



CityFresh

En ny möjlighet för hållbar livsmedelsförsörjning i Stockholm

Projektdokumentation av förstudieprojektet CityFresh - Innovativa system för odling i industrifastigheter

November 2016 - september 2018

Ulf E Andersson, Svensk Framtidsbevakning

Björn Oliviusson, Svensk Aquaponik

Irena Lundberg, Invest Stockholm, Business Region Stockholm

Thomas Wildig, Arvalla AB

Staffan Filipsson, IVL Svenska Miljöinstitutet

Innehållsförteckning

1	Om projektet CityFresh.....	1
1.1	Projektets genomförande och resultat.....	1
1.2	Samverkan.....	5
1.3	Genomförande efter planeringsprojektets avslutning	6
1.4	Projektets hållbarhetseffekter	7
1.5	Kommunikation av projektets resultat	8
2	Klimatsäkrad stadsodling i Sverige och världen	9
2.1	En växande andel av livsmedelsproduktionen i och nära städerna	9
2.2	Fyra nya trender i stadsodling	10
2.3	Internationella exempel på klimatsäkrade stadsodlingar	12
2.3.1	Takväxthus i USA och Canada	12
2.3.2	Klimatsäkrade odlingssystem inom byggnader	14
2.3.3	Andra lokaliseringar av klimatsäkrade odlingssystem för staden	18
2.3.4	Växtodling nära slutkonsumenter	20
2.4	Svenska exempel på klimatsäkrade stadsodlingar	23
2.5	Erfarenheterna från de beskrivna exemplen	28
2.6	Stockholmsregionens förutsättningar och utvecklingsprojekt.....	29
2.7	Projekt i övriga delar av Sverige med faktisk eller potentiell anknypning till Stockholmsregionen	31
2.8	För- och nackdelar med klimatsäkrade kretsloppsanpassade odlingssystem i urban miljö	32
2.9	Positiva drivkrafter och omvärldsfaktorer	34
2.10	Utmaningar och hinder	37
3	Bedömning av möjliga lokaliseringalternativ	40
3.1	Slagsta industriområde	40
3.2	Älvsjömässan	42
3.3	Farstaterrassen	49
4	Bedömning av huvudalternativet – takplacerat växthus på Kista galleria	53
4.1	Tekniska system och växthusets behov av el och värme	55
4.2	Föreslagna odlingssystem för växthusodling på taket till Kista galleria	56
4.2.1	Förslag på växthusets placering och utformning	57
4.2.2	Odlingssystem i två moduler.....	58
4.2.3	Produktionsbedömning för de två odlingssystemen.....	59
4.3	Bedömning av investeringskostnader	60
4.4	Samlad bedömning av det primära lokaliseringalternativet	60
5	Tekniska system - Teknikval och testresultat.....	61
5.1	Tekniska data.....	62
5.2	Mätvärden.....	63

6	Odlingssystem för takplacerade växthus	64
6.1	Hydroponik.....	65
6.1.1	Resursförbrukning	68
6.1.2	Produktionsvolymmer	68
6.2	Akvaponik	69
6.2.1	Resursförbrukning	71
6.2.2	Produktionsvolymmer	72
6.3	Styrning och kontroll av odlingsmiljöer.....	74
7	Distribution av producerade grödor	76
8	Utbildningsbehov och kompetensutveckling	77
8.1	Utbilda en ny typ av trädgårdsmästare/trädgårdsingenjörer	78
9	Teknikval för dag- och gråvattenrening	79
9.1	Bakgrund gråvatten.....	79
9.2	Olika reningstekniker för gråvatten.....	79
9.2.1	Enkel filtrering med designat plastfilter	81
9.2.2	Kombinationsfilter med biofilter, flotation sedimentation och UV	82
9.2.3	System med membranbioreaktor - MBR	83
9.2.4	Konventionellt Ultrafiltreringssystem	87
9.3	Diskussion kring de föreslagna teknikerna	87
9.4	Implementering av reningsalternativ enligt förslag från projektet	88
9.5	Förslag på tester i driftsfas	89
9.6	Referenser kring gråvatten och återanvändning.....	90
9.7	System för förbehandling av gråvatten.....	90
10	Testverksamhet med näringsberikning av biokol.....	92
11	Pilotprojekt med fiskodling integrerad med större kommersiell växthusodling.....	93

Summary

Food supply in cities is an equally fundamental aspect of a well-functioning sustainable city as the city's supply of energy, water and transport opportunities. New forms of climate-proof urban cultivation such as greenhouses or other sheltered cultivation environments can make a significant contribution as well as increase the food safety and self-sufficiency of cities.

Rooftop greenhouses can help better utilize unused rooftop spaces and the flow of resources in real estate more efficiently. The CityFresh-project has examined possible locations in Stockholm to construct a rooftop greenhouse with both hydroponic and aquaponic cultivation. In parallel with the mapping of possible facilities, the project has also examined global trends and cases of climate-proof urban cultivation systems worldwide, prepared proposals for greenhouse technology systems and examined if and how waste heat, waste water and organic waste could be reused in the process.

The CityFresh-project was carried out by Invest Stockholm during 2016-2018, with financial contribution from the Swedish Environmental Protection Agency's support for urban innovations. The building permit application is expected to be submitted by the end of 2018, with the intention of constructing a greenhouse on the rooftop of Kista Galleria.

1 Om projektet CityFresh

Takväxthus kan hjälpa till att bättre utnyttja takytor, oanvända utrymmen och flöden av resurser i fastigheter på ett mer effektivt sätt. Underutnyttjade takutrymmen kan bli en ny inkomstkälla. Projektet undersöker om och hur byggnadens och områdets spillvärme, dagvatten och organiska avfall kan återanvändas. Takbaserade växthus ger – på liknande sätt som gröna tak – extra isolering på vintern och absorberar solljus på sommaren. Det bidrar till att minska kostnaderna för uppvärmning och kylning. Produktion av livsmedel i städernas ytterområden kan väsentligt öka livsmedelssäkerheten, skapa sysselsättning och företagande och vara en del av en urban utveckling som tar ökad hänsyn till städernas livsmedelsförsörjning och behovet av färska, giffria och närproducerade livsmedel.

Projektet har undersökt möjliga placeringar i Stockholm, där ett byggande av ett takplacerat växthus med både hydroponisk och akvaponisk odling skulle kunna ske. Placeringen ska också göra det möjligt att utnyttja spillvärme från den underliggande byggnaden och även att kunna använda renat regnvatten och/eller grävatten för att bidra till odlingens bevattning.

Projektet har kartlagt exempel på och tendenser kring klimatsäkrade urbana odlingssystem i världen och Sverige samt motiv och drivkrafter för denna utveckling.

Projektet har också undersökt hur spetstekniker för belysning, ventilation, uppvärmning och vattenrening kan användas i växthusen. Exempelvis har vi undersökt hur innovativa odlingssystem som akvaponik med kombinerad växt- och fiskodling fungerar. Målet är att öka byggnadens värde och samtidigt stödja fortsatt utveckling hos kreativa fastighetsförvaltare och innovativa teknik-, bygg- och hortikulturföretag.

Bygglövsansökan beräknas bli inlämnad vid slutet av 2018, med avsikt att anlägga ett växthus på en befintlig byggnad inom Stockholms stad. Huvudalternativet för detta är en placering av växthuset med kringutrustning på taket till Kista galleria, i samverkan med fastighetsägaren Citycon.

Projektet har bedrivits 2016 – 2018 av Invest Stockholm med ekonomiskt bidrag av Naturvårdsverkets stöd för stadsinnovationer.

1.1 Projektets genomförande och resultat

Projektgruppens arbete började med att identifiera möjliga platser att bygga takplacerade växthus i Högdalenområdet. Förutsättningarna för platsvalet att det skulle finnas möjligheter att utnyttja spillvärme från underliggande byggnad, tillräckligt stora och hållfasta tak för växthus på taket, möjligheterna att enkelt kunna transportera material och varor till och från taket samt också fastighetsägarnas intresse för växthusplaceringarna i sin fastighet. Ett antal byggnader i Högdalen och angränsande byggnader i söderförort undersöktes (se bilaga).

Dock visade kartläggningen att inga av de undersökta byggnaderna helt väl uppfyllde alla villkor. Därför vidgades sökområdet till andra förortsmiljöer i Stockholm, som kunde ha lämpliga tak och intresserade fastighetsägare. Invest Stockholms kontakter med fastighetsägare i staden ledde till kontakt med den privata fastighetsförvaltaren Citycon, som äger gallerian i Kista centrum. Detta skapade ett positivt intresse för projektet. Denna möjliga lokalisering har ett stort och bärigt tak, tillgång till spillvärme via ventilationssystemet, möjligheter till vattenförsörjning både via det konventionella vattensystemet, dagvatten från taket och möjlig tillgång till andra vattenfraktioner, enkla möjligheter att föra material till och från taket samt också möjlighet att få avsättning från producerade grödor och fisk direkt till den underliggande Food Court i Kista centrum, där det finns ett stort antal restauranger, caféer och snabbmatställen. Dessa förhållanden, tillsammans med det faktum att ett takplacerat växthus där skulle få mycket hög synlighet genom att det skulle kunna ses tydligt från tunnelbanans perrong och också kunna ses och besökas inifrån Kista centrum via inre trappor gjorde att det fortsatta planeringsarbetet fokuserades på ett takplacerat växthus på taket till Kista galleria.

En förprojektering med genomgång av gallerians byggnader och infrastruktur genomfördes tillsammans med chefer, tekniker, byggare och arkitekt från Citycon. En preliminär lokalisering bestämdes med utgångspunkt från planritningar och beskrivningar av tekniska system från fastighetsägaren. Tillsammans med projektgruppens förslag till tekniska försörjningssystem för energi och med preliminära översiktliga beskrivningar av odlingssystem är detta grunden för vårt huvudförslag för växthuset placering på taket till Kista galleria, vilket närmare beskrivas i bilagan till denna rapport.

Parallellt med kartläggningen av fysiska lokaler genomfördes också en omvärldsbevakning av nu pågående innovativa stadsodlingsprojekt och befintliga företag och verksamheter i Stockholmsregionen, Sverige och världen. Dessa exempel samt utvecklingens drivkrafter, motiv, effekter och aktörer redovisas i bilagan. Syftet med kartläggning och omvärldsbevakningen var att visa för fastighetsägare och aktörer inom Stockholms stad att takplacerade växthus som en del av stadens livsmedelsförsörjning och cirkulära ekonomi är en stark europeisk och global trend som kan ge många fördelar inte bara för staden och dess invånare, utan också för fastighetsägare.

