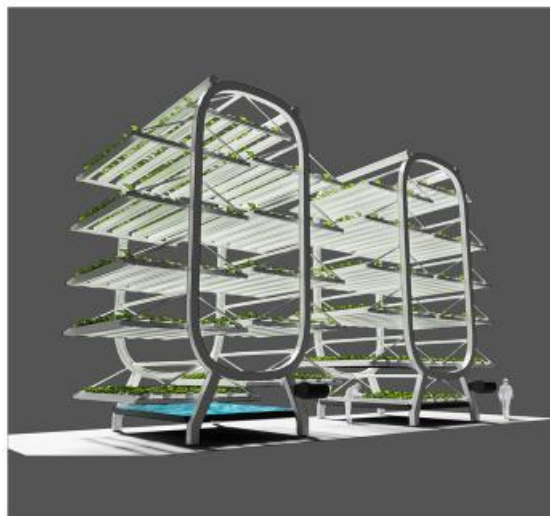
- Hoe groter de gewenste kweekoppervlakte, hoe compacter het systeem en dus meer aanleunt bij plantenfabrieken

Nuttige oppervlakte = 1.764 m²

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 2 – Garagepoorten carroussel



Havenmeester van de Toekomst

9

Gemeente Utrecht

omschrijving

- Groeitafels in een carroussel
- Gewassen worden door waterbad gehaald
- Continue roterend mogelijk voor maximale blootstelling aan daglicht

Licht

- Daglicht
- LED:
 - Moeilijkheid om LED verlichting aan te brengen
 - Maximaal LED op vaste profielen zijkant
 - Mogelijke lichtschommelingen

Irrigatie

- Waterbad
- Eenmalige voeding per ronde. Voldoende water opzuigen voor volledige groeitafel.

Complexiteit

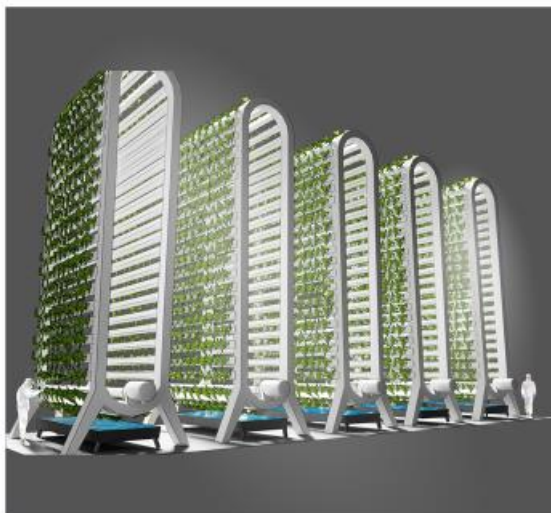
- Ergonomisch moeilijk om te oogsten op grote oppervlakte
- LED aan onderkant groeitafel moet mee door waterbad

Nuttige oppervlakte = 640 m²

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 3 – Kardex teelt



Havenmeester van de Toekomst

10

Omschrijving

- Verticaal carroussel
- Gewassen gaan 1x per ronde door waterbad = voldoende?

Licht

- Moelijker om daglicht door te laten
- LED-lichtpalen tussen opstellingen

Irrigatie

- Waterbad
- Sproei installatie / verneveling

Complexiteit

- Uitdaging : Stabiliteit en lichtgewicht
- Ergonomisch moeilijk om te oogsten op grote oppervlakte
- Voldoende licht op alle gewassen

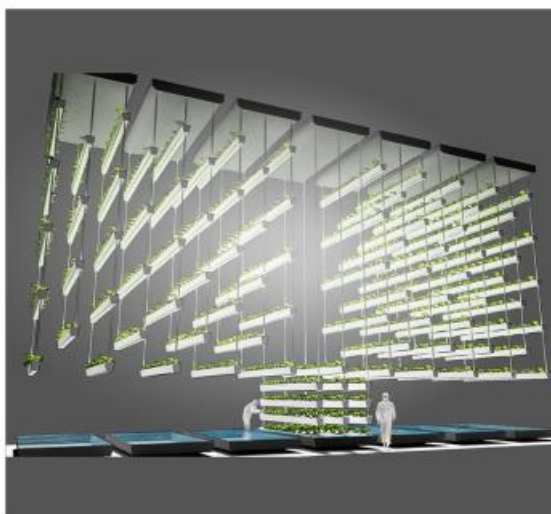
Nuttige oppervlakte = 768 m²

Gemeente Utrecht

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 4 – Hangende teelt



Havenmeester van de Toekomst

11

Omschrijving

- Hangende groeibakken
- Kunnen zakken om aan te werken of om te voeden
- Bij zakken stapelen ze op mekaar, dus een rollenbaan moet elke bak opvangen en naast mekaar op oogstafel leggen

