



# Digitala Tomater

FÖRSTUDIE - 2020.11.04



# TEAM DIGITALA TOMATER

## TEAM

Vårt tvärdisciplinära team har tillsammans unik kompetens och erfarenhet att utreda teknik, kostnader, gestaltning, urban strategi, byggproduktion och affärsmodeller för att nå en innovativ och hållbar lösning på uppgiften. Samtliga teammedlemmar har hands-on erfarenhet av att bygga och driva våra lösningar i full skala.

**Greenhouse Living AB** är ett konsultföretag med en samlad, unik kompetens på växthusintegrerad byggnation och arkitektur. Vi har mångårig erfarenhet av utreda och, i full skala, bygga sk. Naturhus, dvs hus-i-växthus med integrerad kretsloppsteknik. GHIL AB bidrar med expertis kring arkitektur, stadsbyggnad, kretsloppsteknik, energikalkyler, byggnadskonstruktion, växthusteknik samt byggkostnads kalkyl.

[www.greenouseliving.se](http://www.greenouseliving.se)

**Kajodlingen** är Stadsbönder i Göteborg med unik kompetens och erfarenhet av kommersiell stadsodling och urban grönsaksproduktion. Kajodlingen bidrar med expertis kring urban odlingsteknik, kompost/jordtillverkning samt affärsmodeller för kommersiell urban grönsaksproduktion.

[www.kajodlingen.se](http://www.kajodlingen.se)

**Göteborg Energi GothNet AB** är ett helägt dotterbolag till **Göteborg Energi AB** (i sin tur helägt av Göteborgs Stad). Företaget levererar och bygger stadsfiber och har ett starkt fokus på att göra det hållbart. Som en del av sin stadsnätstjänst erbjuder även datacentertjänster. Hos Göteborg Energi finns tillgång till expertis inom datacenter men också områden som el, fjärrvärme, och kyla.

[www.goteborgenergi.se](http://www.goteborgenergi.se)

Samtliga illustrationer och ritningar är gjorda av Greenhouse Living, om inget annat anges.

## EKONOMISKT STÖD

### **Viable Cities** ([viablecities.se](http://viablecities.se))

Förstudien har fått ekonomiskt stöd från det strategiska innovationsprogrammet **Viable Cities** som är en del i satsningen strategiska innovationsområden och Klimatneutrala städer 2030 som finansieras av Vinnova, Energimyndigheten och Formas.

### **ISBN-nummer: 978-91-7899-009-2**

### **Viable Cities rapport 2020:2**



## EXTERNA SAMARBETSPARTNERS / RÅDGIVARE

### **Göteborgs Stads Fastighetskontor:**

Kontaktpersoner:  
Anette Gustavsson  
Martin Berg

Beskrivning av samarbetet.  
Idéutbyte kring anläggningen vad gäller dess innehåll, drift, placering och samarbete kring fortsatt utveckling.

### **Swedish Modules AB** ([swedishmodules.com](http://swedishmodules.com))

Kontaktperson: Sven Lantz  
Övriga medverkande: Pär Åberg, Björn Axelsson, Markus Tietäväinen

Beskrivning av samarbetet.  
Detaljplanering och kostnads kalkyl för DC-modulen. Samordning med Nilsson Energy kring lösningar för Bränsle cell-lösning.

### **Nilsson Energy AB** ([nilssonenergy.com](http://nilssonenergy.com))

Kontaktperson:  
Hans-Olof Nilsson

Beskrivning av samarbetet.  
Lösningar för energilagring med hjälp av vätgas under varumärke RE8760.

### **Growpipes** ([growpipes.com](http://growpipes.com))

Kontaktperson:  
Christer Tilk

Beskrivning av samarbetet.  
Sakkunnig inom hydroponiska odlingssystem och utvecklare av Grow Pipes egna lösning.

## COPYRIGHT

Alla teammedlemmar som nämns nedan äger tillsammans upphovsrätten till innehållet i denna rapport.

## KONTAKTUPPGIFTER

### **Göteborg Energi AB:**

Magnus Hartmann, affärsutvecklare  
[magnus.hartmann@goteborgenergi.se](mailto:magnus.hartmann@goteborgenergi.se)  
0707-623045

### **Greenhouse Living AB:**

Anna Nilsson, arkitekt SAR/MSA  
Greenhouse Living / Tailor Made arkitekter  
[anna@tailor-made.se](mailto:anna@tailor-made.se)  
0707-396796

Fredrik Olson, arkitekt SAR/MSA  
Greenhouse Living / Tailor Made arkitekter  
[fredrik@greenouseliving.se](mailto:fredrik@greenouseliving.se)  
0707-396395

Dan-Eric Archer, civilingenjör energiteknik  
Greenhouse Living / Emulsionen  
[daneric.archer@greenouseliving.se](mailto:daneric.archer@greenouseliving.se)  
073-4015564

Niklas Dahlström, byggnadsingenjör/konstruktör/byggprojektledare  
Greenhouse Living / Darking  
[niklas@greenouseliving.se](mailto:niklas@greenouseliving.se)

### **Kajodlingen:**

William Bailey, Trädgårdsmästare, Stadsbonde  
072-3360566  
[kajodlingen@gmail.com](mailto:kajodlingen@gmail.com)

Jonas Lindh, Humanekolog, Stadsbonde  
073-5256343  
[kajodlingen@gmail.com](mailto:kajodlingen@gmail.com)

// Göteborg Energi, Greenhouse Living, Kajodlingen

# INNEHÅLL

<b>1. BAKGRUND</b>	<b>sid 4</b>
- FRAMTIDENS KLIMATNEUTRALA STÄDER	
- TIDIGARE ERFARENHETER	
- MÅLBESKRIVNING	
- GRUNDIDÉER	
<b>2. SAMMANFATTNING / SUMMARY</b>	<b>sid 9</b>
<b>3. DIGITALA TOMATER NR1</b>	<b>sid 12</b>
- EN MÖTESPLATS FÖR URBAN ODLING I GÖTEBORG	
- DATACENTERMODULEN	
- PRODUKTIONSVÄXTHUSET	
- AKADEMIVÄXTHUSET	
- VÄXTHUSKÖKET OCH STADSTRÄDGÅRDEN	
- SYSTEMLÖSNINGAR ENERGI OCH KRETSLOPP	
- PLATS	
- BUSINESS CASE	
<b>4. FÖRDJUPNING</b>	<b>sid 23</b>
- EDGE DATACENTER	
- VÄXTHUS OCH BYGGNADSUTFORMNING	
- ENERGISYSTEM	
- ODLINGSTEKNIK	
- KRETSLOPPSTEKNIK	
<b>5. FRAMTID</b>	<b>sid 32</b>
- MODULÄRT KONCEPT FÖR URBAN MATPRODUKTION	
- FRAMTIDENS GÖTEBORG. VIRTUELL & JORDNÄRA	

## LÄSANVISNING:

**Kapitel 3** består av en konkret beskrivning av den specifika lösningen för "Digitala Tomater nr1"

**Kapitel 4** innehåller fördjupande beskrivningar av valda lösningar för "Digitala Tomater nr1", men även för alternativa lösningar och tekniker som vi har övervägt och som kan bli intressant för en framtida utveckling av systemet.

**Kapitel 5** handlar om framtida utveckling av konceptet Digitala Tomater.



# 1. BAKGRUND



Foto: Klas Eriksson



# 1. BAKGRUND / FRAMTIDENS KLIMATNEUTRALA STÄDER

## FRAMTIDENS MATPRODUKTION - I STAN

Framtidens städer sluter kretsloppen av näring och energi på lokal nivå. Inom en stadsdel, ett kvarter och ibland till och med inom en enskild byggnad. På köpet får vi god, närodlat mat, minskade transporter och attraktiva, mänskliga stadsmiljöer med en närvaro av odling och matproduktion.

En stor del av hushållens klimatpåverkan kommer från maten vi äter. För att kunna bygga verkligt hållbara städer i framtiden kan vi inte bara titta på energieffektivisering, transporter och hållbart byggande. Vi måste också hitta lösningar för verkligt hållbar matproduktion. Vi anser att en del av svaret är att kraftigt öka andelen mat som produceras i städer.

## VARFÖR URBAN MATPRODUKTION?

Argumenten från förespråkare för ökad urban matproduktion bottnar ofta i ett cirkulärt och lokalt perspektiv, där man ser intelligentare resursanvändning samt produktion nära konsumenter som viktiga delar i det generella hållbarhetsarbetet. En produktionsanläggning som utnyttjar spillvärme för odling till kvarteret eller lokala livsmedelsbutiken har potential att täcka in både det cirkulära och det lokala.

Lokala livsmedelssystem befinner sig fortfarande i ett tidigt stadiet och fortsatt forskning och tester behövs för att utreda potentiella nyttor med urbana produktionsanläggningar. Sådant kräver ofta stora investeringar och om man kan hitta samarbetsformer mellan olika sektorer så har man möjlighet att påskynda utvecklingen.

Utöver data kring produktion och affärsmodeller har anläggningen möjlighet att utforska frågor kring ägarförhållanden mellan sektorer, utbildningsmöjligheter och eventuella sociala nyttor i den lokala kontexten.

## STYRKOR:

- Maten produceras nära kund vilket minimerar transporter samt ger stor tillgång på nyskördade och näringsrika grödor
- Odlingen kan bedrivas energi- och vattensnålt
- I städer finns enorm tillgång på spillvärme och näring
- Vi bryter beroendet av konstgödning och bekämpningsmedel
- Matproduktion och odling blir synlig i folks vardag, vilket bidrar starkt till attraktiva stadsmiljöer
- Styrkan i att göra och utföra sysslor tillsammans i en inkluderande miljö

## FRAMTIDENS BEHOV AV DATA-FLÖDEN

Digitaliseringen i samhället skapar ett ökat behov av serverkapacitet för att kunna processa och hantera data på olika sätt. Det är förändringen att gå från analog till digital information och att vi arbetar allt mer automatiserat som driver utvecklingen. Utvecklingen går snabbt och nya tillämpningar och tekniker kommer som exempelvis självkörande bilar, realtidsspel, 5G, IoT och AI. Det gör att vi också behöver förändra och anpassa hur vi bygger telekom och datainfrastrukturen i framtiden.

Applikationerna ställer krav på högre datahastigheter, mer kapacitet men också snabbare svarstider. För att möta de nya kraven behöver data och dataprocessingen placeras nära användaren. Lösningen för det är lokal datakraft i en ny typ av datacenter kallade Edge datacenter. Marknadsanalysföretagen spår att den här utvecklingen kommer gå fort och redan inom några år kommer en stor del av företagets data hanteras i lokala edge datacenter.

Framtidens digitala tjänster ställer högre krav på datahastigheter och fysisk närhet till datacentret. Utveckling av självkörande bilar påverkar behovet av utbyggt fiber

Bild från Pixabay



Framtidens städer har en stark närvaro av matproduktion. Bild: Greenhouse Living



# 1. BAKGRUND / TIDIGARE ERFARENHETER

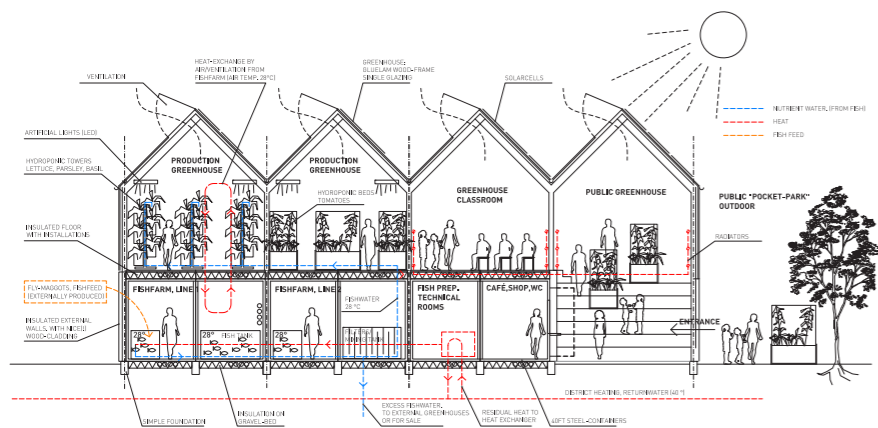
## TIDIGARE UTREDNINGAR OCH REFRENSPROJEKT

Projektgruppens parter; Göteborg Energi, Greenhouse Living och Kajodlingen har kunskap och erfarenhet från tidigare utredningar och byggda anläggningar. Det tar vi med oss in i projektet "Digitala Tomater".

## SEASON 5

Season 5 är namnet på ett vinnande förslag i den internationella innovationstävlingen; "Urban food from Residual heat". Förslaget är ett modulkoncept för urban matproduktion av fisk och grönsaker; skalbart, yteffektivt och applicerbart på många olika platser i täta stadssammanhang. Greenhouse Living och Kajodlingen hade nyckelroller i ett större team som tog fram tävlingsförslaget.

<https://www.slu.se/ew-nyheter/2018/9/urban-food/>

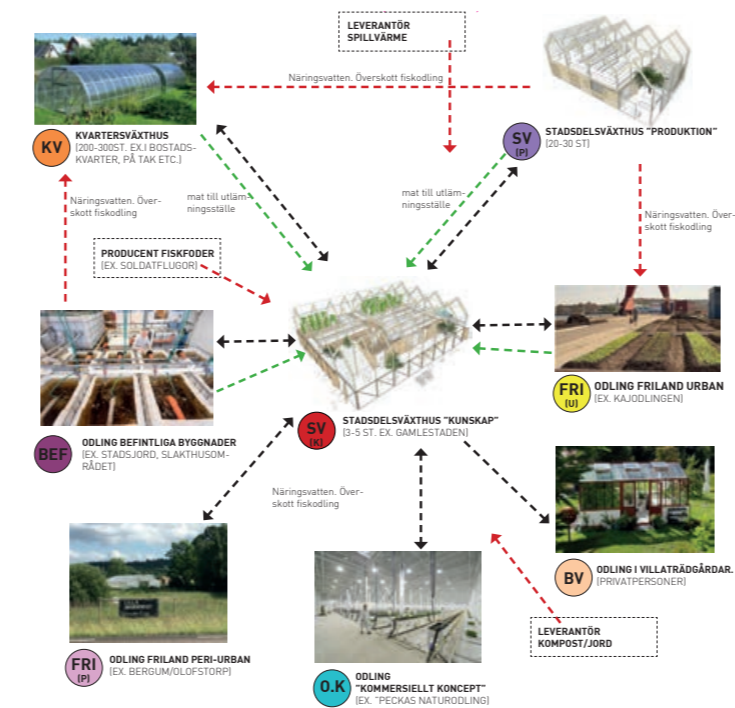


## "GÖTEBORGSMAT" - STADSELSVÄXTHUS I GÖTEBORG

Förstudie beställd av Fastighetskontoret, Göteborgs stad. Greenhouse Living och Kajodlingen hade nyckelroller i ett större team som tog fram förstudien. Förstudien "Göteborgsmat" utgår från modulkonceptet från Season5 applicerat på byggnadsförslag för sk stadseleväxthus i Göteborg.

Ett stort fokus ligger även på att designa ett nätverk för urban matproduktion på en mer övergripande skala. Det handlar om att stärka de pionjära aktörer inom urban matproduktion i Göteborg som redan finns, samt skapa förutsättningar för att fler stadsbönder etablerar sig och att jobb skapas. Genom innovativa matproducerande strukturer och en idé kring hur de kan fungera som noder i ett stort nätverk för produktion, kunskap, möten och försäljning tas nya kliv för ett hållbart Göteborg.

[https://stadsnaraodling.goteborg.se/wp-content/uploads/STADSELSV%C3%84XTHUS-GBG\\_utskick.pdf](https://stadsnaraodling.goteborg.se/wp-content/uploads/STADSELSV%C3%84XTHUS-GBG_utskick.pdf)



## MÖDUL DATACENTER (MDC), BACKA, GÖTEBORG

Göteborg Energi har byggt en modulär datacenter anläggning i Göteborg Backa. Datacentret utgör en strategisk knutpunkt i stadsfibernätet för att kunna erbjuda kunder utrymme för kommunikations och IT-utrustning. Första modulerna färdigställdes sommaren 2018 och datacentret togs i drift för de första kunderna. Leverantör för anläggningen är Coromatic med Swedish Modules som underleverantör för modulerna. Genom att bygga modulärt byggs datacentret enkelt ut vartefter effektbehoven och efterfrågan från kunderna ökar. Datacentrets infrastruktur med konnektivitet, kraft och kylförsörjning är flexibel för att docka på ytterligare serverhallsmoduler.

<https://www.goteborgenergi.se/Files/Webb20/Kategoriserad%20information/Informationsmaterial/Broschyrer/Stadsfiber/Informationsblad%20Stadsfiber%20-%20Datacenter.pdf?TS=6368823839771007>



foto Göteborg Energi



foto Göteborg Energi



# 1. BAKGRUND / MÅLBESKRIVNING

## MÅL MED FÖRSTUDIEN

Vår grundläggande övertygelse är att det viktigaste steget vi kan ta emot en ökad urban matproduktion i Göteborg är att i full skala testa tekniker, affärsmodeller och utformning i en första anläggning.

Förstudien skall utreda förutsättningar för genomförbarhet med avseende på hållbarhet, ekonomi, drift, teknik och implementation.

Målet med förstudien är att den ska fungera som ett beslutsunderlag för investering i detaljprojektering av en första anläggning och därefter implementation på en plats i Göteborg.

Vi siktar på att "Digitala tomater nr1" skall stå färdig under 2022, till firandet av Göteborgs 400-årsjubileum.

## FÖRSTUDIEN SKALL:

- Nå fram till ett konkret byggnadsförslag för den första anläggningen. Innehållande arkitektförslag med exteriör gestaltning samt en påbörjad urban strategi för implementation på en konkret plats i Göteborg.
- Ta fram konkreta och kostnadsbedömda förslag på innovativa, hållbara lösningar för värmeåtervinning, odlingsteknik, DC-teknik, näringsåtervinning, vattenhushållning och energiproduktion.
- Ta fram ett övergripande affärskoncept som inkluderar kostnader för byggnation och drift, samt inkomster från grönsaksproduktion, serverplatsuthyrning samt besöks-/utbildningsverksamhet.
- Inkludera en påbörjad process för att knyta till oss fler partners och finansierare till anläggning nr1. Den färdiga förstudien är i sig också ett nyckeldokument för att nå fram till avtal med dessa framtida partners.

## LÅNGSIKTIGT MÅL

"Digitala Tomater" skall, genom hållbar matproduktion, smart energiåtervinning och ett kretsloppstänk vara ett värdefullt bidrag till framtidens hållbara städer, nationellt och globalt.

## MER KONKRET SIKTAR VI PÅ FÖLJANDE PROCESS:

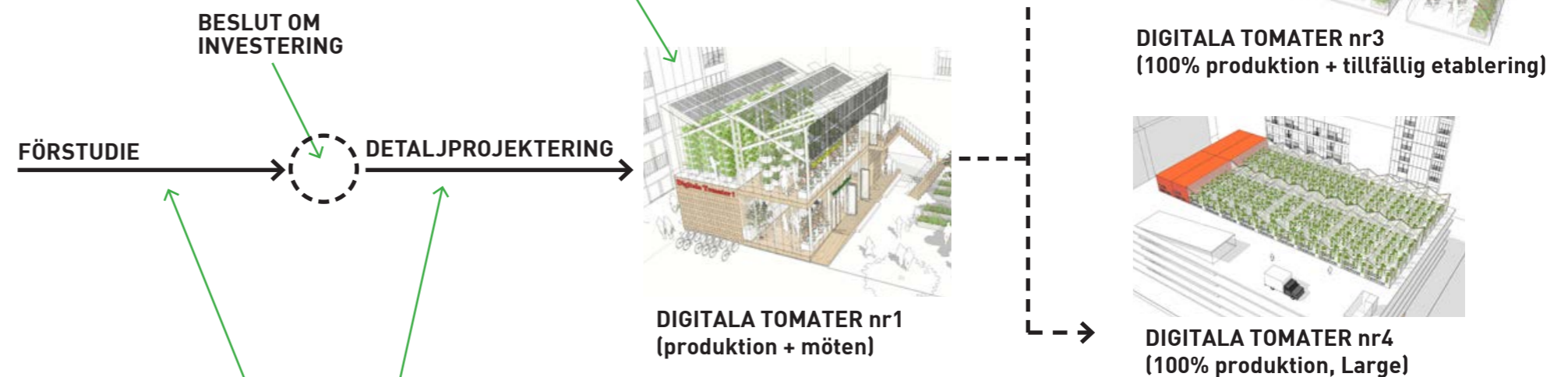
1. Byggnation av Digitala Tomater nr1.
2. Utvärdering och utveckling av konceptet mot mer specialiserade odlingsanläggningar. Digitala Tomater nr2-5.
3. Byggnation av fler anläggningar.
4. "Produktifiering" av konceptet med sikte på massproduktion.
5. Export av konceptet.