För att öka sin kunskapsbas har också projektet haft löpande kontakter med kommersiella växtodlare (OrtoNovo, Sveriges tredje största växthusföretag som ligger på Ekerö) och med de start-ups som nu arbetar med innovativa former av livsmedelsproduktion i urban miljö i Stockholm, som de nya start-up företagen Grönska, Urban Oasis, det akvaponiska växthuset med tropiska perenner och fiskodling i Haninge, de hydroponiska stadsodlingarna i anslutning till Rågsved Folkets Hus med flera projekt som idag producerar grönsaker till livsmedelsbutiker och restauranger, om än i liten skala. Kontakterna med denna typ av nya företag vidgas kontinuerligt, inte minst via samarbetet med företagsnätverket Sweden Food Tech, som alltmer utvecklas till en nationell resurs för denna typ av innovativa företag inom livsmedelssektorn. Relevanta erfarenheter från Vinnova-projektet Den odlade matbasaren med projektgrupper i Helsingborg och Stockholm har också förstärkt projektets erfarenhetsbas.

Projektet har utarbetat förslag till hur växthusanläggning tekniska system kan utformas. Det rör energiförsörjning med hjälp av närliggande takplacerade nya typer av solceller, hur spillvärme från byggnaden kan utnyttjas i växthuset, tekniklösningar för ventilation och belysning samt sensorer och övervakningsutrustning för odlingsystemen. Även växthusets placering, dimensionering och utformning har beskrivits. En särskild rapport har tagits fram av IVL Svenska Miljöinstitutet hur renat gråvatten till viss del skulle kunna försörja växthuset med vatten. Dessa teknikbeskrivningar och IVLs rapport återfinns i bilagan.

En innovativ utformning av odlingsystem har utvecklats och analyserats, som bygger på att växthusets odlingsytor uppdelas i mindre moduler, så att både beprövade odlingsmetoder som tillämpas av växthusodlare som Spisa, men också mer avancerade systemlösningar som bygger på kombinationen av hydroponiska (jordfri odling i näringsberikat vatten) växtodlingar som kombineras med fiskodling i angränsande tankar, där spillvattnet från fiskodlingen försörjer växtodlingen med näringsämnen och vatten – för att då kunna skapa ett slutet, giftfritt kretslopp som är både yt- och vattneffektivt och passar i urban miljö. Bedömningar av möjliga grödor och deras produktivitet har gjorts.

Marknadspotential och försäljningsmöjligheterna för de producerade grödorna har bedömts, baserade bland annat på enkätbaserade marknadskartläggningar från KTH. Även andra möjliga försäljnings- och distributionsformer än direktförsäljning till butik eller grossist har bedömts, som till exempel prenumerationsystem för mat.

Ett pilotprojekt om hur akvaponik i form av landbaserad fiskodling med svenska fiskarter kan integreras med en större kommersiell KRAV-märkt växthusodling har genomförts.

Nyskapande och innovativa tekniker och systemlösningar

Ett takplacerat växthus, som också är en avancerad systemlösning genom att utnyttja spillvärme och andra urbana restflöden är innovativt i sig, både genom att vara en integrerad del av stadens flöden och genom att föra in livsmedelsproduktion i staden genom att utnyttja ytor och volymer i byggd miljö på ett multifunktionellt sätt. Något större sådant finns ännu inte i Sverige, även om det finns ett fåtal exempel på detta i USA, Canada och några andra EU-länder.

Valet av tekniklösningar för energiförsörjning genom närplacerade nya typer av tunnfilmsolceller är också en viktig innovationsaspekt, där projektet har förhandlat fram ett avtal med fastighetsägaren att testa denna typ av solceller. Sensorer för fukt, buller, koldioxidhalt i luften och temperatur testas nu i Cleantech-området i Högdalen. Provindallationer av tunnfilmsolceller och energilösningar har utförts på taket till Kista galleria, med preliminära positiva resultat (se bilagan). Kan någon av de tekniklösningar som IVL Svenska Miljöinstitutet analyserat för rening av gråvatten i urban miljö så att det renade gråvattnet kan användas till växtodling eller kompensation av avdunstningsförluster av vatten från fisktankar genomföras, så vore det också en nytänkande teknik- och systemlösning.

Den typ av klimatsäkrade system för livsmedelsproduktion som är projektets syfte möjliggör odlingen av svenska äldre traditionella växtsorter som idag inte är i odling, på grund av bland annat dålig lagringstålighet. Lokal odling med kort snabb distribution kan skapa en av många önskad återkomst av svenska men ovanliga sorter av grönsaker. Urbana växthus med spillvärmeförbrukning möjliggör också odling av växter från medelhavsregionen och tropiska grödor.

De planerade odlingssystemen är också innovativa, även om olika aspekter av dem finns i andra länder. Modulariseringen av odlingsytan i mindre delar där olika odlingsmetoder kan tillämpas, gör också att växthusanläggningen kan producera inte bara livsmedel, utan också ny kunskap om hur dessa odlingssystem kan fungera i praktiken som en del av stadens försörjningssystem.

Hydroponik – att odla växter i inerta medier med näringsberikat vatten istället för jord - är idag en vanlig metod för växthusodling, men att kombinera detta med att låta en del av odlingen bevattnas med vatten från en mindre fiskodling i byggnaden är en innovativ systemlösning (akvaponik).

Akvaponik – kombinerad växt- och fiskodling i ett vattneffektivt recirkulerande system - är också nyskapande, även om det idag börjar finns ett fåtal sådana system också i Sverige. . Spillvattnet från fiskodling är ofgiftigt men näringsrikt, näringsämnen tas upp av växternas rötter och vattnet från växtodlingen recirkuleras tillbaka till fiskodlingen, vilket skapar ett slutet, mycket vattneffektivt system för en kombinerad odling av fisk och grönsaker.

Även här ges möjligheten till mer okonventionella val av fisksorter – även varmvattensarter - för odling, där det sannolikt finns en betydande efterfrågan på nischmarknader.

Växthuset placering i Kista centrum ger två andra nytänkande möjligheter. De kringliggande stadsdelarnas höga andel av nya svenskar skapar en efterfrågan på okonventionella grödor, baserade på de större invandrargruppernas behov, som till exempel koriander, thaibasilika och andra kryddväxter. Kistas roll som trafikknutpunkt gör nya klimatsmarta distributionslösningar för de producerade livsmedlen möjliga, som hämtställen för färdigpackade matkassar, som man tar med sig till och från arbetsplatserna och bostadsområdet. Tillgången till Food Court och andra restauranger, caféer och matbutiker i gallerian gör också direktdistribution till konsumtion och försäljning på plats möjlig.

Kunskapsutveckling

Projektet ger en kunskapsgrund för det av Stockholms stads under 2018 initierade projektet, att studera om det är möjligt att förse stockholmarna med 10 procent av sin konsumtion av frukt och grönsaker tillgodosedd genom odling av dessa inom Stockholms stads geografiska gränser. Byggnadsintegrerade växthus kan vara en del av detta.

Genomförandet av spillvärmeuppvärmning av det takplacerade växthuset genom utnyttjande av frånluft i centrumbyggnadens ventilationssystem kommer med all sannolikhet att skapa användbara tekniskt-praktiska insikter under själva genomförandeperioden. Detsamma gäller effekterna av de takplacerade solcellerna som stöder växthuset försörjning med el under driftfasen.

Genomförandet av projektet kommer också att ge nya kunskaper under en driftsfas om hur olika distributionsmodeller fungerar, när man har ett växthus i omedelbar närhet av en trafikknutpunkt, och av en centrumbyggnad som har en mängd restauranger, caféer och livsmedelsbutiker.

Projektets erfarenheter och resultat kommer att kunna användas också i den planerade tredje fasen av Stockholms stads (med flera aktörer) Vinnova-finansierade projektet Den odlade matbasaren, med verksamheter bland annat i Högdalen i Stockholm.

1.2 Samverkan

Samverkan med externa samverkanspartner har genomgående fungerat väl. Fastighetsägaren till centrumbyggnaden i Kista centrum, Citycon AB, levererade byggnadsritningar och beskrivningar av fastigheternas tekniska försörjningssystem. De tekniska testerna på taket till bygganden stördes av den brand som inträffade i Kista centrum under sommaren 2018.

IVL Svenska Miljöinstitutet har på projektets uppdrag levererat en översikt av tekniklösningar för att rena gråvatten, som möjliggör utnyttjandet av det reade vattnet för bevattning i växthuset.

Projektet har samverkat med OrtoNovo, en av Sveriges större växthusodlare, för att i ett pilotprojekt starta en landbaserad provodling av fisk, där spillvattnet från odlingen kan användas till bevattning och gödning också av KRAV-märkta grönsaker. Resultatet av samverkan med dessa tre aktörer framgår av bilaga.

Kompetensen hos de olika deltagarna i projektgruppen har kompletterat och förstärkt varandra. Projektgruppen har bestått av Invest Stockholm – projektledning och nätverksbyggande (Irena Lundberg), Arvalla AB – byggnadsteknik och energiteknik (Thomas Wildig), Svensk Framtidsbevakning – omvärldsbevakning och dokumentation (Ulf E Andersson) och Svensk Aquaponik – odlingssystem, akvaponik och odlingsrelaterad tekniker (Björn Oliviusson).

Kontakter med aktörer för att stärka genomförandemöjligheterna

Projektet har haft kontakter med en rad fastighetsägare inom Stockholms förorter, som har god tillgång till platta taktytor, där ett växthus skulle kunna placeras. Citycon som äger centrumbyggnaden Kista Galleria visade sig vara det bästa lokalisering. Samråd med teknikchefer på Citycon och morgonpresentationer för en större personalgrupp inom företaget har genomförts på plats.

Invest Stockholm har en särskild satsning på Foodtech, där många olika projekt och nätverk ingår (förutom CityFresh-projektet), som till exempel det Vinnova-finansierade projektet Den Odlade matbasaren som nu har inomhusodlingar i Högdalen, kontakter med start-ups inom området som Grönska, Urban Oasis, Ecobloom, Alovivum med flera samt stöd till och kontakter med det största nätverket inom området i Sverige, Sweden Food Tech.