Licht

- Geschrankte ophanging van de individuele bakken laat toe om alle gewassen op daglicht te kweken
- Verhoging van kweekoppervlakte vraagt ook extra LED verlichting

Irrigatie

- Optie waterbad
- Optie sproeisysteem

Complexiteit

- Buitenframe is nodig omdat systeem in serre niet aan plafond kan opgehangen worden
- Oogsten is een intensieve bedoening

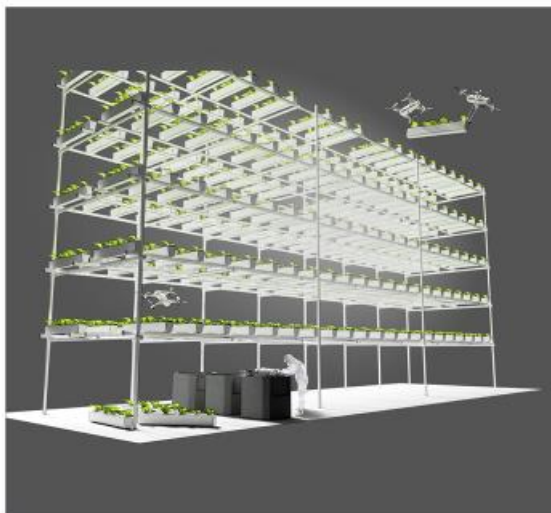
Nuttige oppervlakte = 720 m²

Gemeente Utrecht

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 5 – Drone teler



Havenmeester van de Toekomst

12

Gemeente Utrecht

Omschrijving

- Logistiek paletten stapelframe
- Kweekbakken met drones afzetten en oppikken
- 1 of 2 drones liften een gewassenbak voor controle
- Drones brengen bakken naar grondniveau voor het oogsten

Licht

- Daglicht afhankelijk van de hoeveelheid kweekbakken
- Artificiële verlichting is nodig bij hoge dichtheid

Irrigatie

- Slangen / sproeiers / sprinklers

Complexiteit

- Precisie van vliegen moet heel hoog zijn
- Tuinbouwer dient heropgeleid te worden
- Artificial Intelligence kan proces automatiseren

Nuttige oppervlakte = 360 m²

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 6 – Automatisch magazijn voor gewassen



Havenmeester van de Toekomst

12

Gemeente Utrecht

Omschrijving

- Versie automatisch magazijn
- Liftbruggen brengen de telers bij de gewassen

Licht

- Daglicht is mogelijk bij grote tussenafstanden
- LED verlichting zal nodig zijn bij grotere oppervlakte eisen

Irrigatie

- Vast systeem, waterleiding naar boven, en vandaaruit distributie naar de verschillende goten mits druppelinstallatie

Complexiteit

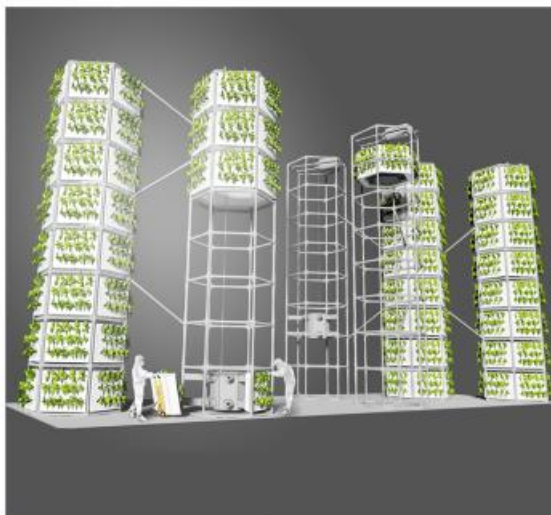
- Hoge investering in constructie om in elke gang een liftbrug te hebben
- Veel oppervlakteverlies indien een enkele brug naar verschillende gangen dient getransporteerd te worden