## DIGITALA TOMATER nr1:

Den första anläggningen har flera uppgifter:

- Vara en "Mötesplats för Urban odling i Göteborg".
- Anläggning för innovativ energiåtervinning och energiförsörjning i datacentermodulen och i växthuset.
- Anläggning för innovativ, högeffektiv och hållbar grönsaksproduktion.
- Test av byggtekniska lösningar för växthuset inklusive, solceller och återvinning av dagvatten.
- Är en första anläggning som skall marknadsföra konceptet

Innehållet är en kombination av Datacenter, högeffektiv grönsaksproduktion och besöks-/utbildningsverksamhet.



## FÖRSTUDIE (vår 2020)

Utredning genomförbarhet och utmynnar i ett beslutsunderlag för ett investeringsbeslut för byggnation av den första anläggningen.

## PARTNERING (2021)

Partners för drift och finansiering knyts upp. Avtal skrivs.

## TOMTUTREDNING & BYGGLOV (2021)

Utredning av plats i Göteborg för byggnation. Ansökan om bygglov.

## PROJEKTERING & BYGGNATION (2021-2022)

Detaljprojektering. Byggnation.

## ANDRA EXEMPEL:

Konceptet utvecklas mot mer specialiserade anläggningar med sikte på kommersiell grönsaksproduktion. Vi ser även potential till anläggningar med delvis publikt innehåll. Se utvecklad beskrivning på **sid 31**.

**Nr 2 (produktion + möten):** Utökad till 4 moduler produktionsväxthus, kombinerad med ett större, publikt rum för möten i markplan.

**Nr 3 (100% produktion + tillfällig etablering):** En kompakt anläggning. 1 Datamodul med produktionsväxthus på taket för vertikalodling. Kompletteras med enkla, uppvärmda odlingsstunnlar. Låg investeringsnivå och enkla markväxthus passande för platser med tidbegränsad etablering.

**Nr 4 (100% produktion, Large):** En storskalig anläggning med 100% fokus på produktion och helt utan publika verksamheter. Detta alternativ skulle passa bra på ett befintligt eller nybyggt parkeringshus, som ofta har centrala lägen i staden. Översta planet har fina solförhållanden och är samtidigt ofta minst attraktivt för parkering.

# 1. BAKGRUND / GRUNDIDÉER

## FÖRSLAGET BYGGER PÅ 2 GRUNDIDÉER:

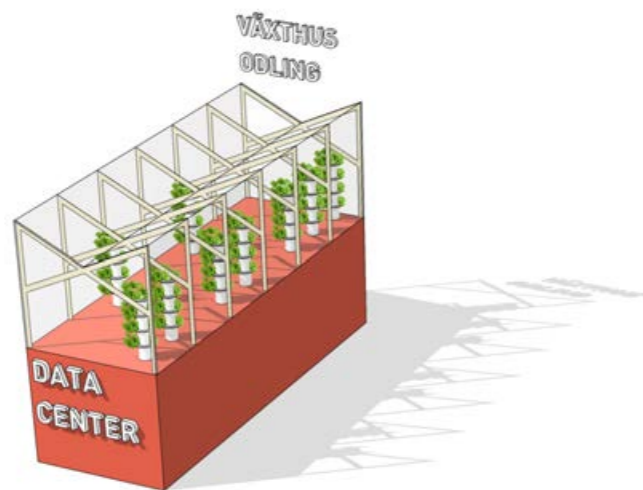
### 1. Kombination av datacenter + odling i växthus

### 2. Modulbyggnation av anläggningens delar

## STÄLLNINGSTAGANDEN

Förslaget bygger även på ett antal ställningstaganden. Den första uppförda anläggningen "Digitala Tomater nr1" skall:

- Vara baserad på ett modulkoncept
- Vara centralt placerad, i ett tätt, urbant läge
- Vara av en maximalt hållbar helhetslösning när det gäller energiförbrukning, odlingsteknik, materialval och kretslopp.
- Tillhandahålla hållbar mat med avseende på energi, näring och närhet till kund.
- Innehålla högeffektiv grönsaksproduktion
- Hög tillgänglighet för besökare. Den skall marknadsföra konceptet.
- Bidra till en attraktiv stadsmiljö i folks vardag.



## GRUNDIDÉ 1: DATACENTER + ODLINGSVÄXTHUS

Världens datacenters står i dag för en allt större del av de globala växthusutsläppen. Datacenters avger stora mängder spillvärme som normalt ventileras ut utan återvinning i särskilt stor omfattning. Det finns idag lösningar för återvinning till fjärrvärmenätet vid större anläggningar men det är svårt att kostnadseffektivt göra det för mindre datacenter. Just i Göteborg finns dessutom stor mängd industriell spillvärme att tillgå.

Vi tar tillvara spillvärmerna direkt in i ett odlingsväxthus tätt integrerat med datacentret, vilket medger en åretruntproduktion av grönsaker. Förstudien beskriver en byggnad som kombinerar ett modulbaserat sk "edge-datacenter" med yteffektiv åretruntodling av grönsaker. Allt paketerat i ett kompakt, attraktivt format som fungerar att placeras i täta stadsmiljöer.

## GRUNDIDÉ 2: MODULSYSTEM

Vi utgår från en idé om ett modulsystem för småskalig och hållbar, urban matproduktion. Konceptet bygger på Göteborgs Energis byggda modulkoncept för datacenters "Edgmodul" (se Bilaga 2) samt Greenhouse Livings modulkoncept för urban odling; "Season5", (se Bilaga 4).

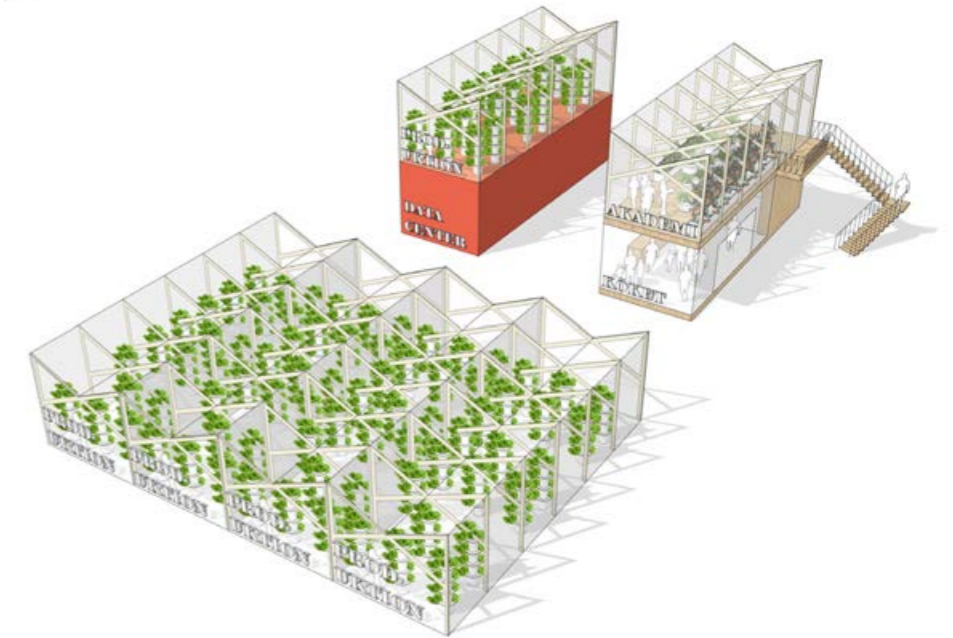
## FÖRDELAR MED MODULSYSTEM:

- Skalbarhet/Flexibilitet. Modulkonceptet gör att anläggningen kan anpassas i storlek efter olika stora tomter med olika förutsättningar.
- Kostnadseffektivt. Enkla komponenter, små spännvidder, enkel grundläggning. Lämpar sig för massproduktion av de enskilda komponenterna/modulerna, vilket, i det långa loppet verkligen kan pressa kostnader.
- Kort byggtid på plats. Modulerna prefabriceras och lyfts på plats. Stor fördel på svåra tomter, där platsbyggnation är besvärlig. tex. på hustak.
- En icke permanent byggmetod. Modulbyggnadstekniken möjliggör även en enkel av-etablering vilket öppnar upp för tillfälliga etableringar med tillfälliga bygglov på platser som ligger i träda i väntan på framtida planerad byggnation.
- Passande för produktutveckling. Konceptet med kompletta volymmoduler som innehåller allt passar för "produktifiering". Vilket på längre sikt ger möjlighet till masstillverkning och export till andra städer och länder.

## MODULKOMPONENTER MED OLIKA INNEHÅLL:

Modulsystemet kan utvecklas och byggas ut till att innehålla många olika pusselbitar i ett komplett system för urban matproduktion.

- Datacenter: Ger billig, lokal spillvärme till övriga funktioner.
- Produktionsväxthus: Grönsaksodling. Kommersiellt eller som testbed för olika odlingstekniker.
- Akademiväxthus: Utbildning, möten,
- Växthusköket: Besöksverksamhet, utbildningar, social mötesplats kring odlande
- Odlingsväxthus på mark eller annan byggnad: Kompletterar takväxthusen med mer odlingsyta där det passar. Ett datacenter ger spillvärme till större växthusyta än produktionsväxthuset i detta exempel.



Ett helt system av olika modulkomponenter för urban matproduktion.



Modulkonceptet ger möjlighet till flexibel anpassning till många olika tomter i tät stadsmiljö.



# 2. SAMMANFATTNING / SUMMARY





## 2. SAMMANFATTNING / FÖRSTUDIE DIGITALA TOMATER

### INLEDNING

Digitala Tomater handlar om att undersöka kombinationen av spillvärme från urbant placerade datacenters med urban framställning av grönsaker. Hur dessa båda kan dra nytta av varandra rent tekniskt samt tillföra städer mervärde socialt.

### UTGÅNGSPUNKTER

#### 1. Kombination av datacenter + odling i växthus

#### 2. Modulbyggnation av anläggningens delar

Den första anläggningen; Digitala tomater nr1 skall vara placerad i ett centralt läge i staden. Vara en maximalt hållbar helhetslösning när det gäller energiförbrukning, odlingsteknik, materialval och kretslopp. Ha hög tillgänglighet för besökare. Den skall marknadsföra konceptet. Bidra till en attraktiv stadsmiljö i folks vardag.

### MÅL FÖR FÖRSTUDIEN

Målet med förstudien är att den ska fungera som ett beslutsunderlag för byggnation av en första anläggning på en plats i Göteborg. Förstudien skall utreda förutsättningar för genomförbarhet med avseende på hållbarhet, ekonomi, drift, teknik och implementation.

### LÅNGSIKTIGT MÅL

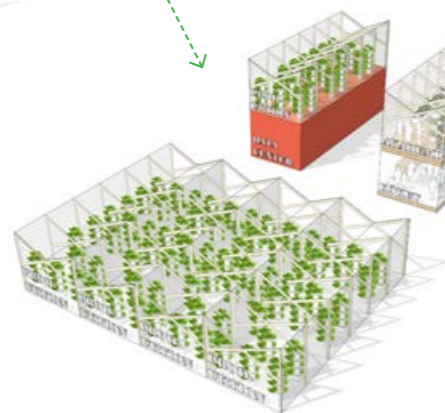
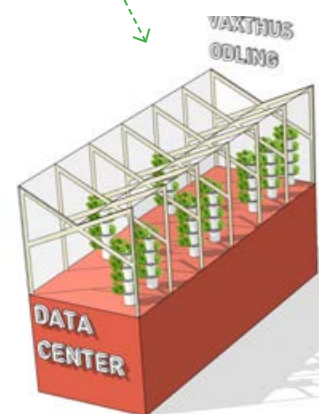
"Digitala Tomater" skall, genom hållbar matproduktion, smart energiåtervinning och ett kretsloppstänk vara ett värdefullt bidrag till framtidens hållbara städer, nationellt och globalt i en större skala.

Vi siktar på följande process:

1. Byggnation av Digitala Tomater nr1.
2. Test/utveckling/utvärdering av konceptet.
3. Byggnation av fler specialiserade anläggningar.
4. Produktifiering av konceptet med sikte på massproduktion.
5. Export och massproduktion av konceptet

Grundidé 1: Spillvärme från kylningen av datacenters servrar återvinns direkt in i ett direktanslutet odlingsväxthus.

Grundidé 2: Vi utvecklar ett modulsystem för urban matproduktion. Kan anpassas efter olika platser och med komponenter med olika innehåll:



### DIGITALA TOMATER NR1 -

#### "EN MÖTESPLATS FÖR URBAN ODLING I GÖTEBORG"

Vi vill skapa en naturlig och attraktiv mötesplats för urban odling i centrala Göteborg. En plats för möten, urban odling, utbildning och kunskapspridning om urban matproduktion. Ett samarbetsprojekt mellan Göteborg Energi och Fastighetskontoret Göteborgs stad.

### ETT URBANT VÄXTHUS I FLERA DELAR:

1. DATACENTERMODULEN: Modul med serverplatser till uthyrning.
2. PRODUKTIONSVÄXTHUSET: Växthus för kommersiell produktion grönsaker.
3. AKADEMIVÄXTHUSET: Växthus med odling för utbildning och kunskapspridning
4. VÄXTHUSKÖKET: Flexibelt, tillgängligt, rum i markplan för möten och sammankomster kring urban odling och mat.
5. STADSTRÄDGÅRDEN: I tät koppling till byggnaden anläggs en plats för frilandsodling och utomhusaktiviteter.

### TEKNIK

Servernarna i datacentermodulen genererar överskottsvärme som värmer produktionsväxthus, akademiväxthus och möteslokalerna på ett hållbart sätt. Med stöd av LED odlingsbelysning kan grönsaksproduktionen pågå året runt. Datacentret förses med senaste, miljösmartaste tekniken för sin reservkraft. Solceller på taket samverkar med bränslecellsteknik och lagrar sin energi i vätgaslager.

### BUSINESS CASE

Anläggningen har inkomster från:

1. Uthyrning av miljösmart serverplats i datacentermodulen
2. Försäljning av grönsaker från produktionsväxthuset.
3. Besök/möten/events/utbildning i akademiväxthus, växthuskök och stadsträdgården.

Beräknad investeringskostnad: **18,5 milj. kr + moms** (exkl. tomt)

### SLUTSATS

Specifik lösning för Digitala Tomater nr1: "EN MÖTESPLATS FÖR URBAN ODLING I GÖTEBORG"



DIGITALA TOMATER  
FÖRSTUDIE - 2020.11.04

s.10

Förstudien har resulterat i ett konkret förslag på en första anläggning. Med det här materialet som underlag kan vi gå vidare, detaljprojektera och beräkna noggrannare kostnader på ett genomförande. Det görs samtidigt en platsanalys för att hitta den rätta fysiska platsen i staden för anläggningen och de hyresgäster som ska driva verksamheterna. Målet är att kunna realisera en första anläggning av den här typen under 2021/2022.

**Beräknad investeringsutgift för projektet uppgår till 18,5 Mkr. Projektet har relativt höga kostnader initialt men under en 10-års period visar kalkylerna positiv lönsamhet för projektet.**

### FRAMTIDEN

Digitala Tomater handlar om hur vi vill forma framtidens städer. Städer där kretsloppen av energi, vatten och näring sluts mycket mer lokalt. Städer som är resilianta mot kriser och klimatförändringar genom att vi själva producerar mer av vår mat på ett hållbart sätt. En mer jordnära och attraktiv stad där matproduktion och odling blir en naturlig del av människors vardagsmiljö.

Framtidens stad är BÅDE mer JORDNÄRA och mer VIRTUELL.

// Team Digitala Tomater. Oktober 2020

Alternativa, framtida, kombinationer av Digitala Tomater i olika skala och med varierande grad av publikt innehåll.



DIGITALA TOMATER nr2



DIGITALA TOMATER nr3



DIGITALA TOMATER nr4



## 2. SUMMARY / PRE-STUDY DIGITAL TOMATOES

### INTRODUCTION

Digital Tomatoes is about investigating the combination of waste heat from urban located data centers with urban production of vegetables. How these two can benefit from each other technically and add social values to cities.

### STARTING POINTS

1. Combination of data center + greenhouse cultivation
2. Modular construction of the parts of the plant

The first plant; Digital tomatoes # 1 should be located in a central location in the city. Be a maximum sustainable solution when it comes to energy consumption, cultivation technology, material selection and circulation. Have high availability for visitors. It will promote the concept. Contribute to an attractive urban environment in people's everyday lives.

### OBJECTIVE OBJECTIVES

The aim of the feasibility study is to serve as a decision basis for the construction of a first facility at a site in Gothenburg. The preliminary study will investigate the conditions for feasibility regarding sustainability, economy, operation, technology and implementation.

### LONG TERM GOAL

"Digital Tomatoes" will, through sustainable food production, smart energy recovery and ideas of circulation, make a valuable contribution to the sustainable cities of the future, nationally and globally.

We aim at the following process:

1. Construction of Digital Tomatoes no.
2. Test / development / evaluation of the concept.
3. Construction of more specialized facilities.
4. Productification "of the concept with a view to mass production.
5. Export and mass production of the concept

Basic idea 1: Waste heat from the cooling of the data center's servers is recycled directly into a directly connected greenhouse

Basic idea 2: We develop a modular system for urban food production. Can be adapted to different locations and with components with different content:

### DIGITAL TOMATOES NR1 -

#### "A MEETING PLACE FOR URBAN CULTURE IN GOTHENBURG"

We want to create a natural and attractive meeting place for urban cultivation in central Gothenburg. A place for meetings, urban cultivation, education and dissemination of knowledge about urban food production. A collaborative project between Gothenburg Energy and the City of Gothenburg.

#### A URBAN GREENHOUSE IN MULTIPLE PARTS:

1. DATA CENTER MODULE: Offers colocation services.
2. PRODUCTION GREENHOUSE: Greenhouse for commercial production vegetables.
3. ACADEMY GREENHOUSE: Greenhouse with cultivation for education and dissemination of knowledge
4. THE GREENHOUSE KITCHEN: Flexible, accessible, room in ground floor for meetings and gatherings around urban cultivation and food.
5. CITY GARDEN: In close connection to the building, a place for outdoor cultivation and outdoor activities is constructed.

### TECHNIQUE

The servers in the data center module generate surplus heat that heats production greenhouses, academy greenhouses and meeting rooms in a sustainable way. With the support of LED culture lighting, vegetable production can be carried out all year round. The data center is equipped with the latest, most environmentally smart technology for its backup power. Roof solar cells interact with fuel cell technology and store their energy in hydrogen storage.

### BUSINESS CASE

The plant has income from:

1. Rental of environmentally smart server space in the data center module
2. Sale of vegetables from the production greenhouse.
3. Visits / meetings / events / education in academy greenhouses, greenhouse kitchens and the city garden.