Kontakterna med dessa aktörer har uppmärksammat dem på möjliga synergier i en driftsfas mellan deras verksamhet och CityFresh kommande verksamhet. Syftet med kontakterna är också att på sikt kunna använda teknik, system och odlingsmetoder från många olika svenska aktörer

i det planerade CityFresh-växthuset, som då kan fungera som en testbädd för nya urbana foodtech- och miljöinnovationer.

Samverkan med projektet Den odlade matbasaren i Högdalen har gett vårt projekt tillgång till data och uppgifter om tekniklösningar, som har kunnat tillämpas också i CityFresh-projektet.

1.3 Genomförande efter planeringsprojektets avslutning

Fastighetsägaren Citycon har visat ett stort intresse av att i partnerskap med ett intresserat odlingsföretag bygga ett växthus på taket till Kista Galleria. Teknikchefen för Citycon Kista har beställt offerter från växthusbyggare som underlag för en bygglovsansökan. Citycon har också anlitat sin arkitekt för att ta fram underlag för en bygglovsansökan, som sannolikt kommer att lämnas in under slutet av 2018. Att utveckla detta innovativa växthus som har naturliga anknypningar till många verksamheter i gallerian i Kista centrum skulle kunna stärka Citycons och Gallerians varumärke.

Skulle av någon anledning Citycons bygglovsansökan inte godkännas, eller andra problem i genomförandet uppkomma, finns det ändå andra, kanske något sämre, men ändå helt möjliga lokaliseringalternativ i Stockholm som projektet studerat.

Ser man till alla taktyper med horisontella tak i Stockholms stad och län finns stora möjligheter att anlägga takplacerade växthusanläggningar i Stockholmsregionen.

Möjligheter till finansiering av genomförandet

Några medel för genomförandet av projektet och byggandet av växthuset med kringutrustning har ännu inte sökts, eftersom vi nu (oktober 2018) avvaktar bygglovsansökan. Finansieringen efter positivt bygglovsbeslut förutsetts i huvudsak kunna ske genom kommersiella utvecklingsmedel. Skulle kompletterande finansiering behövas, bör investeringsstöd kunna sökas från de finansörer som angavs i ansökan: Boverket (programmet för innovativt byggande), Naturvårdsverket (LIFE-programmet och Klimatklivet), Vinnovas olika program för hållbar stadsutveckling och kanske också KTH:s program Viable Cities.

Förutsättningar för genomförande

Genomförandet av växthusbygget på den planerade platsen i Kista centrum kräver dels en godkänd bygglovsansökan, dels att Citycon fullföljer sin avsikt att bygga ett växthus på taket till gallerian.

Skulle detta av någon anledning inte uppfyllas, kan ett genomförande ändå ske på annan plats, även om detta skulle kräva att några av de mest platsspecifika kartläggningarna och bedöm-

ningarna måste göras om, för att passa denna nya lokalisering. Merparten av planeringsprojektets resultat är ändå användbar även för andra lokaliseringar än det nuvarande huvudalternativet.

Möjligheter finns att utnyttja planeringsprojekts resultat på fler områden

Utvecklingen av växthusets tekniska system – tunnfilmssolceller, system för spillvärmeåteranvändning, regn/dag/gråvattenrening, sensorer för övervakning av koldioxid, fukthalt i luft, och visuell övervakning av en produktionsmiljö – har alla betydande möjligheter till tillämpningar i andra urbana sammanhang än för växthusodling i staden. Spillvärmeåtervinning har en stor potential för energieffektivisering generellt. Återanvändning av dagvatten eller olika avloppsvattenfraktioner kan ge betydande nyttor i staden, förutom för odlingsändamål. Eftersom tunnfilmssolceller är radikalt enklare att montera på byggnader på grund av sin lätthet, flexibilitet och att de inte kräver tunga, komplicerade monteringsställningar kan de väsentligt öka tillgången till byggnadsintegrerad sol-el. Sensorer för koldioxid och luftfuktighet kan användas generellt för övervakning och styrning av byggnaders innemiljö.

Det planerade takplacerade växthuset i Kista kan då genomföras inte bara där, utan på sikt på många olika andra platser där det finns tillgång till byggnader med platta tak, och där frånluft eller andra lokala spillvärmekällor gör en energieffektiv, klimatsäkrad växthusproduktion möjlig. Andra platser i Stockholm, och andra städer, har en tillgång till sådana förhållanden som gör att projektresultatet på sikt till stora delar kan återskapas på andra platser.

Då skapas liknande sociala nyttor, ökad sysselsättning, minskat utanförskap och förbättrad tillgång till säkra, hälsosamma och färska livsmedel med minimala transportbehov på fler platser i landet.

Arbetsstillfällena kan skapas

När väl driften av växthus och odlingssystemen är igång skapas en stadigvarande sysselsättning. Växthusproduktion har, även med automatisering, betydande inslag av manuell hantering, som kan utföras som enkla ingångsjobb in den gröna sektorn för många grupper som står långt från arbetsmarknaden.

Övervakning och drift ger också sysselsättningsmöjligheter för kvalificerad personal med både odlingskompetens eller reglerteknik/IT-kompetens

1.4 Projektets hållbarhetseffekter

Städernas livsmedelsförsörjning är en lika grundläggande aspekt för en välfungerande hållbar stad som stadens försörjning med exempelvis energi, vatten och transportmöjligheter. Nya former av klimatsäkrad urban odling som i växthus eller andra skyddade odlingsmiljöer kan ge ett väsentligt bidrag till detta, och öka städernas livsmedelssäkerhet och självförsörjningsgrad.

Det planerade takplacerade växthuset kan utnyttja både naturligt solljus och uppvärmning med hjälp av spillvärme som sannolikt kan stå för all behövlig uppvärmning året runt. Projektets genomförande kan då bidra till att skapa en praxis att stora galleriors spillvärme från ventilationens frånluft kan utnyttjas för ändamål som annars skulle kräva externa energikällor.

Utnyttjande av lokala flöden av sol-el, spillvärme, dagvatten och renat gråvatten minskar väsentligt resursåtgången och klimatpåverkan för växthusproduktion av grönsaker, endera helt och hållet jämfört med konventionell växthusodling (uppvärmningsbehov) eller i mycket hög grad (de andra resursflödena).

De producerade grödorna kan till och med konsumeras eller säljas direkt till restauranger i Food Court 15 meter (i höjdd) från det planerade växthuset inuti gallerian, och till livsmedelshandel i Kista centrum. Försäljning av färdiga matkassar till det stora antalet personer som dagligen passerar Kista Centrum till och från bostad och arbete kan väsentligt minska antalet "food miles" för de närproducerade livsmedlen, vilket också minskar livsmedelskedjans klimatpåverkan.

Positiva sociala och ekonomiska effekter av verksamheten uppkommer genom att sysselsättning skapas i en stadsdel som delvis präglas av utanförskap. Sysselsättning skapas inte bara i själva produktionen av fisk och grönsaker, utan också i distributionen och även vid anrättning av livsmedlen till färdiga rätter i restauranger och caféer lokalt. Tillgången till giffria och färska grönsaker med högt näringsinnehåll som inte lagerhålls långa tider skapar positiva hälsoeffekter.

Alla dessa möjliga resultat kräver naturligtvis att växthuset med kringutrustning byggs, och verksamheten sätts i drift.

Ett genomförande av projektet har också nytta på ett annat plan, som att skapa ett tydligt blickfång med en spännande verksamhet i stadsdelen (eftersom växthuset och dess kringutrustning är väl synligt från perrongen i Kista tunnelbanestation där ett stort antal människor passerar varje dag under hela dygnet). Detta sätter Kista på kartan, inte bara för IT-teknik, utan också för hållbara lösningar, och kan skapa en lokal stolthet och en grön identitet för stadsdelen och också stärka hela Stockholms synlighet inom Foodtech-området

När detta väl skett, finns också betydande möjligheter att starta liknande verksamheter med takplacerade växthus med inslag av exempelvis odling inte bara av grönsaker, utan kanske också av fisk, svamp, bär och frukt på många ställen i landet.

1.5 Kommunikation av projektets resultat

Under projekttiden har projektet aktivt arbetat med att sprida information om projektet och dess preliminära resultat till alla foodtech-aktörer som har någon form av anknytning till Invest Stockholm:

- Deltagit på den stora årliga matfestivalen "Smaka på Stockholm" i juni varje år de senaste åren med en egen utställningsplats.
- Samverkan med verksamheten Den Odlande Matbasaren i Högdalen
- Spridit information via konstellationen Högdalen Cleantech.

- Spridit information om projektet i Sweden Food Tech-nätverket och på deras MeetUp-events.
- Informerat om projektet inom Stockholms stads förvaltningar och bolag via Invest Stockholm.

Alla medverkande i projektgruppen avser att fortsätta detta informationsarbete även efter förstudien färdigställande, gentemot dessa aktörer och plattformar.

Följefter av projektet

Pilotprojektet med landbaserad fiskodling med kopplade resursflöden till ett större kommersiellt växthus med KRAV-märkt grönsaksproduktion var en ny möjlighet som uppkom under projektarbetet, och som har en potentiell spridningseffekt.

Marknadsföring av finansiären Naturvårdsverkets program Stadsinnovationer

Information om utlysningen Stadsinnovationer har vi uppmärksammat i många olika sammanhang under projektarbetet. Exempelvis genom att sprida informationen till företag i Stockholm Clean Tech, Stockholm Food tech, informera fastighetsägaren Citycon, och enskilda företag i vårt nätverk stödet, som till exempel Grönska (vilket ledde till en beviljad projektansökan till Naturvårdsverket), Urban Oasis, Gaia m fl start-ups.

2 Klimatsäkrad stadsodling i Sverige och världen

En del av planeringen och genomförandet av projektet CityFresh bygger på att projektet gjort en omvärldsbevakning av verksamheter i andra länder, trender inom området och utvecklingsaktiviteter inom närområdet, med ett fokus på urban klimatsäkrad kretsloppsanpassad produktion av vegetabiliska livsmedel. Resultatet av omvärldsbevakningen redovisas här sammanfattat.