Nuttige oppervlakte = 1.104 m²

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 7 – Pick & Place Toren



Havenmeester van de Toekomst

14

Gemeente Utrecht

Omschrijving

- Autonomo picking systeem gaat in het centrum van de toren op en neer bakken plaatsen en pikken
- Onderste laag blijft leeg = werkstation
- Torens staan vast en draaien niet

Licht

- Daglicht is mogelijk
- Zon draait en belicht gewassen maximaal

Irrigatie

- Vast systeem, waterleiding naar boven, en vandaaruit distributie naar de verschillende secties mits druppelinstallatie

Complexiteit

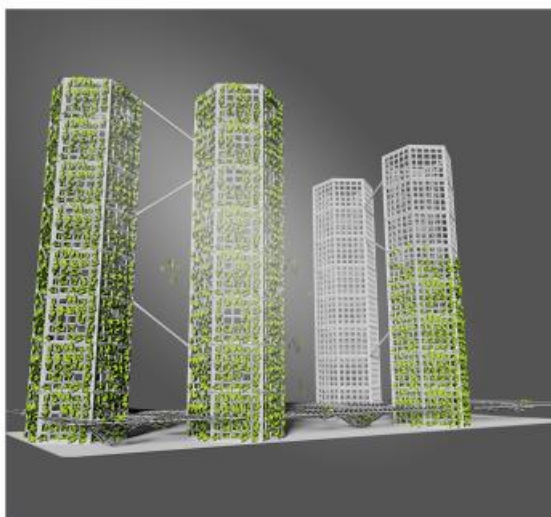
- Technisch complex geautomatiseerd picking systeem

Nuttige oppervlakte = 302 m²

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 8a – Falling crops (vangnet)



Havenmeester van de Toekomst

15

Gemeente Utrecht

Omschrijving

- Wat als een gewas mag vallen van 12m hoogte?
- Gewassen komen los naar gelang gewicht / volgroeidheid / groei nieuwe kiem achterin
- Zwaartekracht doet zijn werk ... à la appelboom

Licht

- Daglicht is mogelijk
- Zon draait en belicht gewassen maximaal

Irrigatie

- Vast systeem, waterleiding naar boven, en vandaaruit distributie naar de verschillende secties mits druppelinstallatie

Complexiteit

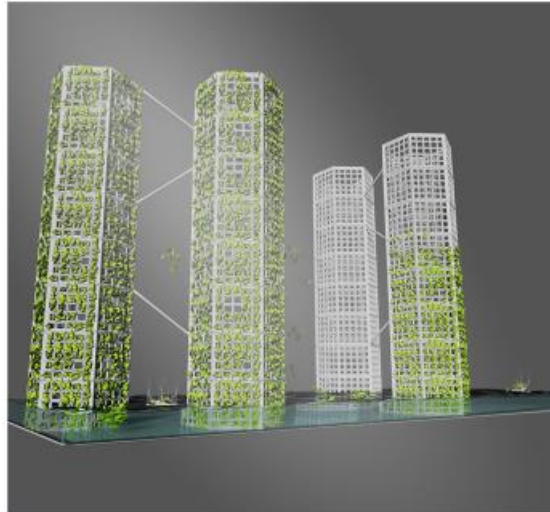
- Beperkt in gewassen die bestand zijn tegen de val
- Net laten zakken en oprapen van de gewassen op grondniveau

Nuttige oppervlakte = 302 m²

CONFIDENTIAL

MASTERS IN INNOVATION

Concept 8b – Falling crops (waterbad)



Havenmeester van de Toekomst

16

Gemeente Utrecht

Omschrijving

- Wat als een gewas mag vallen van 12m hoogte?
- Gewassen komen los naar gelang gewicht / volgroeidheid / groei nieuwe kiem achterin
- Zwaartekracht doet zijn werk ... à la appelboom
- Waterbad heeft stroming en brengt de geogste gewassen naar werkstation

Licht

- Daglicht is mogelijk
- Zon draait en belicht gewassen maximaal

Irrigatie

- Vast systeem, waterleiding naar boven, en vandaaruit distributie naar de verschillende secties mits druppelinstallatie

- Water wordt opgezogen uit maxi waterbad

Complexiteit

- Zwaar inzetten op irrigatiesysteem
- Waterdruk tegen de glaswanden van een bestaande serre

Nuttige oppervlakte = 302 m²