Calculated investment cost: **18,5 million skr + VAT** (not incl. the site)

### CONCLUSION

The preliminary study has resulted in a relatively concrete proposal for a first plant. With this material as a basis, we can move on, detail the project and calculate more accurate costs on an implementation. At the same time, a site analysis is made to find the right physical location in the city for the facility and the tenants who will run the businesses. The goal is to be able to realize a first facility of this type during 2021/2022.

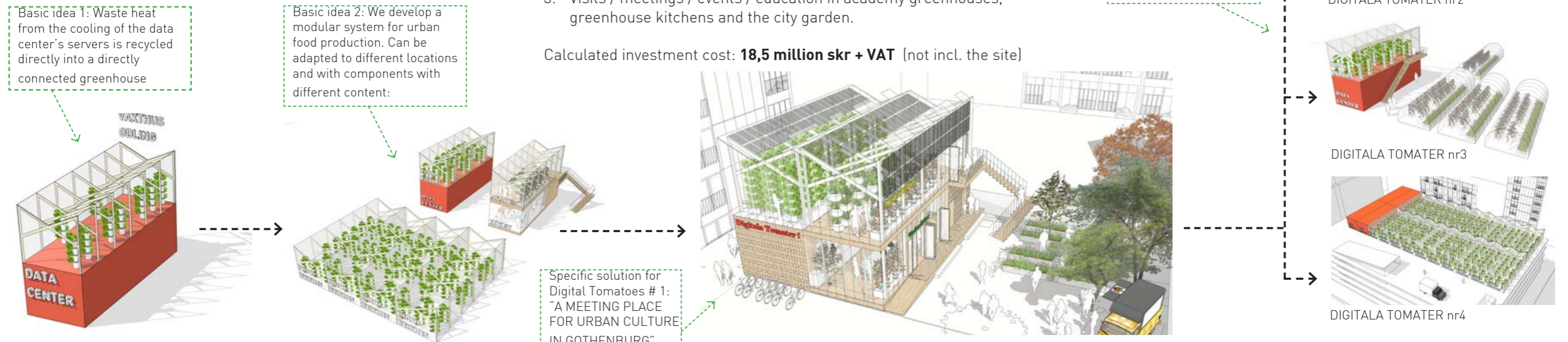
**Estimated investment expenditure for the project amounts to SEK 18.5 million swedish kronor. The project has relatively high costs initially, but over a 10-year period, the calculations show positive profitability for the project.**

### FUTURE

Digital Tomatoes is about how we want to shape the cities of the future. Cities where the cycles of energy, water and nutrition close much more locally. Cities that are resilient to crises and climate change in that we ourselves produce more of our food in a sustainable way. A more down to earth and attractive city where food production and cultivation become a natural part of people's everyday environment.

The city of the future is BOTH more EARTHY and more VIRTUAL.

// Team Digital Tomatoes. October 2020.





# 3. DIGITALA TOMATER NR1





### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / EN MÖTESPLATS FÖR URBAN ODLING I GÖTEBORG

#### VISION: "EN MÖTESPLATS FÖR URBAN ODLING I GÖTEBORG"

Vi vill skapa en naturlig och attraktiv mötesplats för urban odling i centrala Göteborg. En plats för möten, urban odling, utbildning och kunskapsspridning om urban matproduktion. Mötesplatsen består av ett urbant växthus + en plats för utomhusaktiviteter. En samlingspunkt för Göteborgarna och för delegationer från andra städer/länder.

Digitala Tomater nr1 marknadsför också Göteborg - En stad med sikte på att bli klimatneutrala redan 2030. En stad som i framtiden BÅDE är mer JORDNÄRA och mer VIRTUELL.

#### ETT URBANT VÄXTHUS I FLERA DELAR:

1. DATACENTERMODULEN: Modul med serverplatser till uthyrning.
2. PRODUKTIONSVÄXTHUSET: Växthus för kommersiell produktion grönsaker.
3. AKADEMIVÄXTHUSET: Växthus med odling för utbildning och kunskapsspridning
4. VÄXTHUSKÖKET: Flexibelt, tillgängligt, växthusliknande rum i markplan för möten och sammankomster kring urban odling och mat.
5. STADSTRÄDGÅRDEN: I tät koppling till byggnaden anläggs en plats för frilandsodling och utomhusaktiviteter. Här expanderar verksamheten under sommarhalvåret.

#### MÅLGRUPPER:

- Kommuninvånare i Göteborg.
- Företag i behov av serverlösning. (med hållbar profil)
- Kommersiella stadsbönder.
- Framtida stadsbönder (som behöver utbildning)
- Utbildningsanordnare av utbildningar i Urbana Odlingstekniker.
- Delegationer från andra svenska och utländska städer.
- Företag, organisationer som vill hyra Växthusköket eller Stadsträdgården för möten och olika event.
- Föreningslivet i Göteborg.

#### PRODUKTIONSVÄXTHUSET:

Här bedrivs intensiv grönsaksproduktion med den senaste tekniken med hydroponiska odlingstorn. Spillvärmens + odlingsbelysning som stöd under den mörka årstiden och timmarna på dygnet möjliggör åretrunt produktion.

#### AKADEMIVÄXTHUSET:

Ett publikt och tillgängligt odlingsväxthus som innehåller odlingar för utbildning i urbana odlingstekniker. Här bedriver "Stadsbondeakademien" en utbildning för framtida Stadsbönder. Fungerar även som ett växthusklassrum för stadens skolelever samt för kortare odlingskurser för intresserad allmänhet och odlarföreningar.



#### DATACENTERMODULEN:

Rymmer en yteffektiv serverhall för lokal datakraft sk "edge-computing". Spillvärme från kylningen av serverarna återvinns direkt in i odlingsväxthusen och värmer dem året runt med värme som annars hade ventilerats ut. Företag kan här hyra serverplats med en uttalad hållbar profil.

#### VÄXTHUSKÖKET:

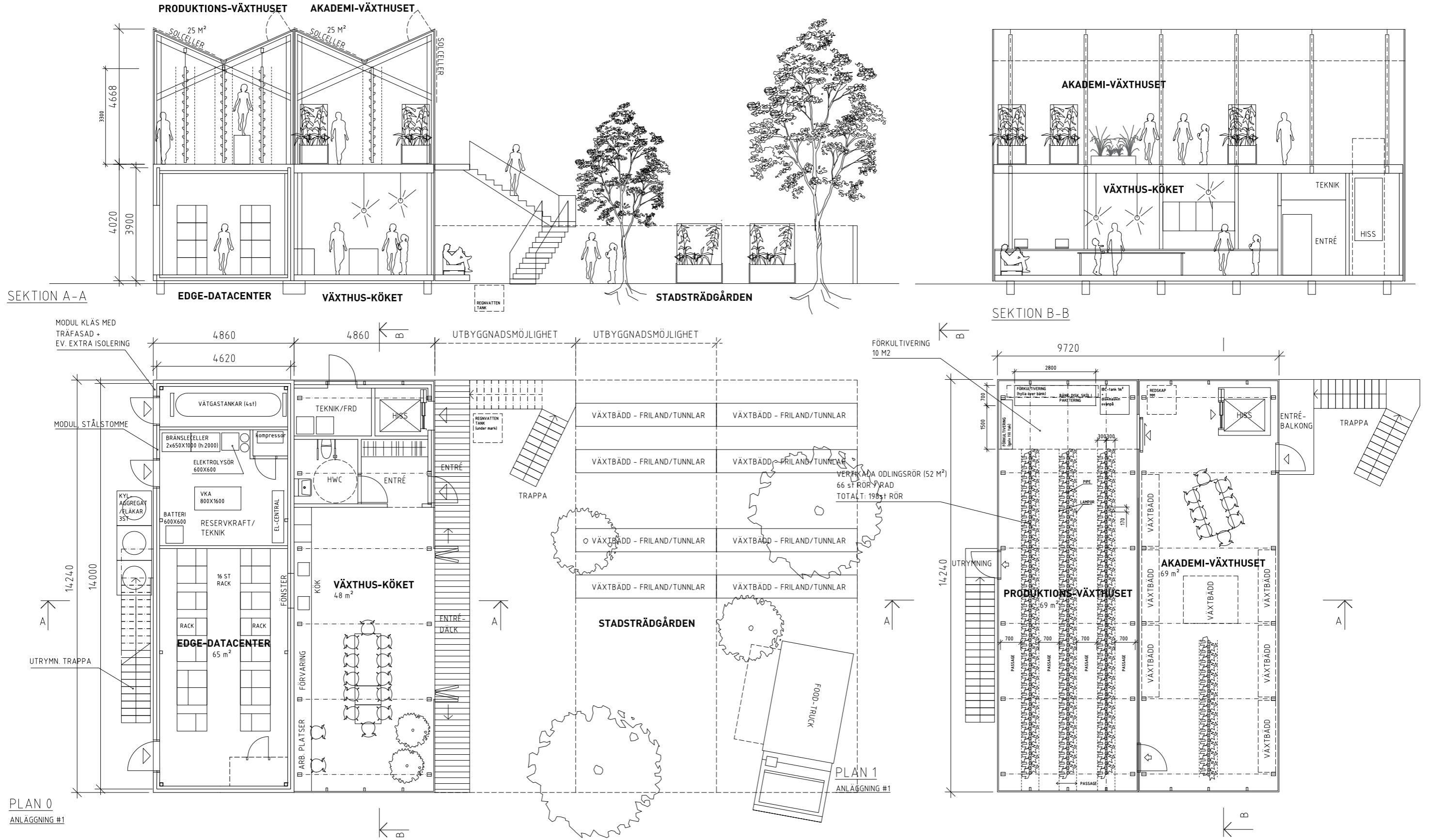
Växthusköket är ett flexibelt rum med växthuskvaliteter för möten, utbildning och olika evenemang. Publikt och tillgängligt för allmänhet, näringslivet och föreningar att boka. I rummet finns köksutrustning som ger möjlighet till att samlas kring den lokalt odlade maten och förädlingen av den. Man träffas ju gärna i köket!

#### STADSTRÄDGÅRDEN:

Växthusköket står i tät symbios med Stadsträdgården utanför. Under den varma årstiden expanderar den publika verksamheten ut i trädgården och kapaciteten för antalet personer som kan tas emot ökar rejält. Här finns plats för frilandsodlingar och uppställningsplatser för foodtrucks.



# 3. DIGITALA TOMATER NR1 / EN MÖTESPLATS FÖR URBAN ODLING I GÖTEBORG



Digitala Tomater ritningar  
Ingen skala





### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / DATACENTERMODULEN

#### INTRODUKTION

”Datacentermodulen” är ett lokalt edge datacenter. Här kan kunderna placera lokal datorkraft för applikationer med behov av snabba svarstider, höga datahastigheter och hög tillgänglighet. Hållbart också, eftersom Ettor och Nollor blir värme till odling.

#### AFFÄRSMODELL

Edge Datacenter (EDC) kommer tillhanda co-location tjänster för kunder. Co-location är uthyrning av utrymme/plats för inplacering av telekommunikationsutrustning eller servrar. Datacentret kommer vara anpassad för att kunna tillhandahålla rack/lösningar för serverdrift med hög effekt och kunna tillhandahålla robusta kommunikationslösningar för edge computing dvs snabba svarstider, höga datahastigheter och hög tillgänglighet. Potentiella kunder är; operatörer, kommun och företag. Intäkterna består av hyresintäkter för rack och kommunikationslösningar. Kostnaderna består av energikostnader, övervakning, drift och underhåll samt personal.

#### UTFORMNING OCH TEKNISKA LÖSNINGAR

Datacentret kommer att bestå av en prefabricerad modul i storleken 3.9x14x4.62m (höjd,längd,bredd) och vara dimensionerad för 120 kW effekt.

Datacenterdelen planeras ha plats för 16 stycken rack. Tolv rack planeras bestå av OCP rack anpassade för energieffektiv serverdrift. De övriga 4 racken är standardrack och kommer tillhandahållas för kommunikationsutrustning till telekomoperatörer. De kommer bestå av standard 19” rack (600x1000mm) med en effekt upp till ett par kW.

Finns det kundönskemål kan även andra racklösningar som exempelvis immersionkylning användas. Dessa lösningar är lämpliga vid HPC – High Performance Computing, där mycket höga effekter krävs.

Datacentermodulen kommer innehålla plats för MMR (Meet-me room) för fiber och ett teknikrum. EDC kommer anslutas med redundanta fibervägar. Teknikrummet innehåller ställverk, reservkraftssystem, kylsystem, övervakningsutrustning och tuber för släcksystem.

Reservkraftssystemet är planerat att ha 8 timmars uthållighet. Det kommer utgöras av ett bränslecellsystem med vätgas. Systemet innehåller också en elektrolysör för tillverkning av vätgas på plats.

Kyllösningen är planerad att bestå av ett luftkylt vätskeskylaggregat med inrow kylning av rack. Redundans kan hanteras med kylning med stadsvatten.

#### KONNEKTIVITET

Edge Datacenter kommer utgör en strategisk fibernod för nätägaren Göteborg Energi. Den kommer vara uppkopplad mot fiberinfrastrukturen redundant.

#### UTMANINGAR

Effekter:

Lösningen bygger på att värme återvinns från serverarna för driften av växthusen så det krävs redan från start finns en viss servereffekt installerad i racken. Idag ser vi utmaningar med att kunderna inte utnyttjar sin effekt till fullo i racken. Det leder till att kylmaskinerna inte arbetar optimalt och energieffektivt. Vi behöver arbeta mot lösningar med kunderna där all tillgänglig effekt nyttjas i racken.

HPC - High Performance Computing:

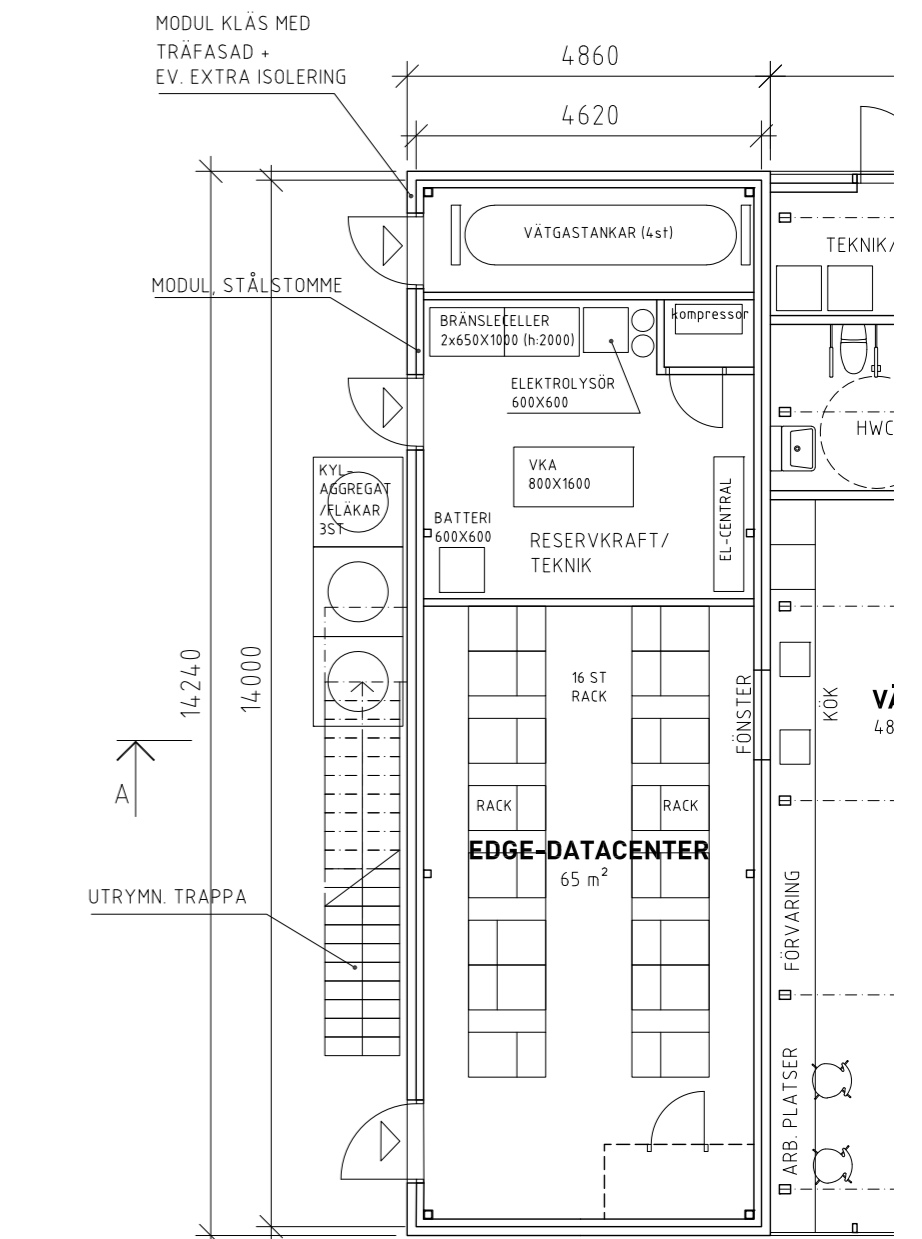
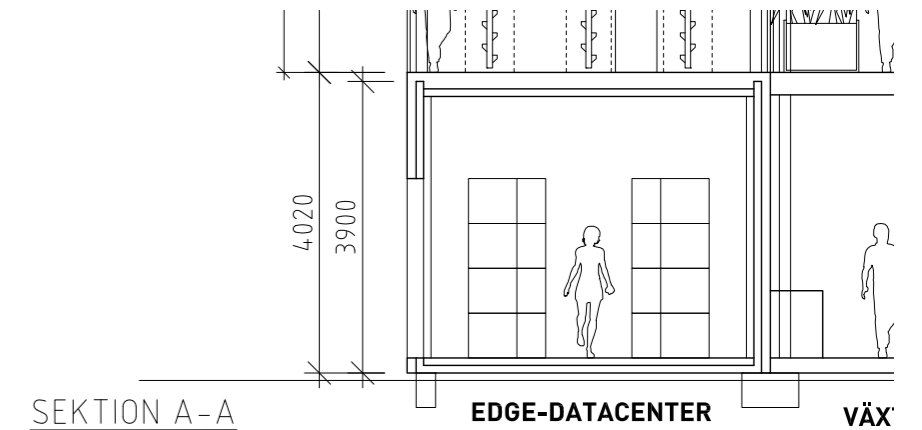
Mycket datorkraft innebär också behov av mycket effekt i racken. Vi ser att det finns lösningar på marknaden som immersionkylning och OCP som möjliggör en mer energieffektiv serverdrift. OCP nyttjas idag av större datacenter som exempelvis Facebook och Microsoft. Tekniken är dock inte så spridd på företagsmarknaden. Immersionkylning har börjat användas men tekniken är ny på marknaden.



Datacentermoduler i Backa, Göteborg.  
Foto Göteborg Energi



Datacentermodul  
Foto: Swedish Modules



PLAN 0  
ANLÄGGNING #1

Planlösning datacenter  
(ej i skala)



### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / PRODUKTIONSVÄXTHUSET

#### INTRODUKTION

Produktionsväxthuset har fokus på kommersiell grönsaksproduktion med en vertikal, yteffektiv odlingsteknik. Denna enhet får sitt önskade odlingsklimat genom solljus i kombination med växtbelysning och en önskvärd temperatur året runt tack vare spillvärme från den underliggande DC-modulen.

Växthuset innehåller en mindre avskild del för uppdrivning av plantor, tvätt och paketering i anslutning till odlingsytan av vertikala rör. Denna design är extremt yteffektiv där tvåsidiga odlingstorn står tätt placerade och bildar tre parallella väggelement som löper genom majoriteten av produktionsväxthuskroppen.