2.1 En växande andel av livsmedelsproduktionen i och nära städerna

Stadsodling är en global trend. Stadsjordbruk och urban livsmedelsproduktion har alltid varit en del av städernas verksamheter. Idag är detta en betydande och växande del av städernas livsmedelsförsörjning, också inom de mest utvecklade ländernas storstäder. Omkring 800 miljoner människor världen över odlar olika slag av grödor eller har annan livsmedelsproduktion i urbana eller peri-urbana områden. Enligt FN:s livsmedelsorganisation FAO (Food and Agriculture Organisation) skapar detta: livsmedelssäkerhet, inkomst- och arbetsskapande och färska, näringsriktiga livsmedel till konkurrenskraftiga priser.

Urbanisering är också en global trend som innebär att sannolikt kommer 70 procent av världens befolkning kommer att bo i städer år 2050. Till dess förväntas också världens befolkning ha ökat med 33 procent till nästan 10 miljarder människor som alla behöver ha mat.

Städernas livsmedelsförsörjning är en grundläggande hållbarhetsfråga för alla städer - ekologiskt, socialt och ekonomiskt. Livsmedelsproduktion och livsmedelstransporter har ett betydande miljö- och klimatavtryck. En säker tillgång till färska och hälsosamma livsmedel är helt avgörande för stadens säkerhet, attraktivitet och ekonomiska utveckling. Försörjning av livsmedel är också ekonomiskt viktigt, inte bara på grund av sysselsättning och företagande inom produktionen av livsmedel, utan för alla aktörer i livsmedelskedjan, hushållen, de offentliga storköken inom skola, vård och omsorg, restaurang- och hotellbranschen och stora delar av besöksnäringen.

Stockholm, liksom många andra svenska städer, har en lång historia av stadsodling. Idag upplever stadsodlingen en renässans, i Stockholm och andra större städer, i Sverige och globalt. Odlingen av frukt och grönsaker tar sig många olika former och har olika motiv och drivkrafter. Odling på friland i staden varierar från fritidsodlingar i villaträdgårdar och kolonilotter till gemensamhetsodlingar som sociala projekt och storskalig kommersiell odling. Grönsaksodling i växthus eller inomhus varierar på motsvarande sätt, från hobbyodlingar inomhus, till restauranger och caféer med egna växthus eller inomhussystem och storskalig kommersiell växthusproduktion.

2.2 Fyra nya trender i stadsodling

Även om merparten av den urbana och peri-urbana stadsodlingen fortfarande baseras på frilandsodling utomhus, så är det idag tre nya trender som är andra former av urban livsmedelsproduktion än frilandsodling utomhus.

Fyra nya trender i stadsodling

- Nya klimatsäkrade odlingsmetoder och tekniska system som också radikalt ökar stadsodlingens produktivitet, energi- och vattneffektivitet genom moderna och ytsnåla odlingsmetoder. Vanligtvis innebär detta att odlingen sker i klimatsäkrade odlingsystem som i växthus eller inomhus.
- En annan trend är växthusodlingarna eller inomhusodlingarna byggs för att kunna utnyttja flödet av urbana fysiska resurser för växtodling, och då kunna vara en del av stadens cirkulära ekonomi. Spillvärme, säsongslagrad värme, renat dag-, grå- och avloppsvatten och vissa avfallsfraktioner blir resurser för livsmedelsproduktion.
- Eftersom ytor för odling är en bristvara i urbana områden, används då odlingar på tak till större byggnader eller när det gäller inomhusodling med LED-belysning i konverterade industribyggnader, underjordiska utrymmen och tidigare parkeringshus. Framst för grönsaker, men också i ökande utsträckning för fiskodling i landbaserade odlingar och odling av svamp, alger och insekter
- En fjärde trend är att odlingarna förläggs mycket nära restauranger, caféer, pubar eller livsmedelsbutiker, och i många fall att växtodlingen är en del av butiken eller restaurangen eller finns i eller vid samma byggnad.

Sammantaget har dessa trender och utvecklingsmöjligheter lett till många fungerande verksamheter i Nordamerika, delar av Europa och i Asien. Utvecklingen av klimatsäkrad livsmedelsproduktion i städerna i växthus och inomhus är idag starkt växande globalt, men har ännu mycket få tillämpningar i Sverige.

1. Klimatsäkrade slutna odlingssystem som en viktig del i en framväxande urban livsmedelsproduktion

Alla grödor kan i princip odlas i klimatsäkrade slutna odlingssystem som också ibland kallas CEA (Controlled Environment Agriculture). Växthus, inomhusodlingar med LED-belysning och odlingar i containers eller andra slutna utrymmen är alla exempel på detta. Odlingssystemen bygger vanligtvis inte på konventionell odling i jord, utan på odling i inerta material som bevattnas och gödglas med näringsberikat vatten. Hydroponik, aeroponik och akvaponik är de vanligaste odlingssystemen, som beskrivs nedan.

De vanligaste grödor som globalt odlas inomhus (där också växthus kan ses som en inomhusmiljö) är grönsaker, microgreens (små bladgrönsaker) och örter, vindruvor, cannabis, frukter, blommor och plantskoleväxter eller plantskola grödor. Det finns också exempel på odlingar av rotfrukter, svamp, insekter, humle, alger och sädesslag som vete och majs.

En av anledningarna till inomhusodlingens attraktion globalt är förmågan att producera mer med mindre resurser. De högre intäkterna inom inomhusodling drivs av tre faktorer: (a) produktionsförmåga året runt, (b) högre avkastning och (c) högre detaljhandelspriser.

Under ett givet år, förutsatt att det inte finns några väderrelaterade incidenter, kan exempelvis konventionella salladsodlare på friland skörda hela odlingen kanske 4-5 gånger. Jämför detta med inomhusodlare som kommer att kunna skörda hela sin odling runt 18 gånger under året.

När odlare själva får ange sina största utmaningar påpekar de svårigheten att hantera driftskostnaderna. De högsta prioriteringarna var både att minska och förutsäga/stabilisera driftskostnaderna. Arbetskraft är en av de mest kostsamma komponenterna inom inomhusodling.

1. Klimatsäkrad stadsodling som en del av stadens cirkulära ekonomi

En annan pådrivande trend är möjligheten att radikalt öka produktiviteten av livsmedel genom högteknologiska, kontrollerade och yteffektiva odlingssystem i symbios med stadens övriga resursflöden. Med avancerade teknologier för näringstillförsel, värme, belysning och förädling kan livsmedel produceras i stadsmiljöer och prismässigt konkurrera med traditionellt producerade och/eller importerade varor. Att låta livsmedelsproduktionen integreras i stadens infrastruktur och försörjningssystem kan medföra stora miljömässiga fördelar genom minskat transportbehov, effektivare resursutnyttjande (energi, värme, vatten, avfall), lägre utsläpp av miljögifter och andra miljöpåverkande ämnen som fosfor och kväve.

2. Ta i bruk outnyttjade ytor och rum i fastigheter och av staden anlagda ytor

Tillgång till odlingsbar mark är begränsad i städerna, så därför är jordfri och yteffektiv odling ofta ett mycket bra alternativ. Då möjliggörs placeringar av växthus på tak, odlingar inomhus i outnyttjade industribyggnader eller verksamhetslokaler, placeringar på lågutnyttjade parkeringsplatser eller temporära placeringar på mark som senare ska saneras eller bebyggas.

3. Hyperlokal livsmedelsproduktion - restauranger och matbutiker får produkter från sin omedelbara närhet

Många restauranger får del av sina grönsaker från växthus som ligger på fastighetens tak eller i dess omedelbara närhet, vissa även från inomhusodlingar i sina egna lokaler. Detta är ingen helt ny trend, eftersom restauranger som ligger i exempelvis herrgårdsmiljöer ofta har sina egna näraliggande köksträdgårdar eller motsvarande, många institutioner som fängelser och sjukhus har producerat sin egen mat långt in på efterkrigstiden i Sverige. Det nya är att yteffektiva, klimatsäkrade odlingssystem gör detta möjligt gör det möjligt att samlokalisera livsmedelsbutiker och restauranger med växthus och inomhusodlingar, utan att behöva ta stora markytor i anspråk som vanligtvis inte finns där livsmedel säljs eller konsumeras.

2.3 Internationella exempel på klimatsäkrade stadsodlingar

Det finns en växande andel exempel världen över som är klimatsäkrade stadsodlingar. De här valda exemplen är bara en liten andel av de som redan finns i drift idag. Dessa exempel är valda för att sammantaget illustrera de fyra nya trenderna som vi identifierat för stadsodling.

2.3.1 Takväxthus i USA och Canada

Gotham Greens – New York och Chicago

Gotham Greens är New Yorks första professionella hydroponiska takväxthus. Företaget grundades år 2008 med syfte att sälja lokalt odlade färska produkter till närliggande restauranger och återförsäljare. Växthuset byggdes för att ge stadsodlare fullständig kontroll över odlingsmiljön, inklusive ljus, temperatur, luftfuktighet, koldioxid och näring. Solpaneler på taket vid växthuset tillhandahåller nästan hälften av elförbrukningen.



Foto 1. Gotham greens, Brooklyn.¹

Gotham Greens odlade från början fem till tio typer av sallad inklusive röda och gröna blad, och småhuvudsallad, som levereras till restauranger och välsorterade livsmedelsbutiker i New Yorks storstadsområde. Grödorna kommer att växa även under den kallaste vintertiden och även under extremt varma somrar. Efter orkanen Sandy i oktober 2012, var Gotham den enda odlingen som kunde leverera färsk sallad till lokala Whole Foods butiker.

Företaget har succesivt expanderat och har idag fyra takplacerade växthus i New York och Chicago, och grödosortimentet har vidgats. Takväxthuset i Brooklyn, NYC ligger på taket till den byggnad där livsmedelskedjan för ekologiska livsmedel Whole Foods finns. Det gjorde 2013 Gotham Greens, med Whole Foods Market som sin samarbetspartner, till USAs första kommersiella växthusodling integrerad med en livsmedelsbutik.

Under sitt första verksamhetsår producerade anläggningen, enligt företaget, 54 ton grödor - tre gånger mer än Brooklyn Grange i Queens, New York på ungefär en tredjedel av utrymmet. (Brooklyn Grange är en takträdgård med konventionell frilandsodling). Detta beror delvis på att Gotham fortsätter att odla under vintern (medan Grange ligger i träda) med hjälp av högtrycks-natriumlampor och 55-kilowatts solcellspaneler som ger hälften av energin som växthuset behöver under hela året.