#### HYDROPONISK ODLING

Anläggningen använder sig av ett aktivt hydroponiskt system där grödor växer i ett specialdesignat rörsystem. Vatten tillsammans med en fullgod näringslösning cirkulerar i systemet. Tekniken är helt fri från jordsubstrat vilket minimerar risk för kontaminering.

Tekniken skapar en syrerik miljö för växternas rötter som i kombination med tillfredsställande belysning möjliggör för en effektiv produktion med lägre utvecklingstider från sådd till skörd än jordbaserad produktion på friland.

#### ODLINGSBELYSNING

Belysning sker med energisnåla LED-lampor, främst under vintertid samt stödbelysning under höst och vår. Under högsäsong är behovet av artificiellt ljus relativt lågt tack vare naturligt ljusinsläpp genom växthusglaset. Vid optimala förhållanden bör ljus, artificiellt eller i kombination med solljus, lysa under 16 timmar per dygn.

#### INTÄKTSKÄLLOR

Då produktionen sker på relativt liten yta bör man se endast en odlare på platsen om denne ska kunna försörja sig på produktionen, uppskattningsvis på en 80% tjänst. Baserat på produktionskalkyler bör en producent kunna producera grödor till ett värde av 827 250 kronor på årsbasis baserat på en skördevolym på **11 030 kg basilika**.

Odlaren som driver produktionen har flera möjligheter till avsättning. Den mest troliga försäljningskanalen är att en eller fler större aktörer binder sig att handla upp all produktion. Detta påverkar dock kilopriset negativt. Då anläggningen befinner sig i en urban miljö med närhet till restauranger och privatpersoner finns dock flera möjligheter till direktförsäljning utan mellanhänder, en situation där kilopriset ökar avsevärt.

#### UTGIFTER/KOSTNADER

Vi uppskattar att det krävs en 80% tjänst för att driva en vettig produktion i denna skala. Årskostnaden för personal i produktionsväxthus hamnar då på 400 000 kr / år. Utöver lönekostnaden krävs en initial investeringskostnad på 413 000 kr (inkl lampor 108 000 kr) samt en årlig driftskostnad på 185 000 kr.

För drift av växthusen och trädgård finns två möjliga scenarios: Scenario 1: Stadsbonden hyr produktionsväxthus och driver en kommersiell produktion till högstbjudande. Mötes- och utbildningsverksamheten drivs av Göteborgs Stad (exempelvis Fastighetskontoret / "Stadsnära Odling") som en publik verksamhet.

Scenario 2: Stadsbonden är anställd av Göteborgs Stad för att driva produktionsväxthus. Stadsbonden säljer sin produktion till offentliga verksamheter (skolor, äldreboenden etc) samtidigt som bonden driver den mer publika verksamheten i akademiväxthus och växthusök.

Man kan tänka sig att man startar med scenario 2 som en del av ett utvecklingsprojekt, med sikte på att gå över i scenario 1.

#### UTMANINGAR

##### OBEPRÖVAD TEKNIK

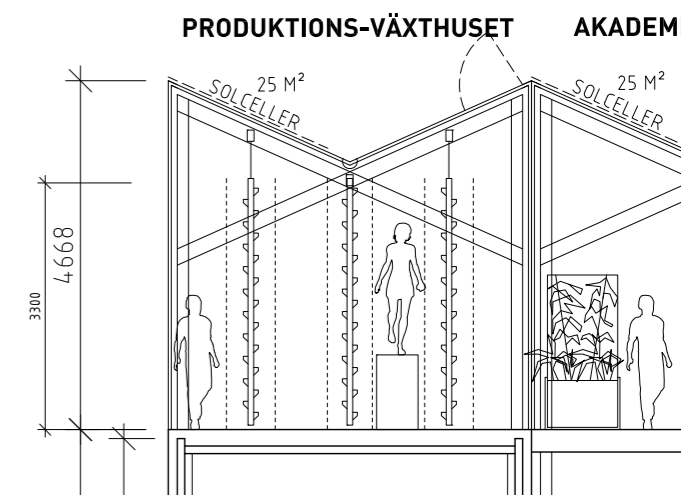
Teknikutvecklingen kring dessa odlingssystem går i rask takt framåt, men är i dagsläget omöjligt med exakta produktionskalkyler. Siffror på framförallt skördevolym från aktörer i branschen bör därför tas med en nypa salt, vilket bidrar till svårigheter att skapa ett verklighetsförankrat business case.

##### NÄRING

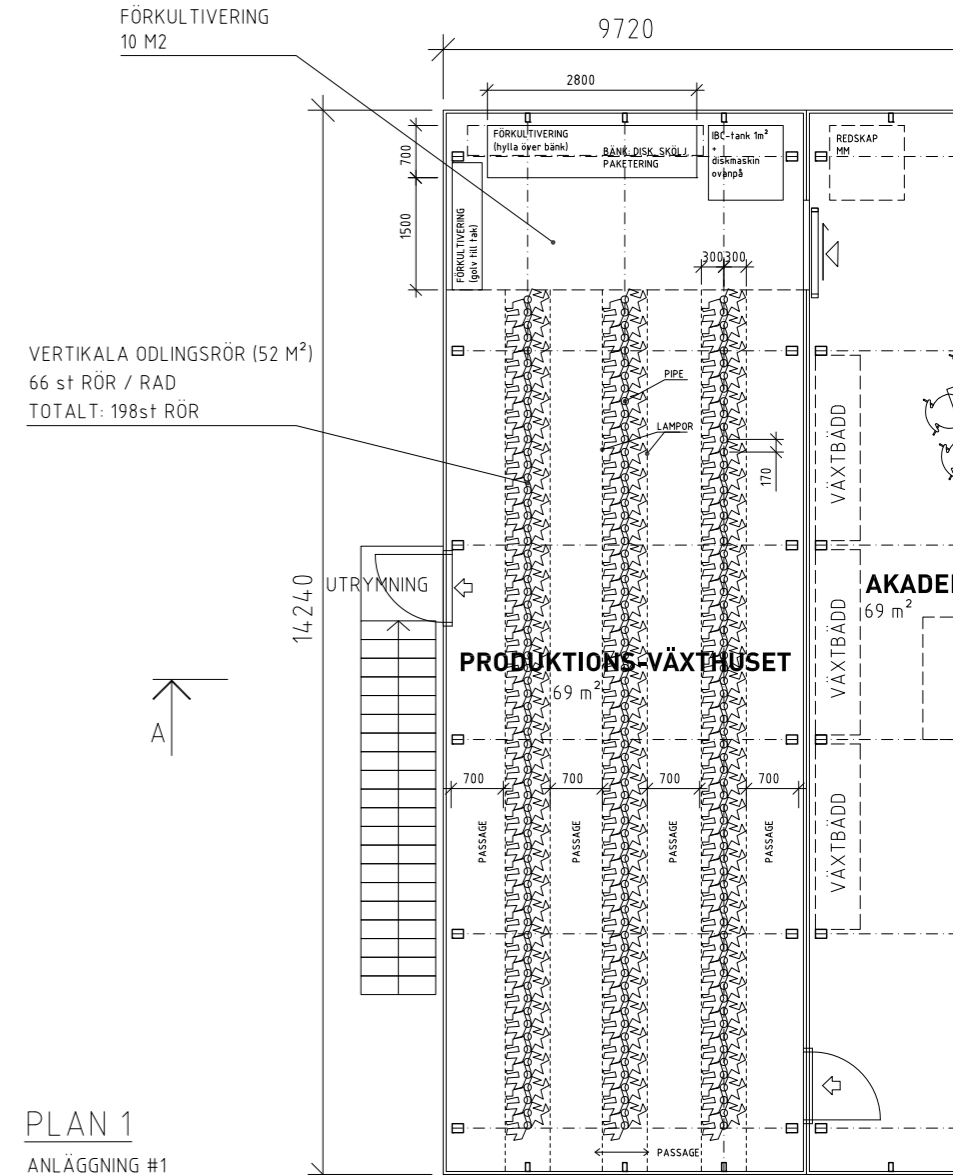
Initialt bör odlaren använda sig av de beprövade näringslösningar som finns på marknaden för att säkra god produktion. Vidare finns det dock stora möjligheter att utveckla organisk flytande näring tillverkad från organiska källor, som exempelvis rotat matavfall från biogasanläggningar. Sådant biogödsel används redan inom det konventionella jordbruket och är KRAV-godkänt.

##### NYA AFFÄRSMODELLER

De produktionskalkyler som presenteras i denna rapport är baserade på försäljning till grossistledet. Vi ser en utveckling idag, speciellt i urbana miljöer, där producenter kapar mellanhänder och i bästa fall säljer direkt till slutkund för ett högre kilopris. Här ligger en utmaning i att hitta en hållbar modell samt en stor möjlighet att säkra högre intäktsnivåer om man som producent lyckas med denna mer arbetsintensiva säljmodell.



SKÖLJ, PAKETERING  
FÖRKULTIVERING  
10 M<sup>2</sup>



PLAN 1  
ANLÄGGNING #1

Planlösning Produktionsväxthuset  
Ingen skala



### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / AKADEMIVÄXTHUSET & VÄXTHUSKÖKET

#### INTRODUKTION

##### AKADEMIVÄXTHUSET

Ett tillgängligt och publikt odlingsväxthus med fokus på praktisk utbildning i urbana odlingstekniker. Ett flexibelt, åretrunt uppvärmt växthus på 70 m<sup>2</sup> inriktat mot utbildning och kunskapsspridning. Med full tillgänglighet för funktionshindrade (hiss).

##### VÄXTHUSKÖKET & STADSTRÄDGÅRDEN

Ett öppet, tillgängligt och publikt rum med växthuskaraktär för möten, matlagning och samlingar kring temat urban odling och lokalt odlad mat. Ett konferensrum med unik karaktär omringad av grönska och med uppfriskande syrenivåer. Växthusköket står i tätt samband med utomhusytan Stadsträdgården framför byggnaden.

#### UTFORMNING OCH TEKNISKA LÖSNINGAR

##### AKADEMIVÄXTHUSET

Ett växthus på 70 m<sup>2</sup>. Det innehåller; Utbildningsodlingar med växtbäddar och hydroponik-odlingstorn samt plats för samling och seminarier i mindre grupp. Växthuset är tillgängligt för alla tack vara hissen.

Växthuset är uppvärmt likt produktionsväxthuset vilket möjliggör en åretruntverksamhet. Utformning och teknisk prestanda är identisk med produktionsväxthuset vilket möjliggör att det enkelt kan konverteras till produktion om det skulle visa sig vara mer intressant i framtiden.

##### VÄXTHUSKÖKET & STADSTRÄDGÅRDEN

Ett flexibelt rum på 50 m<sup>2</sup> med växthuskaraktär. Det innehåller; öppen, flexibel yta ca 50 m<sup>2</sup>, HWC, teknikrum, frd/städ, köksutrustning, arbetsplatser samt hiss till plan 2. I det öppna köksrummet finns plats för 25-30 personer i sittande möte eller 50-60 personer stående/minglande. Generösa glaspartier ger växthuskänsla.

Öppningsbara partier ger sommartid en tät koppling till Stadsträdgården. Här ute finns plats för frilandsodling, samlingsytor för utomhusevent samt uppställningsplats för 1-2 foodtrucks.



Sektion genom växthusköket (markplan), akademiväxthuset (plan1)



### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / AKADEMIVÄXTHUSET & VÄXTHUSKÖKET

#### AFFÄRSMODELL AKADEMIVÄXTHUSET & VÄXTHUSKÖKET

Vill man se ökad lokal matproduktion så finns det värde i att tidigt utveckla och sprida kunskap kring grönsaksproduktion i urbana miljöer, särskilt med så unika förutsättningar både vad gäller produktion och energisystem som finns i en så pass ny anläggning. I Akademiväxthuset kan producenten hålla i utbildningar och kurser kopplade till jordbruksutbildningar samt hålla publika föreläsningar och erbjuda event kring mat och matproduktion. Då man i akademiväxthuset inte är bunden till maximal produktion kan man testa andra grödor, exempelvis exotiska frukter och andra värmekrävande växter. Om stadsbonden producerar fyra dagar i veckan kan övrig tid läggas på utbildning och event.

Ett givet komplement till akademiväxthuset sker en trappa ner i växthusköket och ute i stadsträdgården sommartid. Ett kök med möjligheter till att laga mat i grupp blir en naturlig mötesplats som knyter ihop matproduktionen i växthuset med människor i staden. I stadsträdgården kan man under odlingsäsongen ha frilandsodlingar där man har möjlighet att utveckla stadsnära odlingstekniker, intressant för hobbyodlare och mer professionella småskaliga producenter. Förhoppningen här är att ytterligare fånga in intresserade och öka och sprida kunskaperna kring det stadsnära odlandet.

#### INTÄKTSKÄLLOR

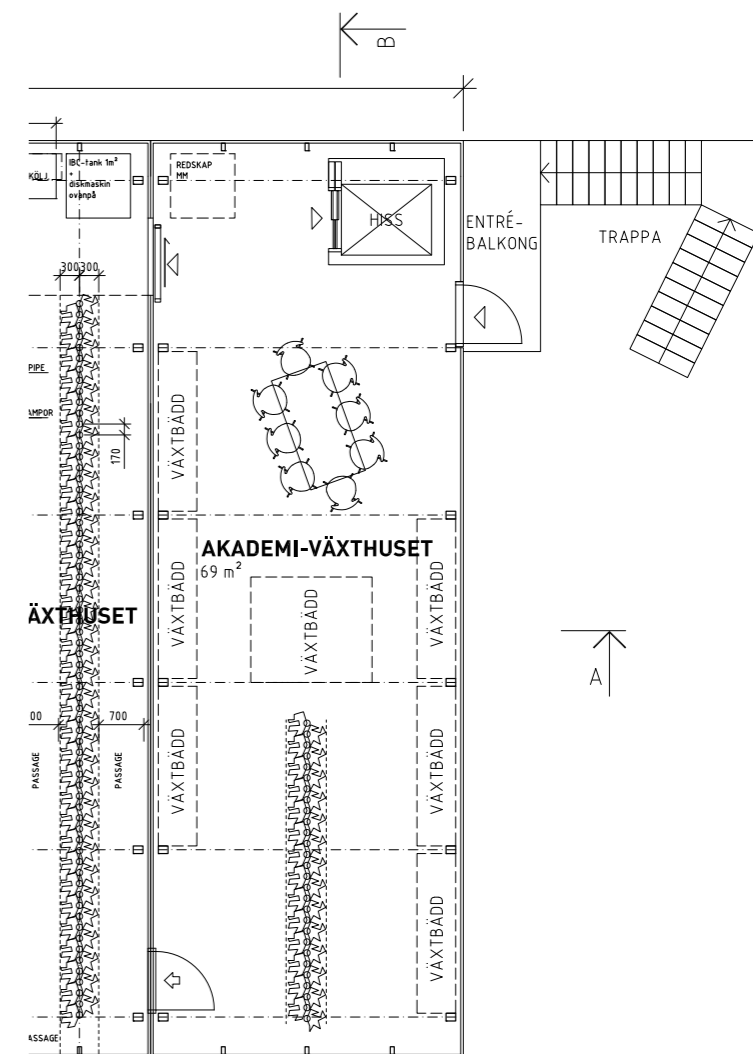
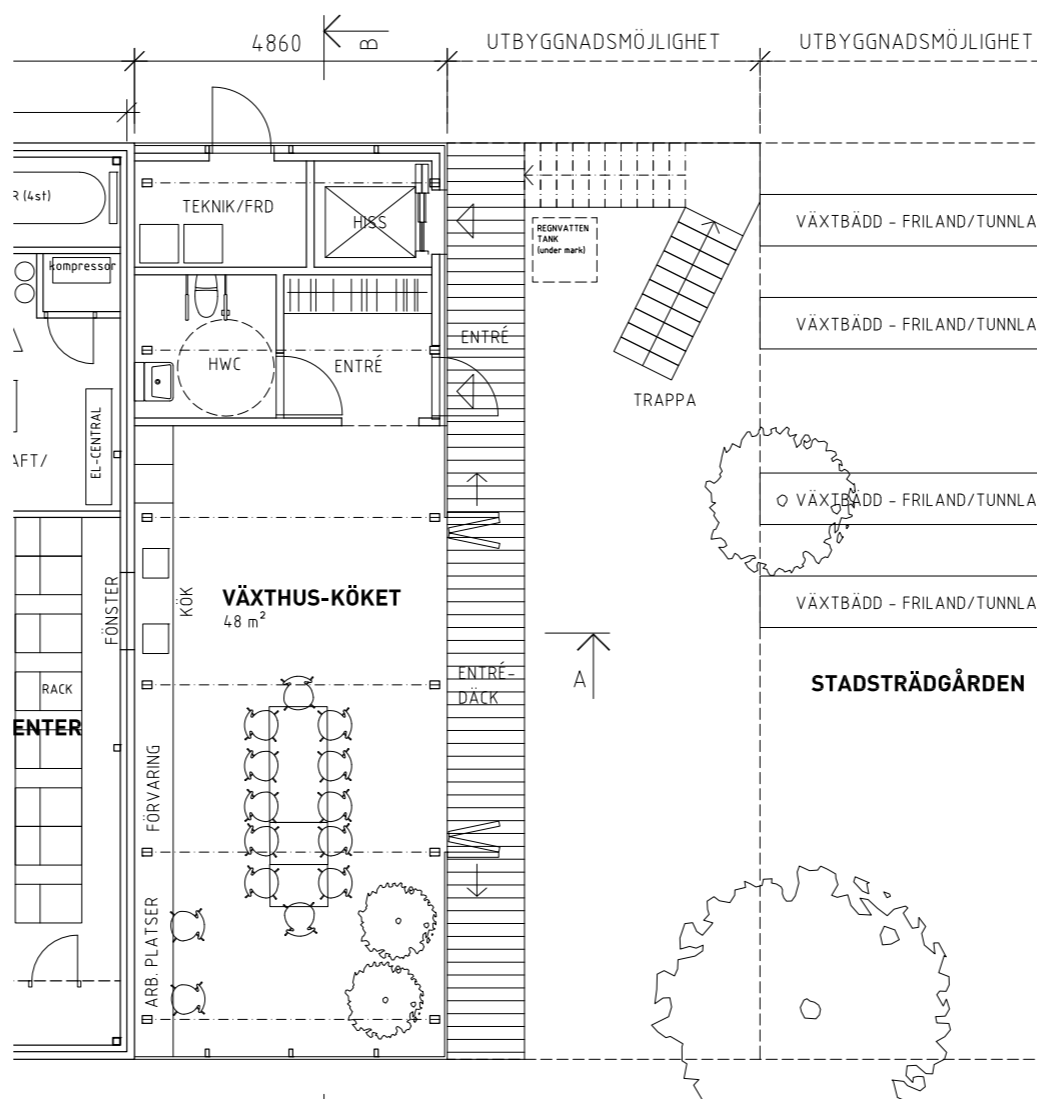
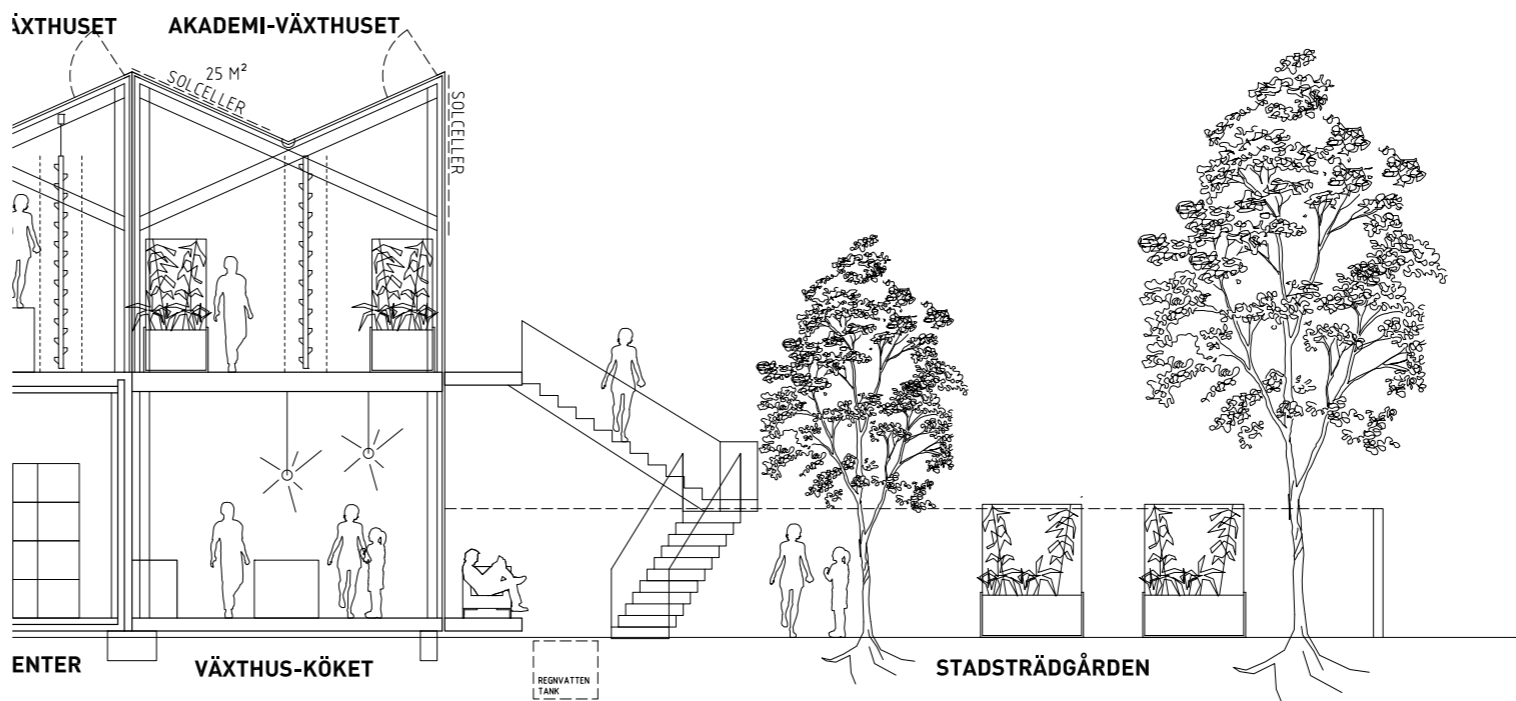
Huvudintäkterna till Akademiväxthuset kommer som vi ser det från två huvudgrenar. Här finns möjligheter att rikta sig till företag och andra verksamheter och få hyresintäkter från konferenser, kurser och event där man erbjuder en unik miljö med stort hållbarhetsfokus. En andra gren är att få intäkter från utbildningsanordnare, kurser och studiebesök, allt med ett pedagogiskt fokus på den stadsnära matproduktionen, cirkulära system och ekonomi.