Några av New Yorks mest krävande kockar har fattat tycke för Gotham Greens. Företaget kan skörda något på morgonen och ha det på stormarknadens hylla eller restaurangtallriken samma eftermiddag, vilket är väldigt övertygande för återförsäljare och kockar. Gotham Greens säljer inte sina grödor utanför en 25 km gräns. Företaget säger att närhetskriteriet skär ner på koldioxidutsläppen och dessutom tillåter företaget att garantera leverans till lokala kunder.

Lufa Farms – hydroponiskt växthus på tak i Montreal

¹ https://gmdconline.org/wp-content/uploads/2011_annual_report.pdf

Lufa Farms är en knappt 2900 m² hydroponiskt växthus på taket på en kontorsbyggnad i Montreal. Växthuset är speciellt utformat för att ge en optimal miljö för mer än 25 sorter av grönsaker och gör det utan att använda artificiella bekämpningsmedel, fungicider eller herbicider av något slag. Utnyttjande av regnvatten och återanvändning av bevattningsvatten minskar radikalt vattenanvändningen.



Foto 2. Lufa Farms, Quebec.²

Lufa Farms odlar sedan 2011 mer än 25 sorter av grönsaker och färskvaror i takodlingen för lokala konsumenter. De tillhandahåller även rotfrukter och vissa andra produkter från andra lokala Quebec jordbrukare. Kunder kan välja en "fresh produce basket" för veckovisa leveranser. De förmedlar även rotfrukter och grönsaker från bönder i Quebec. De levererar matkorgen till en gemensam leveransadress, eller så kan man hämta sin matkorg vid växthuset.

2.3.2 Klimatsäkrade odlingssystem inom byggnader

Pasona – kontoret där medarbetarna odlar sin egen mat

Bemanningsföretaget Pasonas huvudkontor i Tokyo syns väl, genom att växter täcker byggnadens fasader, och finns på alla balkonger. Kontoret är lika grönskande inomhus. I vad som är det första jordbruk-till-skrivbord-projektet i sitt slag, odlar personalen det mesta av sin egen mat - ris, broccoli, squash, tomater och mycket annat. Inomhusjordbruket omfattar cirka 1,5 hektar inomhus. Risfältet och grönsaksodlingen inuti byggnaden kan med hjälp av inomhusbelysning skördas tre gånger per år.

²https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lufa_Farms_Aerial_view_of_Montreal_rooftop_greenhouse6.jpg

Den nio våningar höga, 20 000 m² stora kontorsbyggnaden byggdes 2011 som ett renoveringsprojekt. Där upptar grönområdet en stor del, totalt över 4000 m² med 200 arter, inklusive frukt, grönsaker och ris som skördas, tillagas och serveras i cafeterierna i byggnaden.



Foto 3. Pasona, Yamashita Yohei.³

The Plant, Chicago – integrerad livsmedelsproduktion i industrilokal

År 2010 köpte entreprenören John Edel "The Plant" - en nedlagd tom 8 690 m² slakterianläggning i Chicago - med avsikt att förvandla den till ett vertikalt jordbruk med nollavfall och nollenergi. Inom The Plant finns bland annat en grönsaksodling, fisk och öl - ett Kombucha-te bryggeri, en svampodling och en biodling på taket av byggnaden. Plant Chicago har en akvaponisk odling i tre stycken system som har cirka 600 fiskar vardera, och växtodlingsbäddar kompakt planterade med ruccola, örter och andra salladssorter. The Plant drivs med en social företagsmodell.

³ <https://www.flickr.com/photos/monana7/3147125070/>

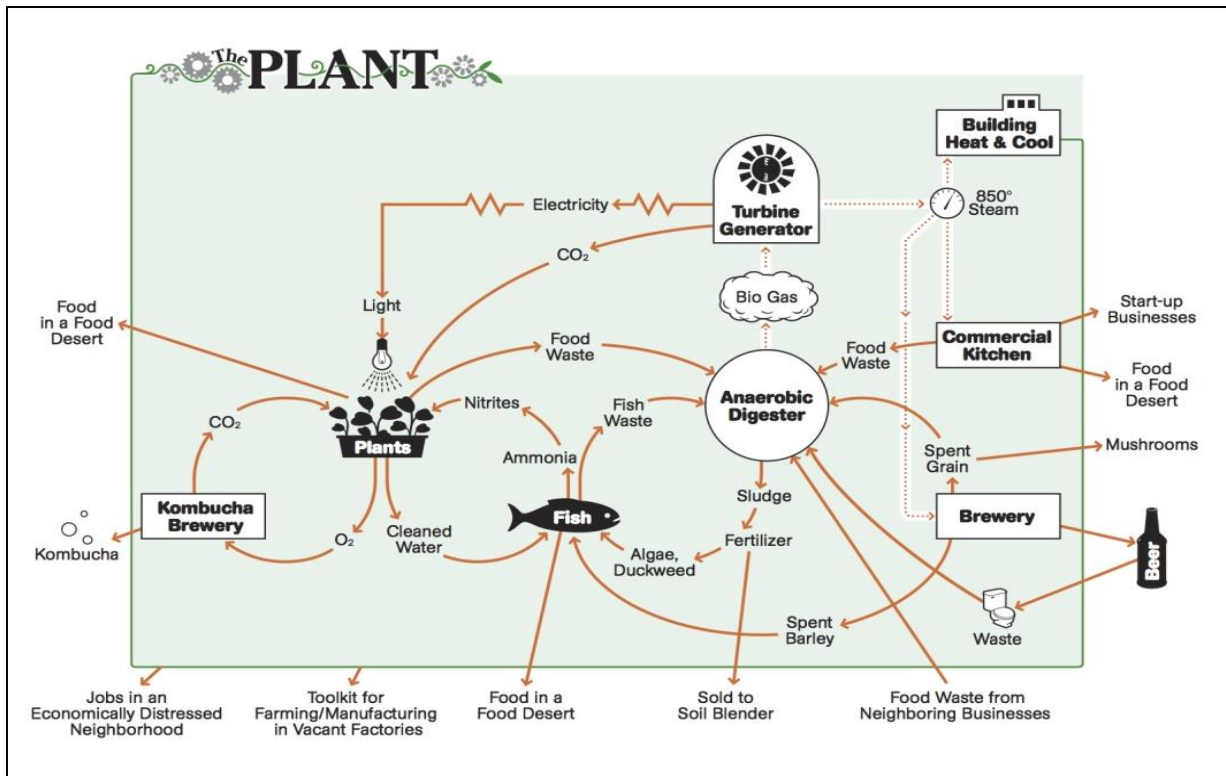


Bild 1. The Plant, Chicago. ⁴

The Plant är ett komplext system med hög grad av interaktion mellan delarna. Avfall från en verksamhet kommer att användas som mat till en annan. Ett bra exempel på det är de förbrukade destilleringskornen från bryggeriet som kommer att matas till tilapia-fiskar, medan tilapia-avfallet kommer att matas till svampen.

⁴ <http://plantchicago.org/2016/02/12/what-is-the-plant/>

Plant Factory – allt fler i Japan

I högteknologiska "Plant Factory" ("växtfabriker") inomhus i Japan och på andra platser, framför allt i sydöstra Asien, kan färsk frukt och grönsaker framställas på ett industriellt sätt. Grödor produceras i slutna miljöer där alla viktiga element som behövs för växttillväxt som luft, ljus, näringsämnen och vatten är tekniskt kontrollerade.



Foto 4. Exempelbild - Underjordisk odling, Urban Oasis.

Luftkonditionering och ljuskällor som lysrör och LED-lampor används för att ersätta naturlig ventilation och solljus. Temperatur och fuktighet är också noggrant justerade så att effekterna av skadliga odlingsförhållanden kan elimineras.

Odling kan ske i områden med mycket kalla eller varma klimat så länge som det finns tillräckligt med vatten och el. En växtfabrik producerar grödor av jämn kvalitet och garanterar en stabil skörd året runt, vilket resulterar i stabila priser, ungefär som i andra industrier. Om tillräckliga sanitära kontroller genomförs i odlingen så hålls skadedjur och skadliga mikroorganismer borta, vilket eliminerar behovet av bekämpningsmedel.

Växtfabriker har många fördelar gentemot traditionellt jordbruk och växthus, enligt företrädare för dessa odlingssystem. Det mest uppenbara är att odling kan ske tredimensionellt. I stället för att planteras i marken eller i markplanet så odlas grödor i odlingshyllor i flera plan, med belysning, vatten- och näringstillförsel till varje hyllplan.

Eftersom växtfabriker har mycket kontrollerade miljöer, så är den mängd vatten som behövs för bevattning bara omkring 2 procent av det som behövs för frilandsodling, enligt branschen.

Höga installationskostnader är den största nackdelen, men den potentiella avkastningen kan motivera investeringen. Den genomsnittliga kostnaden för produktion per ytenhet är högre, men om man tar hänsyn till den staplingsbara odlingsplanen och anläggningens oberoende av oförutsägbara väderförhållanden, kan avkastningen per ytenhet vara 30 till 40 gånger högre än den från växthus, enligt branschen.

Japan Plant Factory Association som bildades 2010 driver i samverkan med Chiba universitet forskning och kursverksamhet inom området.

2.3.3 Andra lokaliseringar av klimatsäkrade odlingsystem för staden

Growing Underground – underjordiska färska grönsaker

London företaget *Growing Underground* har en ovanlig plats för sin urbana livsmedelsproduktion – 33 meter under gatorna i Clapham i södra London, i övergivna underjordiska skyddsrumstunnlar från andra världskriget.



Foto 5. Clapham Common underground farm, Matt Brown.⁵

Med det senaste inom hydroponiska system (växtodling i näringsberikat vatten) och lågenergi LED-belysning, kan grödor odlas året om opåverkade av väder och säsong i den stabila och pesticidfria miljön. Nu odlas mizuna, vattenkrasse, thailändsk basilika, rädisa, ärtskott, senapsblad, koriander, röd amaranth, selleri, persilja, ruccola och röd ängssyra här.

I skyddsrumstunnlarna finns inga skadeinsekter, ingen frost och stabil temperatur. Inga bekämpningsmedel behövs. Tekniken för belysning, bevattning och ventilation använder mycket lite energi. El kommer från förnybara energikällor. Närheterna till kunderna spar transportkostnader och bränsleförbrukning för alla aktörer.

Olika belysning ger olika form, utseende och smak hos grönsakerna och påverkar också innehållet av socker och stärkelse. Företagets grundare menar att deras odlingsform kan leda till en återgång till äldre, traditionella växtsorter som övergivits av det storskaliga jordbruket. Företaget

⁵ This work is licensed under the Creative Commons Attribution 2.0 Generic License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>

har börjat odla dessa äldre växtsorter, som stormarknaderna övergett, eftersom de inte tål transport så bra.

Företagets grundare hävdar att det finns en ivrig kundkrets av kockar runt om i staden som idag är underförsörjda med riktigt färska bladgrönsaker. Efterfrågan är idag främst från restauranger och grossister, men grundarna räknar med att dagens matintresse kommer att öka efterfrågan från detaljister och hushållen.

Företaget anser att denna typ av livsmedelsproduktion kan ske överallt: i industriområden, gamla nedlagda gruvor eller andra underjordiska utrymmen.

Containerväxthus för stadsodling i Berlin

Containerfarms som utvecklats av ECF (Efficient City Farming GmbH) består av en container med ett påbyggt växthus som kan placeras på eller vid en byggnad i princip varsomhelst. Containern inrymmer akvakultur och det påbyggda växthuset hydroponik. Akvaponiksystemet ASTAF-PRO använder mikroorganismbaserade filter som omvandlar fiskens avfall till gödselmedel som växterna behöver. Med en ECF Containerfarm kan man odla både fisk och över 400 olika arter av ätliga grödor.

Nuvarande containerodlingar i Tyskland



Foto 6. Efficient City Farming, ©ECF Farmsystems GmbH.

ECF Container Farm, kan levereras till hotell, restauranger, matkooperativ eller andra parter som är intresserade av en nyckelfärdig urban odling som kan placeras på en parkeringsplats (upphöjd för att ge skuggad parkering nedanför om så önskas) eller på taket.

2.3.4 Växtodling nära slutkonsumenter

Wolhusen tropikhus – tropiska frukter från spillvärme i centrala Schweiz

Spillvärme från en kompressionsanläggning för naturgas används i växthus med tropiskt klimat för att producera tropisk frukt, grönsaker och fisk i ett blandodlingssystem. Genom genomtänkta slutna kretslopp för näringsämnen och vatten kan spillvärme, regnvatten, solenergi och fiskfoder användas för att odla färska och ekologiska produkter.

Det första tropikväxthuset byggdes 1999 i Ruswil. År 2010 öppnade det tropiska växthuset i Wolhusen. Där produceras tropiska frukter och kryddor, på en produktionsyta på 5 300 m², som främst säljs i växthusets lokaler. Fiskodlingen levererar den tropiska Tilapian till utvalda Coop-butiker och förser samtidigt växterna i det tropiska växthuset med nödvändiga näringsämnen. På 2 100 m² kan besökare uppleva mer än 100 olika grödor och få veta mer om odling av tropiska produkter inom särskilda ämnesområden. I den intilliggande restaurangen kan besökarna njuta av hemlagade specialiteter i skuggan av bananträd.



Foto 7. Tropenhaus Wolhusen, Schweiz.⁶

⁶ http://www.tropenhaus-wolhusen.ch/img/BaliRestaurant_Z.jpg

InFarm, Berlin – vertikal odling nära konsument



Foto 8. Infarm, Berlin.

Företaget Infarm i Berlin började 2013 att utveckla ett "inomhus vertikalt jordbruk" som kan producera allt från örter, sallad och andra grönsaker och till och med frukt. Infarm odlar inte i lokaler i stadens utkanter, utan i kundnära platser som livsmedelsbutiker, restauranger, köpcentra och skolor, så att slutkunden själv kan hämta sina grönsaker.

De är det första företaget i världen som har kombinerat ett vertikalt odlingsystem med en stormarknad, i 2016 tillsammans med Metro Group, som är en av Europas största grossister.

Infarm-systemet är pesticidfritt och kan prioritera grönsaker som odlas för sin smak, färg och näringsvärde i stället för sin lagringsbeständighet eller förmåga att skapa massproduktion av en enda gröda. Infarm skräddarsyr ljusspektrum, temperatur, pH och näringsämnen för att säkerställa varje plantas maximala naturliga möjlighet när det gäller smak, färg och näringskvalitet.

Infarm vertikala jordbrukssystem har utformats för att möjliggöra en ständig daglig skörd. Med inspiration från solrosen flyttar de växande odlingsbrickorna växterna från mitten till yttre omkretsen beroende på storlek och tillväxt. Sensorer samlar in och registrerar data från varje odlingsenhet så att Infarms experter kan fjärrövervaka grödor och optimera växternas tillväxt i realtid eller felsöka något problem.

Den resulterande kombinationen av IoT, Big Data och cloud analytics gör "odling som tjänst" möjlig, och gör också Infarms system mycket skalbart, både när det gäller biologisk mångfald och utbud: från ett litet antal enheter i butiken till en stor online-återförsäljare som kan kräva tusentals växtenheter och odla hundratal olika grönsakssorter.

Odling och hyperlokal konsumtion - Long Arm Pub & Brewery, London



Foto 9. Long Arm Pub & Brewery, London.

Puben Long Arm i London är kombinerad med sitt eget samlokaliserade mikrobryggeri. Puben är central punkten i ett mycket lokalt kretslopp som baseras på ölbryggningen och restprodukterna från den. Malten blir till fiskmat i fiskodlingen som är en del av kretsloppet. Spillvattnet från fiskodlingen bevattnar och gödslar en egen "Urban Farm". Både fisk och växterna blir sedan pubmat till den egenbryggda ölen.

Beteckningen "Hyperlocal" innebär att maten odlas där den ska konsumeras, vilket eliminerar behovet av både förpackningar och transporter.

2.4 Svenska exempel på klimatsäkrade stadsodlingar

Den odlade stadsbasaren – under jorden i Högdalen, Stockholm



Foto 10. Den odlade stadsbasaren, Högdalen.

Den Odlade Matbasaren är ett Vinnova-finansierat UDI (Utmaningsdriven Innovation) 2 projekt som drivs av Stockholms Stad ISBR och Helsingborgs Stad med ett 15-tal deltagande företag och organisationer. Efter en genomförd UDI 1 förstudie startades inomhusodlingen i Högdalen i ett oanvänt utrymme under markytan på cirka 80 kvm. Odlingen sker på så kallade flod och ebb bord, det vill säga man placerar krukorna på ett odlingsbord som översvämmas med vatten innehållande näringslösning, och sedan tömmer man det föra att inte växterna skall stå i vatten hela tiden.

I Skåne har projektet ett växthus på industriområdet Kemira med Scandinavian Silver Eel. Båda anläggningen i Stockholm och Skåne har belysning från Heliospectras LED-belysningar.

UDI projektets målsättning är att skapa nya arbetstillfällen i en urban miljö, detta sker genom nyanställning av arbetslösa, i alla områden från odling till försäljning och distribution. Under UDI 2 fasen skall försäljning till konsumenter och egen användning i caféverksamhet att ske och utvärderas. Projektet startades sommaren 2017 och kommer att slutföras under 2018, med syftet att lämna in en UDI 3 ansökan under början av 2019.

Grönska – inomhusodling i Hammarbyhöjden



Foto 11. Grönska Stadsodling..

Grönska är ett nystartat företag som odlar grönsaker och örter i hydroponiska system. Odlingarna är dock en kombination av jordodling och hydroponik, eftersom det finns jord i de små plastkrukorna som växterna odlas i, men rötterna sträcker sig genom hål på botten i krukorna ned i ett hydroponiskt odlingsmedium.

Odlingarna sker i ett hyllsystem med flera odlingslager och näringslösningen cirkulerar genom hela odlingen i ett slutet system.

Grönskas vision är att erbjuda så lokalt odlade grödor året runt som möjligt till urbana kunder både i Sverige och i resten av Norden. Företaget är under uppbyggnad och odling sker i nuläget i mindre skala på cirka 80 m². Man söker nya större lokaler i Stockholmsområdet. Finansiering har kommit bland annat från Jordbruksverket och Naturvårdsverket. Grönska drivs av Robin Lee, Petter Olsson och Natalie de Brun Skantz.

Elleholms tomater, Mörrum – spillvärme och CO₂-gödning



Foto 12. Elleholms tomater, Mörrum.

Elleholms tomater i Mörrum i Blekinge kan kanske inte anses som en stadsodling, men är ändå intressant som ett gott svensk exempel på hur växthusodling kan utnyttja tillförsel av lokala resurser i sin produktion. I detta fall överskottsvärme från näraliggande Södra Cell, och koldioxid från en spritfabrik.

Företag driver Sveriges näst största tomatodling i växthus, med nästan 6 hektar under glas. Årligen produceras cirka 2 700 ton tomater. Elleholm samlar upp och recirkulerar övergödningsvattnet för att undvika övergödning i marken. Företaget använder energiväv för att spara energi, el från förnybar råvara och biologisk skadedjursbekämpning.

Under en normal produktionsvecka sprutas ungefär 20 ton koldioxid in som kommer från spritfabriken i Nöbbelöv. Då höjs koldioxidkoncentrationen i växthusen från cirka 400 ppm till runt 1000 ppm. Detta stimulerar tomatplantornas fotosyntes och får dem att växa fortare.

Peckas Naturodlingar, Härnösand



Foto 13. Peckas Naturodlingar, Härnösand.

Peckas Naturodlingar har utvecklat ett unikt system för kretsloppsodling av tomater och regnbågslox. Fiskarna ger näring till tomaterna som i sin tur renar vattnet som går tillbaka till fiskarna. Systemet har utvecklats under 20 år, växlas nu upp till ett fullskaleprojekt. Nu har företaget Europas största akvaponiska odling.

Det 4 000 kvadratmeter stora växthuset beräknas kunna leverera 10 procent av behovet av tomater i upptagningsområdet med sina 250 000 invånare. Tomatsorten är optimerad för att växa färdigt på plantan, plockas ätmoget och komma till konsumenten samma dag eller nästa.

Att odla fisk är resurseffektivt. Levande i naturen behöver en regnbåge äta 5-7 kilo fisk för att växa 1 kilo. Med Peckas Naturodlingars odlingsystem får man 1 kilo fisk och 10–12 kilo tomater på 1 kg fiskfoder. För att odlingen ska vara i balans produceras ungefär 10 kg tomater för varje kilo fisk. Företaget avser att starta produktion också i en storstadsregion, och där tiodubbla produktionen.