#### UTGIFTER / KOSTNADER

Det utgår en lönekostnad för en deltidstjänst som täcker produktion i akademi-växthus samt övriga driftkostnader för denna del. Detta innefattar bland annat administration för löpande verksamhet i form av bokningar, event och marknadsföring samt värdskap vid evenemang inom dessa lokalers väggar. Andra potentiella kostnader är externa föreläsare vid olika evenemang. Om stadsbonden producerar fyra dagar i veckan kan samma person på ett naturligt sätt fördela övrig tid på utbildning och event.

#### UTMANINGAR

Det finns en otrolig potential i en så pass innovativ verksamhet som detta är, men detta kan även medföra vissa utmaningar. Då detta koncept aldrig tidigare har prövats i verkligheten blir det viktigt att utveckla en rak och tydlig kommunikation som belyser verksamhetens unika natur. Misslyckas detta finns en risk att ineffektiv marknadsföring kan påverka besöksantalet negativt. En annan aspekt som bör belysas är hur denna verksamhet ska ägas/finansieras.



Planlösning Akademiväxthus och kök  
Ingen skala



### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / SYSTEMLÖSNINGAR ENERGI OCH KRETSLOPP

#### BYGGNADENS ENERGISYSTEM I KORTHET

Logisk grund för växthusodling tillsammans med datacenter är till stor del återanvändning av spillvärme från serverar till uppvärmning av växthus. Värme i serverhall kyls bort med en kylmaskin. Om temperaturen utomhus är lägre än ca 8°C så behöver inte kompressorn i kylmaskinen köras för att pumpa mer värme ur köldmedium, det kallas då frikyla. Digitala tomater nr1 konstrueras så att retur av köldmedium till kylmaskin, efter kompression då temperaturen är hög, lämnar ifrån sig värmen i en värmeväxlare till vattenslingan som distribuerar värme i växthuset. Eftersom det är dålig isolering i ett enkelglasväxthus, och eftersom framledningstemperaturen är begränsad till vad som går att få ut från serverhallens kylsystem, så behöver värmedistributionssystemet ha hög kapacitet, dvs stor area radiatorer eventuellt tillsammans med golvvärme.

Det finns för växthus en avvägning mellan optimal solinstrålning för växter och risk för övervärme trots ventilation. Speciellt sommardagar när solen står högt på himlen. Därför är det gynnsamt att översta delen av glaset på tak mot söder består av semi-transparenta solcellsmoduler. Så att skuggning som förhindrar övervärme under soliga sommardagarna nyttiggörs.

Att LED-belysning har bra verkningsgrad jämfört med glödlampor är sant. Dock så är verkningsgraden för de bästa LED-chippen på marknaden endast cirka 30%. Om vi betänker att det skulle kunna vara el som genererats med solceller, även de med den bästa verkningsgraden på marknaden, så blir totalverkningsgraden bara ca 6%. Alltså jämfört med solljus som träffar växten direkt, som kan vara runt 80% om vi räknar med att en del blockeras av växthusets glas och stomme. Så att använda naturligt ljus så långt som möjligt är en bra princip för hållbar odling. Med det sagt, så är det ändå LED-belysning i växthuset, på grund av att vintermånaderna i Sverige är för mörka för att odling ska vara produktiv, trots att ett är varmt nog (tack vare spillvärmens från serverhallen). Om de produkter som odlas är av sådant slag som annars hade transporterats lång väg i kostsam transport, exempelvis bladgrönsaker som mest består av luft och vatten, så är det en miljömässig vinst att använda artificiell belysning vintertid.

Det finns även andra synergier. Om serverhall ansluter till elnät med samma elabonnemang som en intilliggande byggnad (eller kanske placeras serverhall i en annan byggnad, och växthuset på taket på den byggnaden) så kan effektuttag från elnät minimeras med hjälp av flexibiliteten i reservkraftutrustningen.

#### NÅGRA NYCKELTAL FÖR ENERGISYSTEMET

Årlig elkonsumtion datacenter för serverar (toppeffekt 120 kW), inkl kylmaskin och annan kringutrustning: ca 600 MWh elektricitet.

100% av uppvärmningsbehov i växthus täcks av spillvärme från datacenter, även med enkelglas i växthus. Ungefär 40 MWh/år för enbart produktionsväxthus och 70 MWh om även akademiväxthus ingår.

Effektbehov värme vid dimensionerande utomhustemperatur är ca 20 kW för 70 m<sup>2</sup> produktionsväxthus och ca 35 kW om även akademiväxthus ingår. Ligger inom vad serverhallen kommer kunna tillhandahålla även om serveranvändningen är råkar vara låg samtidigt som utomhustemperaturen är låg.

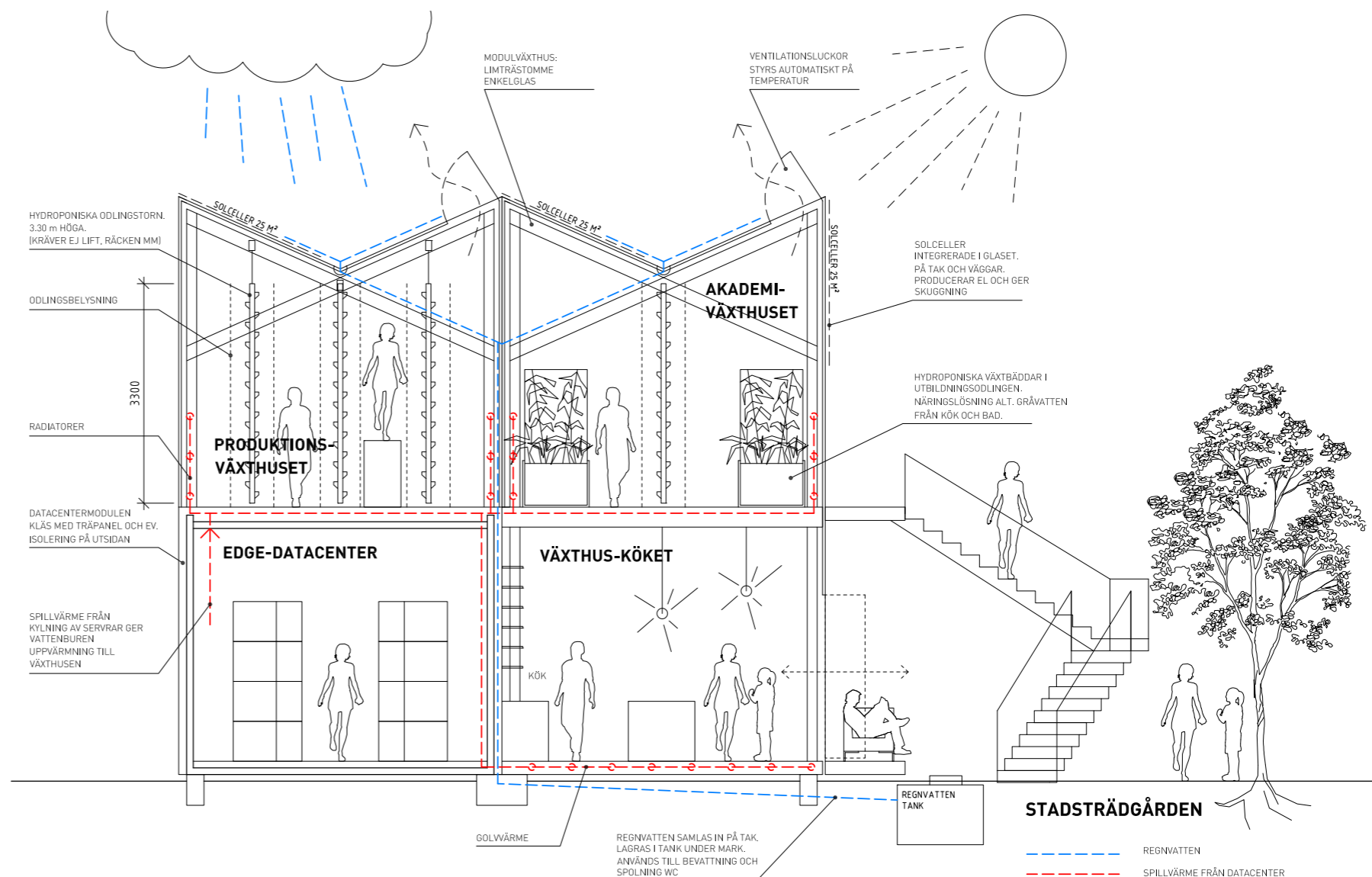
Årlig elproduktion från semitransparenta solcellsmoduler integrerade i växthus drygt 5000 kWh/år med 25 m<sup>2</sup> solceller integrerade i tak och 25 m<sup>2</sup> i vägg på enbart ett produktionsväxthus. Ca 8000 kWh/år el från

solceller om det tillkommer 25 m<sup>2</sup> i taket av ett växthus. Årlig elkonsumtion för belysning, ca 2300 timmar per år med i snitt 200 W per kvadratmeter vertikal odlingsarea, ger att ungefär 110 MWh elektricitet går åt.

Det finns möjlighet att inkludera upp till i storleksordningen 300 kWp solceller med bibehållen hög egenanvändning av sol, dvs god lönsamhet, vilket i så fall täcka en yta på 1600m<sup>2</sup>. Det skulle i så fall generera ca 300 MWh/år om lutning och riktning är nära optimal. En möjlighet om byggnaden till exempel placeras på en parkeringsplats och kringliggande parkeringar täcks med solceller som skärmtak.

#### BESKRIVNING AV KRETSLOPP DAGVATTEN

I Digitala Tomater nr1 planerar vi en återvinning av dagvatten. Regn som faller på takytorna samlas i en tank, nedgrävd i mark utanför entrén. Överskottsvatten breddas över till det kommunala VA-nätet. Vattnet används till spolning av WC samt till bevattning av frilandsodlingar i trädgården samt till utbildningsodlingen.



Principsektion systemlösningar  
Ingen skala



### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / PLATS

#### VAL AV PLATS

Målsättningen att projektet ska byggas kräver fortsatt utredande av lämplig plats i Göteborg. Vi har i vår planering av fortsatta utredandet av lämplig plats under hösten 2021. detta görs i samarbete med Göteborgs stad; stadsbyggnadskontoret och några av de kommunala fastighetsbolagen.

#### KRAVSPEC FÖR VAL AV PLATS

Kombinationen av anläggningens funktioner med olika behov ger en kravlista till valet av placering.

##### Allmänna krav på platsen:

- Centralt belägen i Göteborg och lätt tillgänglig med kollektivtrafik.
- Yta: Byggnad 140 m<sup>2</sup> fotavtryck + ytterliggare minst ca 200-300 m<sup>2</sup>.
- Behov av och möjlighet för placering av datacenter. (se nedan)
- Soligt läge för produktionsväxthuset.
- Fördel om det finns framtida expansionsmöjlighet för fler moduler.
- Angöring med biltransporter. Ej parkeringsbehov.

##### Specifika krav på fysiska plats för datacentermodulen:

Placering bör beslutas utifrån kundkrav, en platsundersökning och en riskanalys. I riskanalysen beaktas risker från natur ex. översvämningar, risker från annan verksamhet och andra risker mot verksamheten. Utifrån analys av platsen är det också viktigt att säkerställa tillgången till infrastruktur (elnät, fibernät och vatten), , närhet till räddningstjänst och anläggningens tillgänglighet.

#### OMRÅDEN UNDER UTREDNING

##### SLAKTHUSOMRÅDET

Är på väg att utvecklas till ett centrum för mat i Göteborg. Redan nu finns fiskodling, restauranger och urban odling på friland i området. Ligger nära Gamlestaden, en utvecklingspunkt i Göteborg med stark kollektivtrafikkoppling.

##### LINDHOLMEN

Göteborgs centrum för teknikutveckling. Här finns ett antal företag etablerade som skulle kunna vara intresserade av att ta del av en första Digitala Tomateranläggning och dess serverplatser.

##### FRIHAMNEN

Mycket centralt beläget, ett stenkast från centralstationen. Byggs upp som ett nytt bostads- och verksamhetsområde där underlag för både serverplats och odlingsmötesplatser kommer finnas.

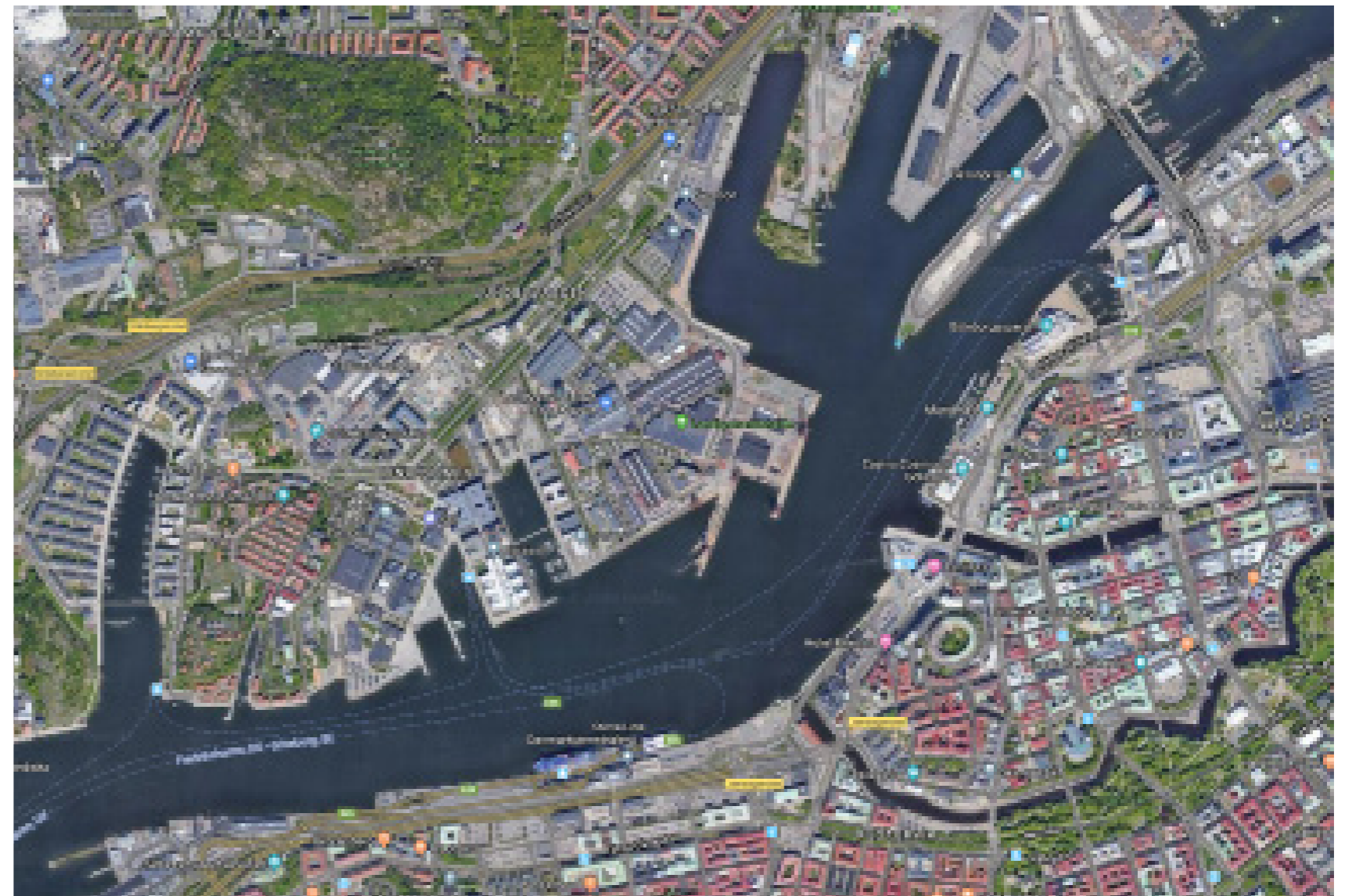


Bild från Google



### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / BUSINESS CASE

#### INVESTERINGSUTGIFT

Vi har sammanställt en produktionskalkyl för det redovisade skissförslaget för Digitala Tomater nr 1. I kalkylen ingår ej kostnader för tomtmark eller eventuella anslutningsavgifter. Beräknad investeringsutgift för projektet uppgår till **18,5 Mkr.**

I denna utgift ingår kostnaden för en relativt dyr reservkraftsanläggning med bränsleceller/vätgas. Alternativet skulle kunna vara en dieseldriven generator med miljöbränsle ex. HVO. Vätgas drivna anser vi vara en mer miljövänlig lösning i dagsläget. Därför har vi valt att räkna med detta i kalkylen.

Kalkylen förutsätter att Datacenterdelen, som är den största delen av investeringen, står för alla investeringsutgifter avseende byggnaden. Därefter hyr respektive verksamhet sina lokaler. Därav visar kalkylen på hyresintäkter respektive hyreskostnader, vilka totalt sett blir 0.

I förslaget till Digitala tomater nr 1 testas ett nytt koncept för Datacenter och återvinning av den överskottsvärme som uppstår i verksamheten. Målsättningen att skapa en hållbarare verksamhet (återvinna i stället för att kyla bort överskottsvärme) har ett värde som är svårt att mäta i pengar utifrån hållbarhetsperspektivet.

#### SAMMANSTÄLLNING TOTAL

Totalt för det skissade förslaget till Digitala Tomater nr1.

#### INTÄKTER:

Försäljning	2 105 000
Övriga intäkter	84 000
Hyresintäkter	432 000
Utbildningar och event	300 000
Summa	2 921 000

#### DRIFTSKOSTNADER:

Råvaror och energi	- 298 000
Hyreskostnader	- 432 000
Övriga externa kostnader	-
Personalkostnader	- 900 000
Avskrivningar	-1 250 000
summa:	-2 880 000

RESULTAT: 41 000

#### SLUTSATS BUSINESS CASE:

Projektet har relativt höga kostnader initialt men under en 10-års period visar kalkylerna positiv lönsamhet för projektet.





### 3. DIGITALA TOMATER NR1 / BUSINESS CASE

#### INTRODUKTION

Det har tagits fram långsiktiga kalkyler för hela projektet för beräkning av lönsamhet på sikt. Totalt sett bidrar projektet med ett hållbart användande av resurser i samband med behovet av Data-center.

Under en tioårsperiod ges enligt beräkningarna en avkastning på 8% vid en kalkylränta på 9%.

Respektive verksamhet bär sina egna intäkter och kostnader och på sikt visar kalkylerna en positiv lönsamhet för alla verksamheterna inom projektet. I affärsmodellerna visas resultatet för första året, vilket innebär vissa uppstartskostnader samt lägre intäkter eftersom verksamheten inte når sin fulla potential förrän efter en tid.

#### PRODUKTIONSVÄXTHUSET

Affärsmodell enligt tidigare beskrivning.

##### PRODUKTION GRÖNSAKER:

Vertikalodling, basilika 11030 kg /år

##### INTÄKTER

Försäljning grönsaker	830 000
Summa	830 000

##### DRIFTSKOSTNADER

Råvaror och energi	-185 000
Hyseskostnader	-144 000
Övriga externa kostnader	-
Personalkostnader	-400 000
Avskrivningar	-40 000
Summa	-769 000

RESULTAT: 61 000

#### PUBLIKA DELAR:

##### AKADEMIVÄXTHUSET, VÄXTHUSKÖKET och TRÄDGÅRDEN

Affärsmodell enligt tidigare beskrivning.

##### INTÄKTER

Försäljning	75 000
Utbildningar och event	300 000
Summa	375 000

##### DRIFTSKOSTNADER

Råvaror och energi	-43 000
Hyseskostnader	-288 000
Övriga externa kostnader	-
Personalkostnader	-200 000
Avskrivningar	-10 000
Summa	-541 000

RESULTAT: -166 000

#### DATACENTRET

Affärsmodell enligt tidigare beskrivning.

##### INTÄKTER

Driftsintäkter	1 200 000
Övriga intäkter	84 000
Hysesintäkter	432 000
Summa	1 716 000

##### DRIFTSKOSTNADER

Råvaror och energi	-70 000
Övriga externa kostnader	-
Personalkostnader	-300 000
Avskrivningar	-1 200 000
Summa	-1 570 000

RESULTAT: 146 000





# 4. FÖRDJUPNING





## 4. FÖRDJUPNING / EDGE DATACENTER - MODULÄRT DATACENTER (MDC)

### BYGGNAD

Datacenter modulen är planerad att utgöras av en prefabricerad modul. Grunden till modulen är en stålstomme som tillverkas utifrån krav på storlek, bärighet och vart den skall transporteras. Stålstommen är i sig själv helt självbärande vilket innebär att den inte är beroende av väggar och tak för sin stabilitet. Därefter monteras golv, väggar och tak. Teknisk utrustning i modulen kan monteras och avprovas i fabrik innan de kompletta modulerna transportsäkras och förbereds för leverans på site.

Modulens anpassas för de krav som ställs på ett datacenter utifrån fysiskt skalskydd och brandskydd. Det krav som idag ställs är skyddsklass 3 enligt SSF200:3 samt minst EI60 avseende brandskydd.

### TEKNIKVAL RACK/LÖSNINGAR

Det finns ett antal olika typer av racklösningar som kan användas i ett edge datacenter.

Det är viktigt är att lösningarna är energieffektiva men också lämpliga för att klara höga effekter.

#### Standard Rack

19" standard rack är den vanligaste racklösning i dagens datacenter. De flesta servertillverkare och har serverar anpassade för denna typ av rack. Racken kan placeras i olika inkapslingslösningar (CCS- cooling containment systems). Det gör att man bättre separerar kalla och varma luftzoner och på så sätt kan öka energieffektiviteten.

#### OCP Rack ([www.opencompute.org](http://www.opencompute.org))

Open Compute project (OCP) arbetar med öppna standarder för rack, serverar, switchar och DC-kraft- och kylsystem men även modulära datacenter. OCP utgår från följande kriterier i arbetet, energieffektivt, kostnadseffektivt, hållbart och servicevänligt. Drivande i arbetet med att utveckla OCP är Facebook, Microsoft, AT&T, Nokia, Schneider Electric med flera. OCP hårdvara är anpassad för att klara högre drifttemperaturer upp till 35 grader mot 27 grader normalt. Det gör lösningarna mer energieffektiva. Den öppna OCP standarden för rack heter idag Open Rack V2 men en ny version V3 kommer lanseras.

En stor fördel också med OCP är att det finns företag som paketerar begagnade server från de stora aktörerna ex. Facebook. Kan en begagnad server användas, så ökas hållbarheten eftersom tillverkningen står för upp till 76% av en servers CO2 påverkan.

#### Racklösningar med Immersionskylning

Serverar placeras i en icke-ledande vätska, så att värmen kan överföras direkt från komponenterna till värmeöverföringsvätskan. Detta ger en ökad effektivitet i värmeöverföring mot traditionella luftkylda system. Systemen säljs oftast som kundanpassade lösningar med serverar. Lösningar är ytterst lämpliga för High Performance Computing (HPC). Denna typ av lösning arbetar med en andra temperaturer för kylsystemet typiskt 50/60 grader.

Exempel på leverantörer är: Aperitas, Submer m.fl.

#### Rack med andra kylsystem

Det finns andra lösningar idag på marknaden som kan vara intressanta ex. rack med kylörrar vilka byggs för att klara höga effekter. En fördel är att dessa kan kopplas direkt mot kylsystemet.

Exempel på leverantörer är: Rittal



Edge datacentermodul  
Foto; Swedish Modules



Edge datacentermodul  
Foto; Swedish Modules

#### Server racklösningar:



Foto; Aperitas



Foto; Rittal



## 4. FÖRDJUPNING / MODULVÄXTHUS

### TRÄSTOMME

Växthusen byggs som odlingsväxthus med trästomme för att minimera användningen av stål. De relativt korta spännvidderna (samma som DC-modulens bredd) möjliggör små dimensioner och enkla konstruktionslösningar. Standardiserade modulmått och C-C avstånd mellan ramarna förenklar massproduktion. Längs nockarna finns temperaturstyrda ventilationsluckor; en standardlösning för odlingsväxthus.

Växthusens stomme utgörs av limträ med skyddande yttskiktsbehandling. Infästningar och förband utgörs av varmförzinkat stål för att klara hög fuktbelastning. Limträ är ett material som står sig väl i växthusmiljöer och ger, till skillnad från andra bärverk så som stål, ett varmt, mjukt och välkomnande intryck.

Vindkryss och dragband utförs i stål för att erhålla så mycket ljusinsläpp som möjligt. Förutom att vara estetiskt tilltalande är trä en förnybar råvara som är hållbar. En närodlat vara med CE-märkning och FSC/PEFC-klassificerad råvara är en självklarhet i detta sammanhang. Vad gäller prisbildningen så är den liknande som för stålkonstruktioner.

I växthustaket kan man integrera solceller (BIPV) mot söder. Tak och stuprör tillsammans med en tank utformas för att samla upp dagvattnet (regn), till bevattning av odlingarna.

### GLAS

För att säkerställa ett optimalt ljusinsläpp med enkel städbarhet och långsiktigt hållbart är glas ett naturligt val. Klimatskalet består av 4 mm säkerhetsglas i mindre, utbytbara sektioner. Då glas i sitt innehåll har få skadliga ämnen och är billig att framställa står den sig stark i förhållande till plast. I mer utsatt stadsmiljö kan glas behöva förstärkas för att försvåra inbrott och vandalism. Ett alternativ till enkelglas är 2-glas isolerglas med betydligt bättre U-värde (dyrare lösning). Vilket man väljer beror på en optimeringskalkyl som väger samman investeringskostnad med en driftskostnad, detta beror på flera parametrar.

### VENTILATION

För odling är ventilation en viktig funktion för att kunna styra parametrar såsom temperatur, fuktighet och koldioxidhalter o d. Växterna behöver ventilation för att må bra, gammal luft ska vädras ut för att minska på risk för angrepp. Under varma dagar kan det bli olidligt att vistas i växthuset och då är det bra att kunna få in svalare vindar både för växter och människor. Byggnaden förses med automatiska ventilationsluckor i nock motsvarande en yta av 10-20% av golvet, dessa drivs av motorer med styrpanel och givare för väderförhållande och önskvärda invändiga parametrar.

### INTEGRERADE SOLCELLER

I glasningssystemet ska solceller installeras för att utnyttja solenergin. Genom att utföra integrerade solceller blir solcellerna en del av byggnadens konstruktion vilket sparar kostnad och material. Det finns olika grader av genomsläpplighet av ljus för solceller, som är tänkt att även bidra med skuggning när solen står som högst på himlen. Skuggning är viktig både för växterna och de som kommer vistas i anläggningen.



Växthus med trästomme och integrerade solceller. Ankis Naturhus (GreenhouseLiving)

Växthus med nockventilation. Uppgrena Naturhus (GreenhouseLiving) foto: Ulf Celanders



Växthus med nockventilation. Uppgrena Naturhus (GreenhouseLiving) foto: Ulf Celanders





## 4. FÖRDJUPNING / ENERGITEKNIK

### SPILLVÄRME - KYLNING AV SERVERAR

Serverar i datacenter kan liknas vid små värmeverk som inte kan stängas av. Behovet av beräkningskapacitet, essentiellt det som genererar värme, varierar inte enligt årstiderna och efterfrågan på värme. Det är lockande att anta att värmen är gratis men uttrycket 'det finns inget som en gratis lunch' är en bra utgångspunkt.

Anslutning till fjärrvärmenätet är den uppenbara användningen av spillvärme. Dock så behöver fjärrvärme matas in med ca 85°C och spillvärme från serverhall håller bara ca 24°C (arbetstemperatur i utrustningen upptill ca 27°C) vilket innebär att ytterligare utrustning (värmepump) och energi skulle tillkomma för en sådan lösning. Utveckling inom server-/datacenterbranschen pågår utveckling för att höja arbetstemperatur i luftkyld utrustning upp till 35°C. Så kallad immersionskyllning, där serverarna är nedsänkta i en kylvätska, är en annan ny teknik som också möjliggör högre temperatur på spillvärme, över 50°C. Det här möjliggör högre effekt, dvs beräkningskapacitet, per volymenhet och mer användbar spillvärme.

Att använda spillvärme från datacenter som direkt uppvärmning i växthus har alltså fördelar relativt fjärrvärme alternativet. Dock så behövs inte uppvärmning i växthus alla årets timmar.

Installationsteknik behövs för att flytta spillvärme från serverarna till växthuset. Luftkyllning är ett alternativ som kan verka enklast, att ta in kall utomhusluft i datacenter och låta den värmas upp så den kyler utrustningen, och sedan låta den varma luften blåsa in i växthuset. Det handlar dock om enorma luftvolymmer.

Om utomhustemperaturen är 10°C, och temperaturen i datacenter får vara max 25°C, och effekten som ska kylas bort är 120 kW, specifik värme för luft vid 15°C är 0.000280 kWh/kg.K, så får vi att 24 000 m<sup>3</sup>/h, eller 6,7 m<sup>3</sup> luft per sekund, måste ventileras. Det skulle innebära ett märkbart vinddrag inne i datacenter och växthus Dessutom måste luft in till serverhall vara fri från damm och partiklar och passera luftfilter.

Frikyla anses idag vara rimligt att använda upp till ca 8°C utomhustemperatur. Både frikyla och aktiv kylning kan vara effektivare att genomföra genom att flytta värme från kylaggregat till datacenter med luft-vatten värmeväxlare. Kommande serverteknik med immersionskyllning kommer markant effektivisera kylningen och förflyttning av värme för att värma växthus med den.

### UPPVÄRMNING AV ODLINGSVÄXTHUSEN

Isolerglas med lägre värmeförluster eller enkelglas med billigare konstruktion är en viktig frågeställning. Utgångspunkt i den här förstudien är att den här typen av datacenter kommer arbeta vid ca 120 kW i genomsnitt. Det är tillräckligt med värme för att hålla upp till ca 300 m<sup>2</sup> växthus med enkelglas om inomhustemperatur håller minst 15°C även under årets kallaste timmar. Med isolerglas så räcker värmen till uppvärmning av ca 4 ggr större växthusyta.

Eftersom utrymmet i den urbana miljö där datacenter placeras kommer vara begränsad, samt antagandet att växthusytan kommer vara endast 70 eller 140 m<sup>2</sup>, så är det rimligt att anta att enkelglas kommer att användas. Att ha i åtanke är dock att värmedistributionsystem blir större, dvs kostsammare, då värmebehovet är högre som alltså skulle reducera minskad investeringskostnad av enkelglas något.

Detaljerad planering och projektering av teknisk lösning för att kyla datacenter och flytta en del av den värmen till växthus kommer inte göras i den här förstudien men bakgrundsbeskrivning har här i alla fall belyst att kylmaskin som förflyttar värme som väska är oundvikligt. Vidare att teknisk utveckling inom serverteknik kan göra att tillgängliga lösningar inom en ganska snar framtid kommer ha kompaktare kylsystem än dagens.

### BELYSNING

För att odling i växthus ska vara produktiv även under mörkare månader så behövs artificiell belysning. Även om modern LED-teknik gjort belysning betydligt effektivare än för bara några år sedan så är det långt mycket resurseffektivare att använda naturligt ljus i den mån som det finns tillgängligt.



Vätskekyld server. Foto: Göteborg Energi

Verkningsgraden för de bästa LED-chippen på marknaden endast cirka 30%. Om vi betänker att det skulle kunna vara el som genererats med solceller, även de med den bästa verkningsgraden på marknaden, så blir totalverkningsgraden bara ca 6%. Alltså jämfört med solljus som träffar växten direkt, som kan vara runt 80% om vi räknar med att en del blockeras av växthusets glas och stomme. Så att använda naturligt ljus så långt som möjligt är en bra princip för hållbar odling.

Med det sagt, så är det ändå LED-belysning i växthuset, på grund av att vintermånaderna i Sverige är för mörka för att odling ska vara produktiv, trots att ett är varmt nog (tack vare spillvärmen från serverhallen). Om de produkter som odlas är av sådant slag som annars hade transporterats lång väg i kostsam transport, exempelvis bladgrönsaker som mest består av luft och vatten, så är det en miljömässig vinst att använda artificiell belysning vintertid. Årlig elkonsumention för belysning, ca 2300 timmar per år med i snitt 200 W per kvadratmeter vertikal odlingsarea, ger att ungefär 110 MWh elektricitet går åt.

### ELPRODUKTION

Syfte med växthus är att optimera klimatet för odling, skapa förutsättningar med lagom temperatur, god ljusintensitet, skydd mot vind och begränsning av skadedjur och växtsjukdomar. Ett inglasat rum skapar det som kallas växthuseffekt. Positivt då det är kallt ute men vid för hög temperatur avstannar tillväxten.

Även om önskad värme till viss del kan ventileras bort så är det gynnsamt att begränsa solinstrålningen, speciellt i takfall mot söder och nära nock så att främst solinstrålning då solen står som högst begränsas. I den här förstudien görs antagande att del av tak och fasad mot söder täcks av solcellsmoduler som har något separerade celler vilket gör att ca 40% av solinstrålningen släpps igenom. Årlig elproduktion från semitransparenta solcellsmoduler integrerade i växthus blir drygt 5000 kWh/år med 25 m<sup>2</sup> solceller integrerade i tak och 25 m<sup>2</sup> i vägg på enbart ett produktionsväxthus. Ca 8000 kWh/år el från solceller om det tillkommer 25 m<sup>2</sup> i taket av ett växthus.

All elektricitet från solcellsanläggning kommer alltså användas lokalt eftersom datacenter hela tiden konsumerar betydligt mer el än solcellernas topp effekt. Det finns alltså utrymme i elbehovet för betydligt mer solceller med god grad av egenanvändning (avgörande för lönsamheten) om datacenter som placeras där det finns plats för markbaserat montage, solceller som skärmtak över exempelvis parkeringsplatser eller outnyttjad takyta på byggnad som kan ha samma nätanslutning som datacenter (enligt lagen om koncessionsplikt).



## 4. FÖRDJUPNING / ENERGITEKNIK

### RESERVKRAFT

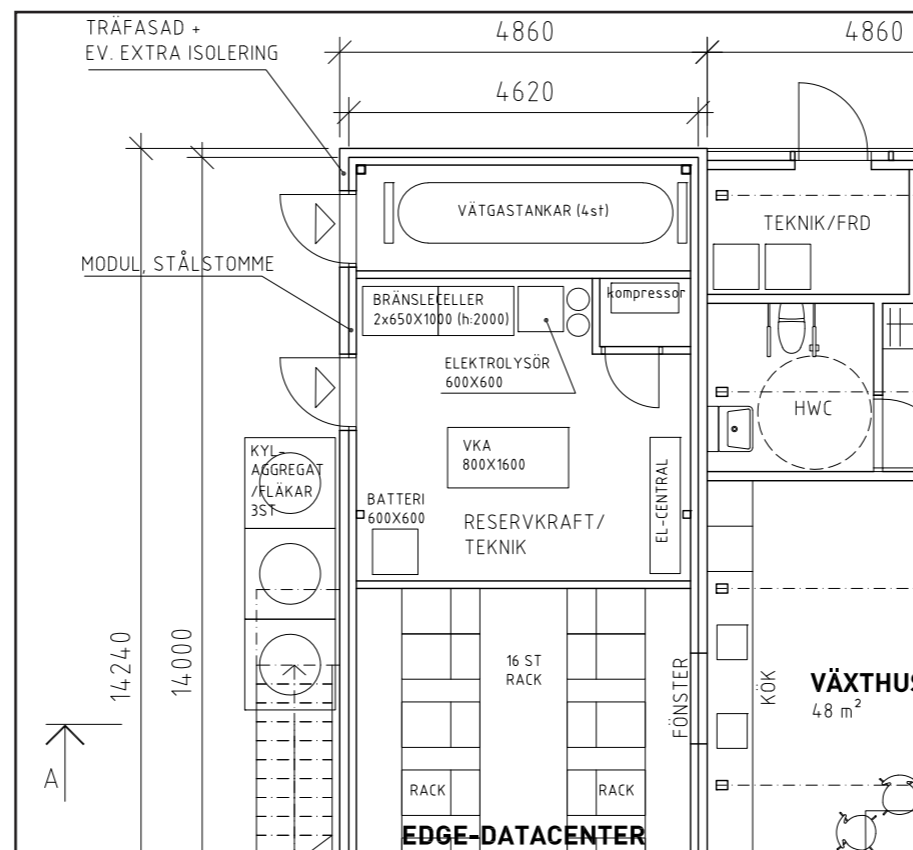
Datacenter behöver ha viss uthållighet att fortsätta fungera även om elförsörjning från elnätet skulle upphöra. Post- och telestyrelsen (PTS) och Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har regelverk för hur lång uthålligheten ska vara beroende på en definierad klassificering, klass A och B med 24 timmar, klass C med 8 timmar. Traditionellt används dieselaggregat som reservkraft i den här typen av applikation. Dieselmotorer har relativt låg investeringskostnad, och ett reservkraft som inte används ofta har ju små bränslekostnader. De låter dock mycket, och släpper ut avgaser, och där de används så konsumeras bränsle som behöver fyllas på, dieselbränsle åldras och måste bytas ibland, och motorn innehåller många rörliga delar som behöver servas.