KTHs forskningsväxthus i Haninge – resurssnål odling av fisk och grönsaker i slutet system



Foto 14. Svensk Aquaponik, Haninge.

KTH och Svensk Aquaponik driver på Berga Naturbruksgymnasium i Haninge projektet Växthuset, där man forskar kring hur man kan odla fisk och grönsaker energieffektivt och förbruka så lite vatten som möjligt. I det 80 kvadratmeter stora växthuset produceras sedan 2013 fisk och grönsaker i slutna system, i ett akvaponiskt system. Det enda som tillförs systemet är fiskfoder och regnvatten. Grönsakerna vattnas med avloppsvatten från fiskodlingen, som samtidigt renas för att sedan återföras till fisktankarna. Växthuset består av en geodesisk kupol i form av ett halvklot byggt av trekantiga skivor av genomskinlig lätt plast som monteras på en trästomme.

Idag produceras i växthuset bananer och andra tropiska frukter. Här tar doktoranden och Svensk Aquaponiks grundare Björn Oliviusson fram nya odlingsdata för ett antal växt- och fiskarter. Tropiska frukter som bananer, papaya, guava, kakao och passionsfrukt, som i vanliga fall importerats, ofta med flygfrakt, odlas här i växthusmiljö. Resultat hittills visar att dessa grödor går utmärkt att odla i Sverige med lika bra eller bättre kvalitet och med produktionstider liknande de i tropikerna. Tillväxten för bananerna är jämförbar med den tillväxt som sker hos bananplantor på Kanarieöarna. I systemet odlas även Tilapia, en växtätande fisk som Sverige importerar i relativt stora kvantiteter. Odling av denna art gör det möjligt att skapa foder från svenska, hållbara råvaror, främst växter



Foto 15. Bananer från Haninge.

2.5 Erfarenheterna från de beskrivna exemplen

Gemensamt för alla beskrivningarna av de svenska och internationella exemplen i denna rapport är att de är exempel på en utveckling i byggd miljö som skett under det senaste årtiondet, i Sverige och internationellt. De som utvecklat och driver dessa byggnader eller anläggningar lyfter ofta fram fördelarna för miljö och hållbarhet som en stark drivkraft i denna utveckling.

Fördelar för byggföretag och fastighetsägare blir också bli tydliga i flera av fallbeskrivningarna, till exempel genom inkomster som kan fås för att upplåta tak och andra ytor, att använda växtbaserade system för att minska driftskostnader för byggnader och teknisk infrastruktur, möjligheten att skapa mer attraktiva miljöer som tilltalar köpare och hyresgäster samt betydelsen av gröna innovativa lösningar för att stärka det egna varumärket. Likartade fördelar finns också i många fall för städerna eller stadsdelarna.

Exemplen visar också att det finns hinder och utmaningar för att få växtsystem att fungera i urban miljö. När det gäller växthus på tak eller omfattande växtlighet inomhus så kan nya krav komma att ställas på byggnaders tak och andra strukturelement eller byggnadens ventilation, belysning eller energiförsörjning. Regelverket i fysisk planering och i byggtekniska normer stöder inte alltid de nya möjligheterna.

De faktiska eller potentiella fördelar, problem och utmaningar som finns beror självfallet på hur växterna och växtanläggningarna kommer in i byggd miljö, och varierar för typen av odlingsystem och byggnadens eller stadsytans utformning.

2.6 Stockholmsregionens förutsättningar och utvecklingsprojekt

Stockholmsregionen har många olika utvecklingsprojekt och nya verksamheter som kan bidra till genomförandet och vidareutvecklingen av den planerade verksamheten för projektet CityFresh.

Invest Stockholm och Foodtech som utvecklingsområde

Invest Stockholm har under den senaste femårsperioden arbetat med att utveckla "foodtech" som ett utvecklingsområde för Stockholm. Stockholm börjar nu bli en ganska betydelsefull hub för vad som brukar kallas "foodtech" som omfattar innovativa tekniker och metoder för odling, lagring, transport, distribution och tillagning av både välkända men också nya grödor och livsmedel.

Detta arbete har skett dels genom olika projekt finansierade av staden, Vinnova och Naturvårdsverket, dels genom rådgivning och stöd för affärsutveckling för de nya foodtech start-ups som nu finns i Stockholmsregionen.

Ökande antal start-ups inom området

Ett flertal start-up-företag, förutom de här beskrivna, finns nu i Stockholmsregionen, som bland annat Plantagons inomhusodlingar i DN-huset, Urban Oasis underjordiska inomhusodling i Liljeholmen, Ecobloom, mindre växthus och utomhusträdgårdar på taket till Garnisonen-byggnaden med flera.

Förstärkt nätverksbyggande

Nätverksbyggandet i regionen stärks också av att Stockholm har idag två foodtech relaterade event per år, Sweden Demo Day i december i Munchenbryggeriet för mindre start-up företag, bland annat foodtech där allt från appar till ny teknik presenteras och söker kapital både för utveckling men också för produktion.

Det andra Sweden Food Tech Big Meet, är i juni och söker inte bara kapital till nystartade företag utan innehåller också ett antal föredrag om digitala trender och samlar ett par hundra deltagare från branschen.

Sweden food Tech Big Meeting

Sweden Food Tech Big Meet är ekosystemet för nästa generations livsmedelssystem, baserat på teknik, data, hållbarhet och hälsa. Ambition är att bygga världens främsta system för positiv utveckling av livsmedelssektorn baserat på digital transformation och entreprenörskap. Systemet involverar nyckelaktörer i dagens livsmedelsindustri, forskningsinstitut och de nya entreprenörerna som skapar framtidens mat. Sweden Food Tech Big Meet är den årliga sammankomsten

av ledande lokala och globala tänkare och spelare kring det nya livsmedelssystemet, som förenar "the dots" med ett särskilt fokus på data, stadsodling, livsmedelssystem och personlig mat och hälsa.

Deras event 2017 och 2018 var mycket välbesökta med ett stort intresse kring flera korta presentationer så kallade pitchar, från olika företag max 5 minuter/styck. En presentation som nu testas är "blockchain" tekniken där flera databaser verifierar för att öka spårbarheten inom livsmedelstillverkning från jord till bord via alla led i kedjan (tekniken används av Bitcoin).

Positiva relationer till den existerande kommersiella växthusbranschen

Orto Novo

Existerande större kommersiella växthusföretag kan också vara en resurs för att utveckla stadsodling i nya former. Orto Novo är ett sedan länge etablerat växtodlingsföretag som specialiserar sig på krukodlade grönsaker, kryddor samt skurna grönsaker och groddar. Företaget är lokaliserat på Ekerö och odlar idag cirka 12 miljoner krukor/år i sina 20 000 m² stora växthus. Man håller på att utöka odlingsarealen ytterligare. Företaget har ett mycket modernt energi- och klimatsystem med bland annat värmepumpar.

Företaget arbetar nu med att minska sin import av växtnäring genom att komplettera sin produktion med en småskalig fiskodling. Näringen från fiskodlingen kommer att utnyttjas som komplement i växtproduktionen samtidigt som kyla och värme från klimatsystemet kan utnyttjas för att skapa ideala produktionsförhållanden i fiskodlingen. Fiskodlingen, som sker i tankar inomhus, kommer inte att ha någon negativ miljöpåverkan. Detta pilotprojekt beskrivs närmare i avsnitt 11.

Grönska växthusteknik

Växthus med högt driven automatik och optimerade energilösningar spås ha en mycket viktig plats i den expansion av urbana odlingar som nu växer fram i Sverige. För att kunna konkurrera med importerade grödor måste växthusen kunna utnyttja spillvärme samt ha god hållbarhet mot kraftiga svängningar i klimat och nederbörds mängder. För att ytterligare minska sårbarheten på vår matproduktion är det synnerligen önskvärt att mycket av växthustekniken produceras och utvecklas inom landet.

Grönska är ett växthusföretag, baserat i Eskilstuna, som producerar och bygger växthus i hela landet. Företaget har byggt ett flertal av de större växthus som förser Stockholm med sallader, kryddor med mera. Växthusen är utvecklade för svenska förhållanden och flera av företagets produkter ligger i den tekniska framkanten.

2.7 Projekt i övriga delar av Sverige med faktisk eller potentiell anknytning till Stockholmsregionen

Det finns också ett antal aktörer och kompetenscentra runt om i landet, som kan bidra till utvecklingen av klimatsäkrad stadsodling i Stockholm. De viktigaste idag är:

Refarm 2030

Organisationen Refarm 2030⁷ startades 2015 med det primära målet att dels öka den hållbara delen av landets livsmedelsproduktion, dels att öka Sveriges självförsörjningsgrad. De metoder som främst kommer att användas för att nå dessa mål är stadsjordbruk, spillvärmeuppvärmda växthus samt storskalig produktion av fisk och växter i akvaponiska odlingssystem. Man vill även skapa ett stort antal nya arbetsplatser inom den gröna sektorn vilket även tros gynna integreringen av nyanlända i samhället. Grundtemat är att odla hållbara livsmiljöer, både ekologiskt, socialt och ekonomiskt.

Swedish surplus energy collaboration, SSE-C

Swedish Surplus Energy Collaboration, SSE-C⁸, är ett nätverk som avser att möjliggöra hållbar livsmedelsproduktion och bättre livsmiljöer genom bättre användning av restvärme och andra outnyttjade resurser. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, är huvudman för projektet med Håkan Sandin i programledningen. Projektet har flera olika mål, bland annat:

- Urban Food. Att utveckla en ny, svensk, intensiv, cirkulär och symbiotisk primärproduktion av fisk och grönsaker i urbana och industrinära miljöer. Byggnation av minst 3 fullskaliga innovativa anläggningar skall påbörjas under 2016-2018.
- Urban Health. Att utveckla och skapa hälsosamma vistelsemiljöer för människor i urbana miljöer. En grundtanke är att restvärme utnyttjas till att skapa större vinterträdgårdar och stadsstrukturer där växtlighet och snöfria/ uppvärmda promenadstråk bidrar till bättre luftkvalitet, lokal matproduktion samt möjlighet till sociala mötesplatser. Möjligheten för äldre att röra sig i stadsmiljön vintertid genom att skapa snöfria områden ses som ett önskvärt mål.
- Beskriva olika verktyg i en verktygslåda avsedd för lokal och regional utveckling
- Utveckla finansieringsmodeller för investeringar Bygga upp en innovations- och kunskapsbank.