Utvecklingen av tekniker för lagring av elektricitet går idag snabbt tack vare elektrifieringen av transportsektorn och övergången till förnybar intermittent produktion i elsystemet. Det finns flera alternativ: litiumbatterier (som är dominerande teknologi på världsmarknaden idag), blybatterier (var tills nyligen dominerande teknologi), nickelmetallhydridbatterier (som svenska företaget Nilar är ledande inom), flödesbatterier (flera olika kemier är i tidigt skede av kommersialisering), lagring i vätgas med omvandling från/till vatten med elektrolysör/bränslecell.

Alla de här teknologierna har fördelen att de är tysta, inte släpper ut avgaser och de är reversibla processer, el konsumeras och lagras in i perioder då det finns överskott och genereras när det är underskott eller högt elpris. Den här förstudien fokuserar på litiumbatterier och vätgas som reservkraft. När förhållandet mellan energi (uthållighet) och effekt (120 kW i detta fallet) är stort så är lagring i vätgas det kostnadseffektivare alternativet. Elpris och dess variationer är också en viktig faktor då cykelverkningsgrad för litiumbatteri är betydligt högre (ca 90%) än för elektrolysör/bränslecell (ca 50%). Brytpunkten ligger någonstans runt 12 timmar uthållighet med 120 kW effekt, då lagring i vätgas blir mer kostnadseffektiv än litiumbatterier.

Kostnad vätgassystem från Hans-Olof Nilsson, RE8760:

- Backup systemet är beräknat att leverera 120 kW under 6 tim
- Vid max belastning levererar bränslecellen från PowerCell 100 kWh och ett batterilager stöttar med 20 kWh
- Utspänningen är 400 V 50 Hz
- Energilagret består av två tryckkärl där vätgasen lagras med 300 bar vid fullt lager
- Kostnaden för denna installation driftsatt och körklar: 4 531 800,- exkl moms
- Kostnad vätgas 8 resp 24 timmar...



### REGLERKRAFT OCH KAPACITET I ELNÄTET

Både datacenter och växthusodling förutses vara två av de trender som bidrar till att skapa effekt- och kapacitetsbrist i framtidens elsystem (ref. Ediel och avräkningskonferensen 2019). Med reservkraft baserad på reversibel process, som batteri eller vätgas, så behöver det inte uppstå någon belastning på elnätet, tvärtom så kan anläggningen avlasta elnätet genom att tillhandahålla reglerkraft.

Det finns en flexibilitet i elbehovet tack vare reservkraftanläggningen. I dagsläget finns fyra relevanta typer av reglerkraft som alla baseras på frekvensen i elnätet, dvs om det är under- eller överskott på el i hela det nordiska synkronområdet. De olika reglerkraftprodukterna som köps av Svenska Kraftnät differentieras främst m a p på aktiveringstid och minsta möjliga volym på bud. Kommande reglerkraftprodukter är FFR som har ännu kortare aktiveringstid än dagens samt olika lokala varianter i syfte att avlasta kapacitetsbrist på region- och lokalnätetsnivå.

Mest intressant alternativ för reservkraft i datacenter är produkten FCR-N som har en aktiveringstid på ca en minut och minsta budstorlek 100 kW. Uthålligheten inte så viktig eftersom de aktuella frekvensavvikelseerna från 50 Hertz sällan varar i mer än en timme. Ett nyckeltal är 2,3 kronor per Watt och år i värde för flexibilitet som är tillgänglig årets alla timmar. Skulle ge 276 000 kr i intäkter från FCR-N om reservkapacitet på 120 kW är i beredskap konstant, som kan ställas i relation till investeringen på några miljoner kronor. Så tillhandahållande av reglerkraft motiverar inte fristående batterier eller energilagret i vätgas, men om investering måste göras ändå av annan orsak så ger det ett betydande bidrag till lönsamheten.

Sannolikt också mer lönsamt att använda viss del en av flexibiliteten till andra funktioner vid vissa tillfällen: klippa effekttoppar, 'flytta' solen från dag till natt eller energi mellan perioder med olika elpris/nätavgift.

Reglerkraftmarknader för att lösa kapacitetsbrist på region- och lokalnätetsnivå finns inte etablerade ännu fast forskning och utveckling pågår i projekt som PARITY, SDN-MicroSENSE och CoordiNet. I Malmö, Stockholm och Uppsala är situationen sådan att utbyggnad av stadsdelar och utökad effektkapacitet för industrier har fått nekas på grund av kapacitetsbrist. Uppförande av datacenter kommer förenklas avsevärt om de kan utnyttja egen reservkraft för elförsörjning under de timmar på dygnet då kapacitetsbrist i urbana elnät uppstår.

Vätgastankar  
Bild från Nilsson Energy





## 4. FÖRDJUPNING / ODLINGSTEKNIK

### INTRODUKTION

Produktionsväxthuset är till majoriteten fylld av tre väggelement med odlingsrör. Detta rörsystem är platsen där grönsakerna växer sig skördeklara och med denna yteffektiva design kan en relativt begränsad yta producera ansevärliga volymer grönsaker över ett odlingsår. Grönsakerna växer utan att vara i kontakt med jord utan får sin näring genom en näringslösning som flödar genom systemet och är därför ett så kallat hydroponiskt system. Innan grönsaker börjar växa i detta system sker en förkultivering på en mindre del av produktionsväxthuset där förutom uppdrivning av småplantor, även packetering och tvätt bedrivs.

### FÖRKULTIVERING

Innan plantorna placeras i odlingstornen förkultiveras dessa grödor i ett hyllsystem i den mer avskilda produktionsdelen. Här nyttjas en etablerad uppdrivningsteknik med yteffektiva pluggbrätten som placeras under växtbelysning. I denna miljö förvandlas frön till småplantor på mellan två och fyra veckor, beroende av växtval. Växtsubstratet som småplantorna etableras i är hygieniserat, därav minskar risken för kontaminering när dessa småplantor introduceras i systemet.

### ODLINGSPROCESS

Odlingstornen består av rörkomponenter med plugghållare och kanaler som säkerställer att flytande näring finns tillgänglig under småplantornas tillväxt i produktionsväxthuset. Rörsystemet är även utformat så att varje vertikalt rör kan placeras nära varandra så varje planta tar upp precis så mycket yta som behövs (se illustration?).

Odlingstornen skapar tre parallella väggelement där rören i varje element är seriekopplade. Ett pumpsystem driver runt den fullgoda näringslösningen som göder växterna där en IBC-tank i den mer avskilda produktionsdelen agerar buffert för näringslösningen och det är även i denna tank ny näring och vatten fylls på. Då det är ett slutet system designat för minimal vätskeförlust, förutom i grönmassa vid skörd, blir behovet av vatten betydligt lägre än vid mer konventionell grönsaksodling.

Det artificiella ljuset från LED-lamporna är ett komplement till det naturliga solljuset och används således främst under vår, höst och vintertid. Under sommarsäsongen används det endast som stödbelysning vid behov. För att uppnå ideala tillväxtförhållanden och maximal produktion bör den totala mängden ljus uppgå till 16 timmar per dygn. LED är den teknik som idag producerar minst värme och är mest energisnål av alla ljuskällor.

I detta hydroponiska system med syre och näringsrik miljö för växternas rötter, gynnsamt klimat i form av spillvärme från underliggande serverhall och fullgod belysning från sol och stödbelysning utvecklas grödorna i snabb takt. Under loppet av några veckor upp till knappt två månader, beroende på växtval, påverkar dessa förhållanden tillväxttakten positivt vilket bidrar till en effektiv

produktion. Denna utvecklingstakt möjliggör att varje rör kan skördas upp till 17 gånger vid gynnsamma förhållanden.

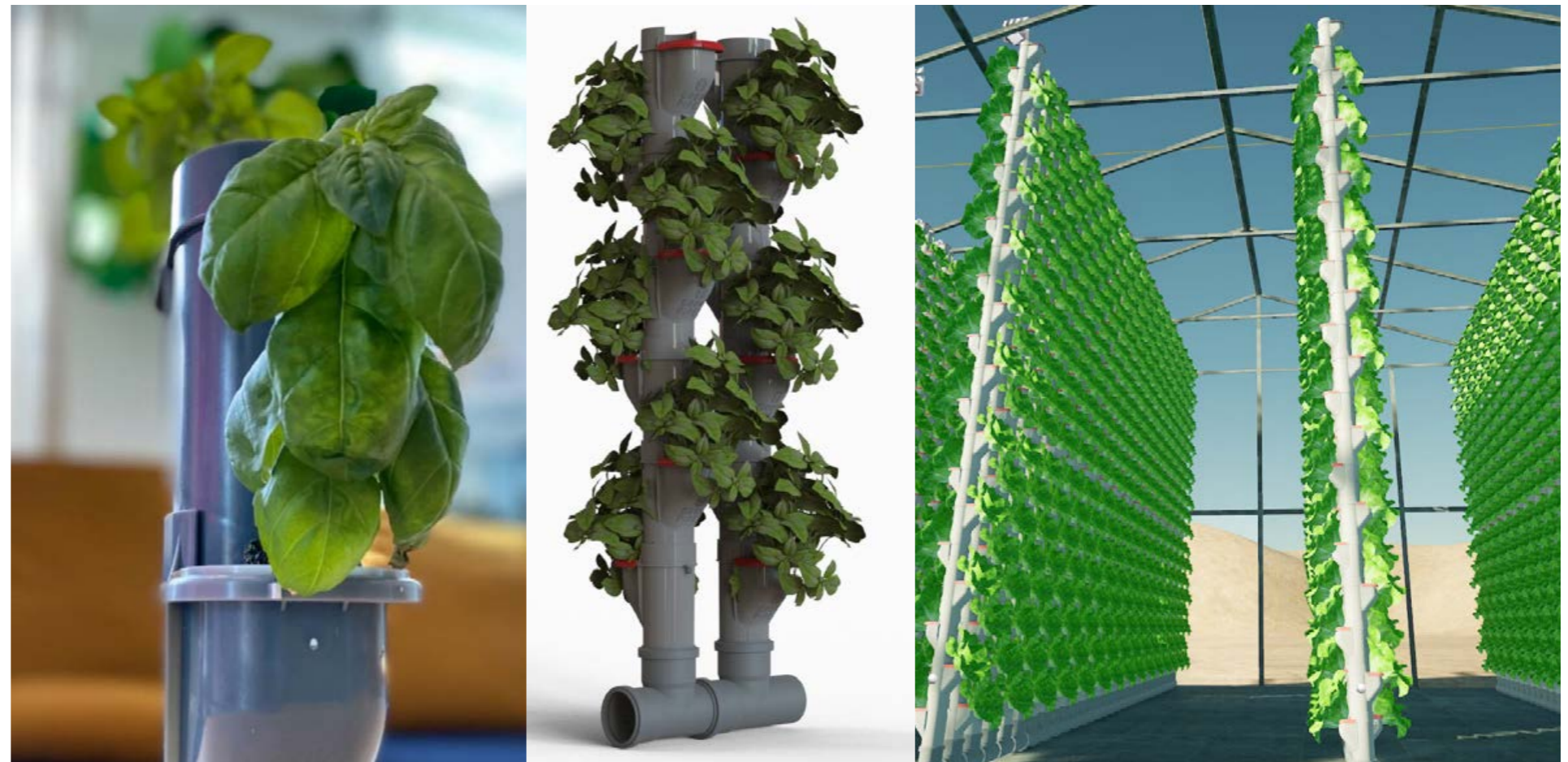
### SKÖRD OCH PAKETERING

Vid skörd dras färdigutvecklade plantor ur sina plugghållare och flyttas över till den mer avskilda produktionsdelen. Då grödorna ej varit i kontakt med jord blir behovet att skölja grönsakerna minimal utan här sker endast en enklare packeterings-procedur där nyskördade grödor packas i lådor för leverans till slutkund. Denna hanterings omfattning hänger starkt ihop med vem kunden är och vilka produkter som produceras.

### HYGIEN OCH LEVERANSSÄKERHET

För att produktionen ej skall kontamineras är det av yttersta vikt att minimera införsel av yttre bakterier, svampsporer eller andra skadedjur till systemet. Detta sker genom jordbefriad produktion, god hygien och filter i ventilation. För att bibehålla en hög nivå av renlighet i systemet bör därför odlingstornen nedmonteras och därefter tvättas i den industriklassade diskmaskin som också är placerad i den mer avskilda delen av växthuset.

Grönsaker i system i odlingstorn  
Bilder från; Growpipes





## 4. FÖRDJUPNING / KRETSLOPPSTEKNIK

### KRETSLOPP - NÄRINGSÅTERVINNING

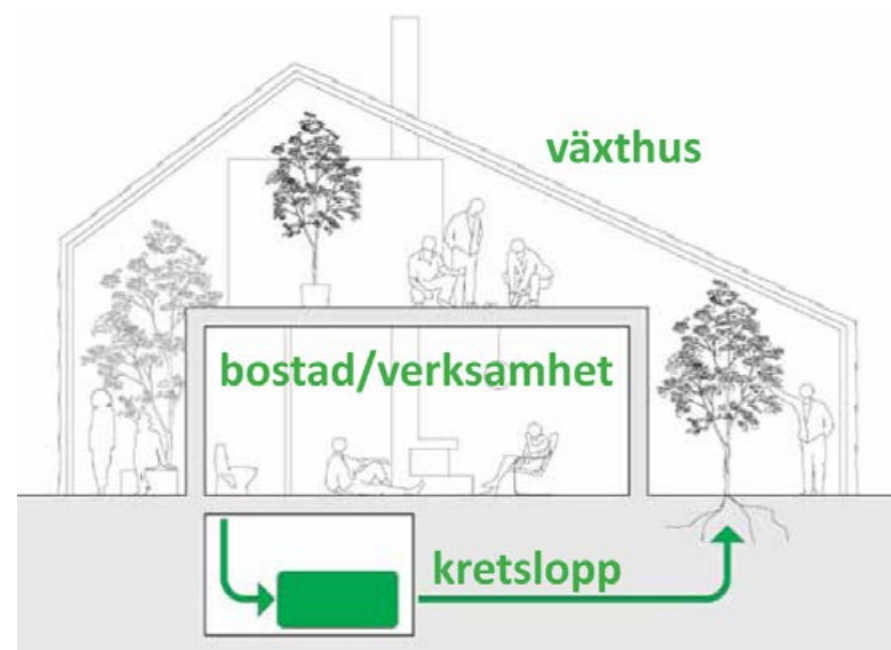
Matproduktionen i världen är beroende av fosfor, ett grundämne som främst utvinns ur fosfatgruvor. Europa är helt beroende av import av fosfor. En del experter hävdar att tillgången på fosfor når sin peak redan om 30 år.

<https://www.ja.se/artikel/41555/peak-fosfor-kan-snart-vara-har.html>

Anläggningen är nu utrustad med faciliteter för att ta hand om spillvärme. Ett ytterligare steg i att minska slöseri av värdefulla resurser och minska transporter är att nyttja spillvatten eller biokompost som innehåller näring i form av tex fosfor, kväve och kalium som kan användas till att göda växterna i huset. Det finns olika system som kan vara aktuella beroende på önskemål och möjligheter.

Ur ett pedagogiskt perspektiv kan dessa system vara oerhört värdefulla för olika verksamheter, att till exempel för skolklasser i utbildningssystem förstå naturens förlopp och vikten av att hushålla med resurser. Bara nedbrytbara ämnen som kan ingå i kretsloppet är aktuella att använda. Bland annat kemikalier och andra ämnen så som salter, bor (B), och blekmedel är ej lämpliga för kretsloppet. Avloppet reduceras markant och reningsverken kan användas mer effektivt och samtidigt minska på belastning av samhällets infrastruktur.

Då storm och översvämningar överbelastar infrastruktur och skapar läckage och breddningar som går rakt ut i sjöar och vattendrag är en utökning av kretsloppssystem i samhället en efterlängtd möjlighet som alla har att vinna på; ekonomiskt och miljömässigt.



Naturhus - princip  
Ingen skala

### GRÅVATTENSYSTEM

Tar hand om BDT (Bad, dusch, tvätt) vatten och med en enkel installation bevattnar och förser växterna med näring. Gråvatten skapas i byggnaden varje dag och är en naturlig möjlighet för att bevattna växterna, helt automatiskt. Systemet kräver inga större system men har en skrymmande tank som antingen kan grävas ned eller inrymmas i byggnaden.

### SVARTVATTENSYSTEM

Tar förutom BDT-vatten även hand om toalettavloppsvatten och köksavloppsvatten. I detta system erhålls den bästa näringen och kretsloppet kan slutas på ett mer fördelaktigt sätt. Utsläpp som medför övergödning (fosfor och kväve) blir mindre än i kommunens egna reningsanläggningar. Denna lösning kräver en större anläggning och det finns mer restriktioner då fekalier med patogener och mediciner behöver brytas ned på ett säkert sätt.

Näringsvattnet är ej lämpligt att dricka eller få i sig och vattnet skall endast bevattna och göda marken och ej vara i direktkontakt med ätbara grödor. Rotgrönsocker är således ej lämpliga att odla.

### MATAV FALL

Det nationella etappmålet om ökad resurshushållning i livsmedelskedjan innebär att senast år 2020 ska hälften av matavfallet från hushåll, storkök, butiker och restauranger sorteras ut och behandlas biologiskt, varav minst 40 procent ska behandlas så att energin tas tillvara.

<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Avfall/Matavfall/>

Insamling av matavfall är idag ett naturligt inslag i dagens samhälle, speciellt i Göteborgsregionen. Hantering av matavfall sker här genom en effektiv metod där matavfallet rötas och producerar då biogas samt en restprodukt i form av flytande KRAV-godkänt biogödsel. Detta biogödsel innehåller alla de näringsämnen som en grönsaksproduktion kräver samt att rötningsprocessen har gjort näringsämnena lösliga och i mer växttillgänglig form.

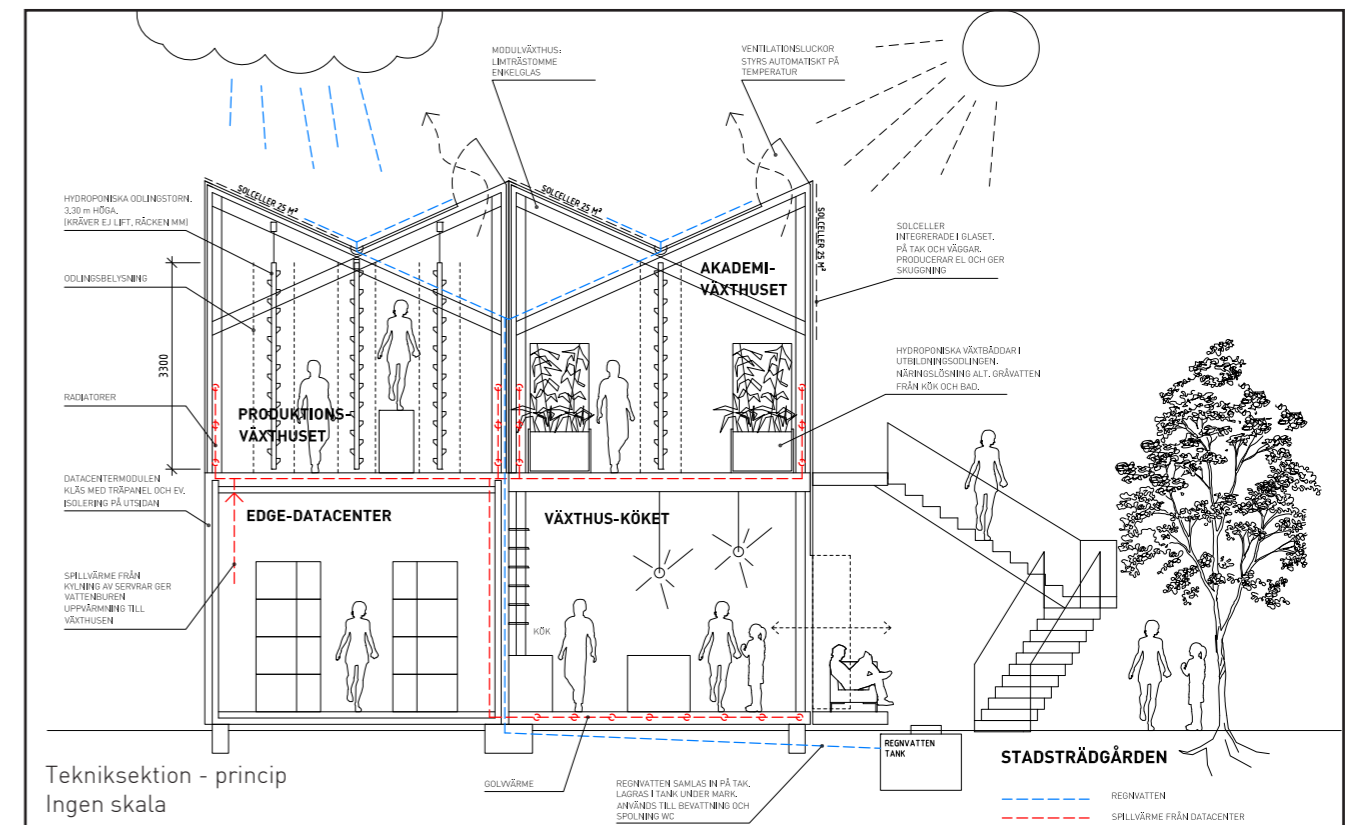
Föreslagen anläggning bör därför utforska möjligheten att nyttja detta gödsel som näringskälla för att ytterligare sträva mot en mer kretsloppsbasead produktion.

### KRETSLOPP - DAGVATTEN

I klimatförändringarnas spår ökar antalet översvämningar och perioder av torka. När städer växer och förtätas med hårdläggning av fler ytor blir det svårare att ta hand om tex skyfall. Detta tillsammans med ökade kostnader och möjligheten att leverera rent vatten föranleder ett ökat fokus på städers dagvattenhantering. Bortledning av dagvatten sker till sjöar och vattendrag, vilka belastas med både föroreningar och översvämningar. Vattnet som rinner på tak fångar upp smutspartiklar och föroreningar som samlas upp i en regnvattentank. Genom att återföra detta vatten till växterna bidrar det till rening av vår omgivning.

Genom lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) kan dessa problem minskas. Dagvatten kan användas och lagras för senare bruk i byggnaden. Belastningen på befintliga ledningsnätet kan därmed minskas. Beroende på användningsområden ställs krav på filter och vattnets renhet. Det är möjligt att använda regnvatten bland annat till toalettspolning och bevattning av växter.

Det insamlade vattnet kan även användas till andra ändamål som inte kräver dricksvattenkvalité. Idag är kubikmeterpris på vatten inte särskilt dyrt men utvecklingen är att det blir mer kostsamt och genom att förse byggnaden med denna funktion kan den också bli än mer attraktiv på den utländska marknaden. Förutsättningar finns dessutom att filtrera vattnet till att erhålla dricksvatten.



Tekniksektion - princip  
Ingen skala



# 5. FRAMTID

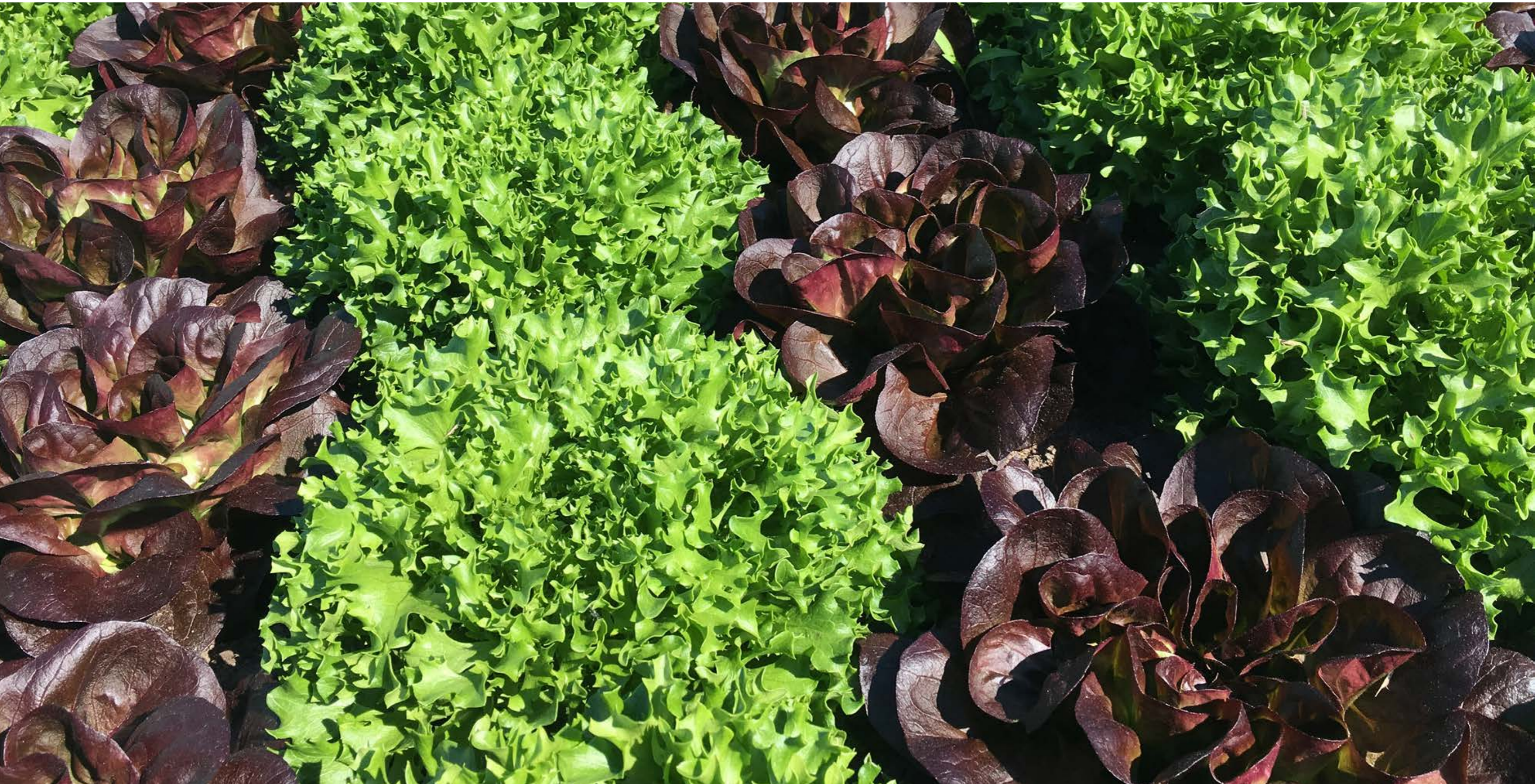


Bild från Kajodlingen

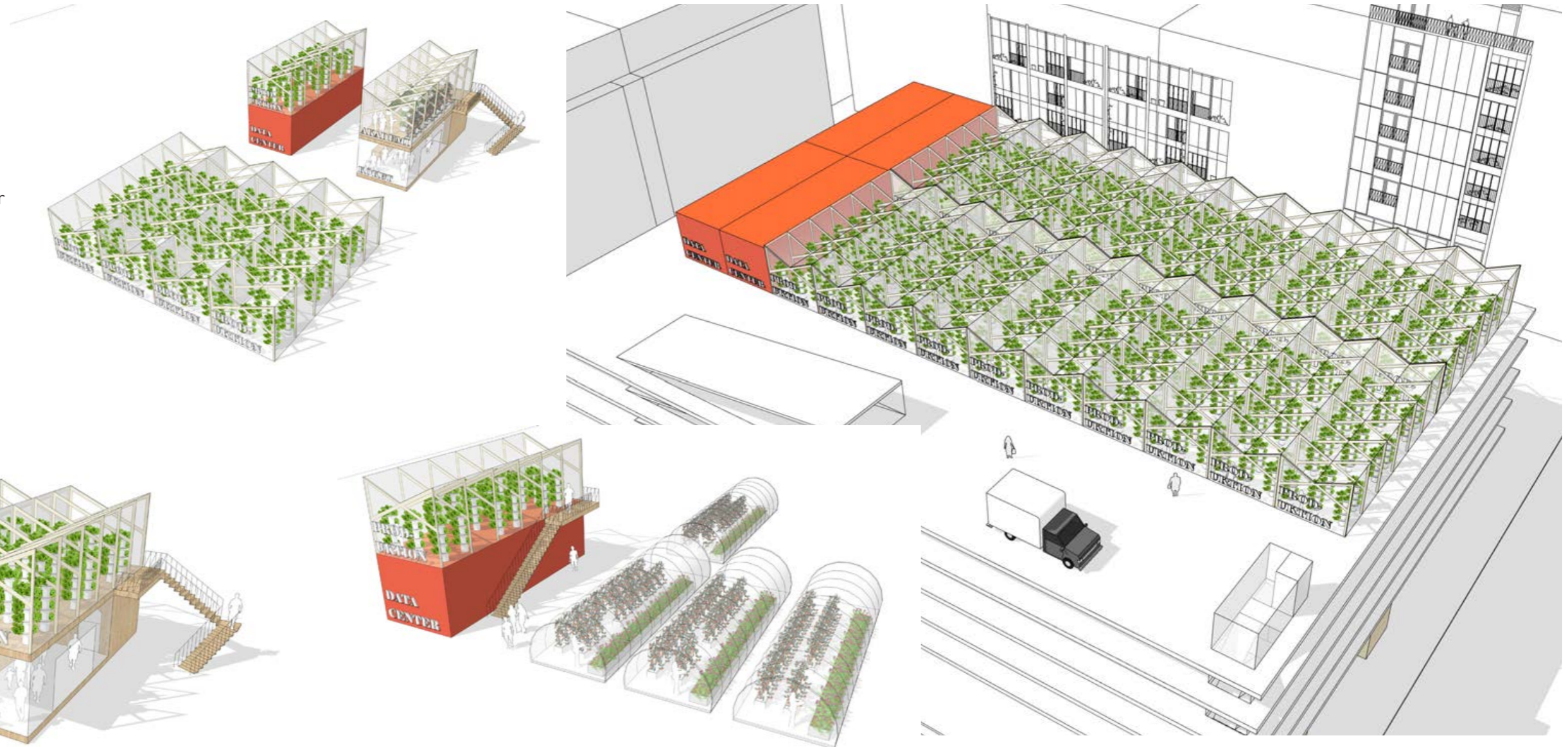


## 5. FRAMTID / MODULÄRT KONCEPT FÖR URBAN MATPRODUKTION

### ETT HELT SYSTEM AV OLIKA MODULKOMPONENTER

Modulsystemet kan utvecklas och byggas ut till att innehålla många olika pusselbitar i ett komplett system för urban matproduktion. Ett flexibelt och skalbart system som anpassas till storlek och innehåll beroende på platsens förutsättningar och beställarens önskemål om innehållet.

Här nedan visas 3 exempel på hur man kan kombinera systemets moduler:



#### DIG TOMATER nr2: PRODUKTION + MÖTEN

Yta: 4x70=280 m<sup>2</sup>

- 1 Datacenter-modul
- 4 Produktionsväxthus-moduler
- 3 Växthuskök-modul

En större anläggning än nr1 där det publika växthusköket på markplan är utökat till totalt 210 m<sup>2</sup>, vilket ger större kapacitet för att ta emot folk och möjliggör fler olika typer av aktiviteter. Ett litet kulturhus för möten, evenemang och föreningsverksamhet. 4 st produktionsväxthus på plan 2 ger en radikalt ökad produktionskapacitet av grönsaker. Totalt 280 m<sup>2</sup> växthus + 210 m<sup>2</sup> möteslokal är enligt våra kalkyler ungefär vad en DC-modul klarar av att värma upp med sin spillvärme. Ökade tak- och fasadytor ger även mer plats för solceller

Uppskattning skörd: **48 000 kg/år**  
Uppskattning Investeringskostnad: **26,6 Mkr** (exkl. tomtkostnad)

#### DIG TOMATER nr3: 100% PRODUKTION - TILLFÄLLIG ETABLERING

Yta: 70 m<sup>2</sup> + 320 m<sup>2</sup> odlingsstunnlar

- 1 Datacenter-modul
- 1 Produktionsväxthus-modul
- 4x80 m<sup>2</sup> Odlingsstunnlar, uppvärmda

En kompakt anläggning med låg investeringsnivå och enkla markväxthus passande för platser med tidbegränsad etablering. 1 Datacenter-modul med uppvärmt produktionsväxthus på taket för vertikalodling. Kompletteras med enkla odlingsstunnlar som värms upp av DC-spillvärme till värmeslingor i odlingsbäddarna. Totalt 70 m<sup>2</sup> takväxthus + ca 320 m<sup>2</sup> odlingsstunnlar är enligt våra kalkyler ungefär vad en DC-modul klarar av att värma upp med sin spillvärme.

Uppskattning skörd: **31 000 kg/år**  
Uppskattning Investeringskostnad: **13,8 Mkr** (exkl. tomtkostnad)

#### DIG TOMATER nr4: 100% PRODUKTION - LARGE

Yta: 24x70=1680 m<sup>2</sup>

- 4 Datacenter-moduler
- 20 Produktionsväxthus-moduler

En storskalig anläggning med 100% fokus på produktion och helt utan publika verksamheter. Detta alternativ skulle passa bra på ett befintligt eller nybyggt parkeringshus, som ofta har centrala lägen i staden. Översta planet har fina solförhållanden och är samtidigt ofta minst attraktivt för parkering. Det är dessutom en yta tillgänglig med bil och cykel för transporter och service. Modulkonceptet ger mycket snabb byggtid, då allt kan lyftas på plats med kran. 4 st DC-moduler klarar enligt våra kalkyler att värma ca 20st produktionsväxthus-moduler (1400m<sup>2</sup>).

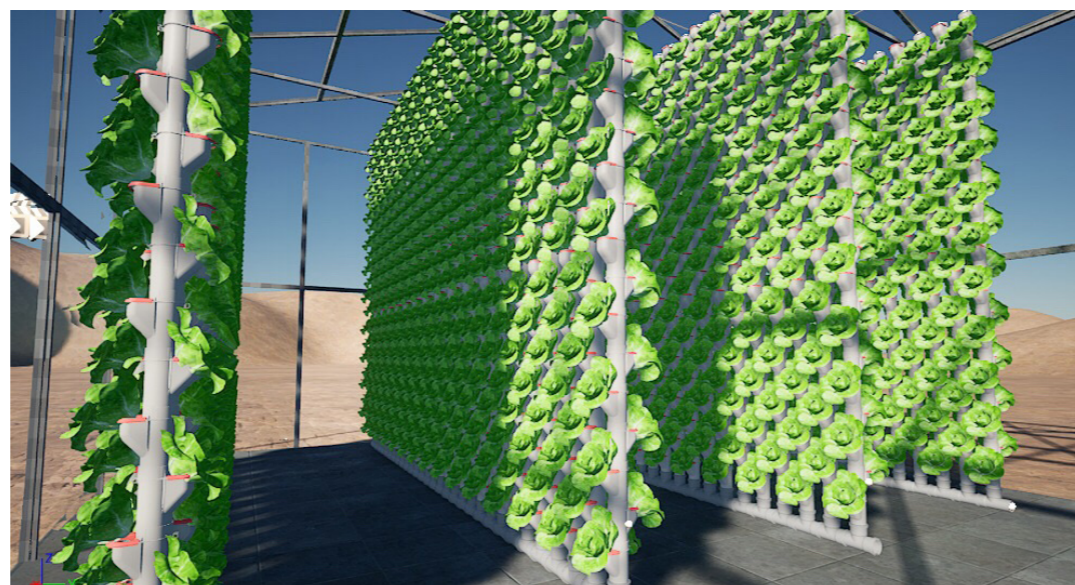
Uppskattning skörd: **240 000 kg/år**  
Uppskattning Investeringskostnad: **59 Mkr** (exkl. tomtkostnad)



## 5. FRAMTID / FRAMTIDENS STAD - JORDNÄRA OCH VIRTUELL



Utveckling av självkörande bilar påverkar behovet av utbyggt fiber  
Bild från Pixabay



Kompakt grönsaksproduktion i torn  
Bild från: Growpipes



Tänkbar placering av urban grönsaksproduktion i en urban kontext



Digitala Tomater i en urban kontext

**Digitala Tomater** handlar om hur vi vill forma framtidens städer. Städer där kretsloppen av energi, vatten och näring sluts mycket mer lokalt. Städer som är resilienta mot kriser och klimatförändringar genom att vi själva producerar mer av vår mat på ett hållbart sätt. En mer jordnära och attraktiv stad där matproduktion och odling blir en naturlig del av människors vardagsmiljö.

Samtidigt en stad som går i frontlinjen för den digitala utvecklingen. Högre krav på datahastighet och extremt korta svarstider kommer med nästa generations digitala tjänster; självkörande bilar och olika on-linetjänster. Därför behövs fler småskaliga datacenters fysiskt nära användarna. Placerade i ett finmaskigt nät fördelat över staden. Digital teknik och digitala tjänster som kommer att spela en mycket viktig roll i omställningen mot framtidens fossilfria städer.

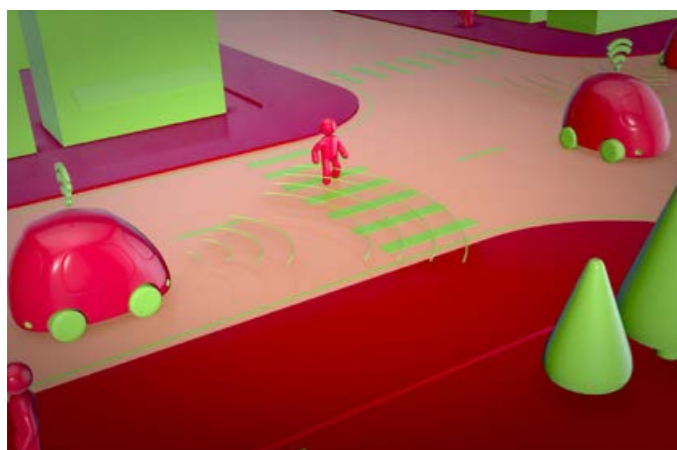
Digitala Tomater kombinerar ett kompakt datacenter med växthusodling. Spillvärmens från serverkylningen värmer växthuset och möjliggör åretrunt produktion av grönsaker. Solceller driver odlingsbelysningen och säkrar upp driftssäkerheten för datacentret. Tomater odlade med hjälp av digital teknik.

Framtidens stad är BÅDE mer JORDNÄRA och mer VIRTUELL.

Hälsningar team **Digitala Tomater**



Lokalt producerade grönsaker med hjälp av spillvärme  
Bilder från Kajodlingen



Självkörande bilar kräver korta svarstider  
Bild från Pixabay



Fossilfri leverans möjlig med lokal grönsaksproduktion  
Bild från Kajodlingen



**TACK FÖR VISAT INTRESSE!**

Hälsningar team **Digitala Tomater**