⁷ <http://refarm2030.se/>

⁸ <http://sse-c.se/>

Stadsjord

Stadsjord är en av grenarna på Pond⁹ (Hyla Pond AB). Pond är ett familjeföretag som startades av Niklas Wennberg för 25 år sedan. Stadsjords syfte är bland annat att fungera som kunskapscentrum och inspiratör för att utveckla en högre grad av självförsörjning. Stadsjord har för närvarande de flesta av sina aktiviteter i Göteborg. Verksamhetsledaren Niklas Wennberg har startat en akvaponisk anläggning i Göteborg men driver även andra typer av matproduktion, bland annat grisuppfödning och stadsjordbruk.

Stadsjord har även ett starkt fokus på information och kunskapsspridning och deltar i ett antal projekt relaterade till hållbar utveckling och matproduktion. Pond har även andra aktiviteter som utbildning i miljöledning, miljöcertifieringar samt miljöutredningar och miljökommunikation. Stadsjord/Pond är bland annat aktiva i projektet Refarm 2030.

Vegafish

Vegafish¹⁰ är ett innovativt foodtech företag som introducerar den för Sverige nya Bio-flock tekniken. I ett bioflock system försöker man härma de naturliga processerna i en varm, tropisk damm. Bakterier och mikroorganismer skapar små partiklar som utgör mat till de jätteräkor som odlas i systemet. Samtidigt så tar de olika organismerna hand om foderrester och fekalier som direkt omvandlas till nytt foder. Systemet är värmekrävande men kan också vara enormt produktivt. Odlingarna förläggs inomhus i stora tankar och har mycket liten miljöpåverkan. Vegafish startade odlingar i Uppsala och i Bjuv och 2016 köptes aktiemajoriteten upp av Wallenius Water AB. Senare samma år beslutade Wallenius att begära Vegafish i konkurs. Efter en omstrukturering med nya ägare håller Vegafish på att starta en odling av jätteräkor i Lysekil samt, enligt VD Matilda Olstorpe, en odling av Tilapia i Växjö.

2.8 För- och nackdelar med klimatsäkrade kretsloppsanpassade odlingsystem i urban miljö

För- och nackdelar har beskrivits i denna rapport, baserade på våra kartläggningar. Det finns också en viss enighet i bedömningar av för- och nackdelar från aktörer inom detta område. I korthet kan de sammanfattas som:

Fördelar

⁹ <http://www.stadsjord.se/>

¹⁰ <https://www.vegafish.com/>

- Effektivt utnyttjande av stadens ytor, i synnerhet när det gäller olika system som bygger på vertikal odling. Exempelvis kan ett företag som Vertical Harvest i USA, som är ett av de större kommersiella vertikala odlingsföretagen, producera samma mängd grödor på en tiondel tunnland som den konventionella frilandsodlingen behöver fem tunnland för att producera, alltså i detta fall en ökad yteffektivitet med en faktor 50. Detta är en stor fördel i städer som vanligtvis dålig tillgång på odlingsytor, jordbruksmark och outnyttjade landytor.
- Bättre livsmedelssäkerhet genom att odlingssäsongen inte begränsas av oförutsägbara väderleksförhållanden, om livsmedelsproduktionen sker i mer klimatsäkrade och kontrollerade odlingsmiljöer i växthus och inomhus.
- En bra plattform och arena för nyföretagande och innovationer. Urban odling och kontrollerade odlingsystem har idag en mycket snabb tillväxttakt i världen. Det finns för närvarande inget tecken på att den tendensen stannar av.
- Mindre behov av förpackningar. Närheten till konsumenten förändrar konsumtionsmönster, och väsentligt nedkortade distributionskedjor minskar behovet av förpackningar.
- Ökad livsmedelssäkerhet också genom kortare och framför allt snabbare distributionskedjor som gör att bakterier, virus och parasiter får mindre tid på sig att negativt påverka grönsakernas hygien och kvalitet.
- Bättre livsmedelskvalitet främst genom ökad tillgång till färskare grönsaker.
- Minskat matsvinn genom att färskare grönsaker ökar livslängden på grönsakerna.
- Minskad eller ingen användning av pesticider.
- Attraktivare stadsbild och byggnader på grund av nya möjligheter att förena med byggnadsutformning och arkitektur, eftersom urbana odlingsystem kan utformas som attraktiva och estetiska tillägg till befintliga byggnader.
- Effektivare vattenanvändning i så gott som alla typer av dessa typer av odlingsystem, jämfört med både frilandsodling och även stora delar av konventionell jordbaserad växtusodling.
- Bättre transparens och spårbarhet i livsmedelskedjan. Förutsättningarna för högre spårbarhet ökar, inte minst när det skapas större närhet mellan primärproducenter och slutkonsumenter.
- Ökad flexibilitet och anpassningsförmåga i livsmedelsproduktion, genom att dessa typer av odlingsystem skapar en ökad frihet att producera vad som behövs och efterfrågas, att välja hur detta ska odlas och också var det ska odlas.

Nackdelar

- Högre investeringskostnader för många odlingsystem av denna typ.
- Längre genomförandetider, om odlingsystemen ska kunna anslutas till lokala flöden av urbana resurser som exempelvis spillvärme eller renat dagvatten, vilket ofta kräver både ytterligare tekniska installationer och i många fall förhandlingar med mark- och fastighetsägare. Brist på erfarenheter, typfall och beprövade affärsmodeller för detta slag av mer avancerat systemtänkande.
- Högre kompetenskrav, och ofta brist på personal som kan utforma och hantera nya typer av odlingsystem. Dock öppnas nya möjligheter för sysselsättning med enklare jobb för mer manuella delar av planering, drift, skörd och distribution.

- Högre energiåtgång vid året runt odling - naturligt nog högre än vid odling enbart under odlingssäsongen på friland eller i uppvärmda växthus. Detta kan i vissa fall dock kompenseras med tillgång till spillvärme eller andra värmekällor av året-runt-karaktär.

2.9 Positiva drivkrafter och omvärldsfaktorer

Det finns ett stort antal drivkrafter och förhållanden som stärker stadsodlingen i allmänhet, och klimatsäkrad kretsloppsanpassad stadsodling i synnerhet. De viktigaste är:

Klimatfrågan som pådrivande på närproducerad mat och hållbar intensifiering av livsmedelsproduktion

En av de viktigaste drivkrafterna till dagens utveckling är kopplingen mellan klimatfrågan och livsmedelskedjan – alltifrån odling, distribution, lagring och tillagning och möjligheten att främja stadsodling som en del av klimatpolitiken, livsmedelsförsörjning, jobbskapande och främjande av innovationer och social integration. Från ett miljö- och klimatperspektiv är möjligheterna att minska matsvinn och nyttiggöra skördespill en nyckelfråga.

Klimatsäkrade och kretsloppsanpassade urbana odlingssystem bidrar till minskade livsmedelstransporter. På längre sikt är de strategiskt viktiga för att skapa hållbara metoder för att producera livsmedel i städerna.

Ökad självförsörjningsgrad är ett nationellt mål

Regeringens nya livsmedelsstrategi strävar mot en ökad svensk självförsörjningsgrad. Ökad tillgång till färska produkter hela eller delar av året ger ett bidrag till stadens både livsmedelssäkerhet och självförsörjningsgrad.

Stockholmsregionen har under beredning av strategin pekat på flera områden av vikt för storstaden som digitalisering, innovation, hållbarhet och cirkulära produktionsmodeller.

Stadsodling skapar nya möjligheter för fastighetsägare

Det finns många utvecklingsmöjligheter för fastighetsägare, exempelvis står stora delar av miljonprogramsområdena för stora renoveringsbehov av sina platta tak. Flertalet stora hyreshus har platta tak med gummiduk som är täckt med ett lager av runda stenar för att hålla duken på plats, denna gummiduk torkar ut och behöver ersättas. Här finns en möjlighet att nyttja ytan för växthus och få en ökad intäkt för fastighetsägaren, samt skapa ny sysselsättning i utsatta områden. Både social nytta och ökade intäkter ger en motivationsfaktor som är en möjlighet och en utmaning mot gällande bygglov, stadsplan och därigenom den politiska viljan.

Tekniska problem som hissar, ventilationsschakt, brandkrav, utrymningsvägar går att lösa men den politiska viljan styr vilka vägar utvecklingen skall gå. Det finns också ett antal tunga byggnader där konstruktionen väl tål att utökas med en odlingsyta, ett till exempel är parkeringsgarage i städer. Här skulle ett växthus kunna byggas på toppen av garage eftersom i framtiden

kommer sannolikt färre bilar att nyttas för korta transporter och detta skulle ge en ökad intäkt för ägare av garage. Logistik och närhet finns ju redan, byggnaden har ju transportväg ända in till växthuset.

Takbaserade växthus ger

- på liknande sätt som gröna tak - extra isolering på vintern och absorberar solljus på sommaren, som bidrar till att minska kostnaderna i samband med uppvärmning och kylning.
- skyddar också taken från UV-ljus och stora temperaturväxlingar, vilket kan öka takens livslängd.
- omvandlar undernyttjade takutrymmen till en ny inkomstkälla.
- om regnvatten används för bevattning i växthuset så minskar detta dagvattenflödet och därmed kostnader för att hantera dagvatten.
- ger fastighetsägaren möjlighet till att profilera sig inom innovations- och hållbarhetsområde.

Ökad efterfrågan på ekologisk mat

Andra marknadskrafter är ökad efterfrågan av vegetarisk eller vegansk mat, av närodlade och ekologisk odlade livsmedel – delvis som en del av det ökande intresset för matlagning och matens miljö- och hälsoeffekter. Både bland konsumenter, butiker och offentliga upphandlare inom kommuner och landsting ökar efterfrågan på ekologiskt odlade livsmedel, ibland kopplade till önskemål om lokal odling och spårbarhet i livsmedelskedjan. Den offentliga upphandlingen av ekologiskt producerade livsmedel ökar.

Ökad efterfrågan på närproducerad mat

Samma generella uppfattningar som för ekologisk produktion gäller ofta för närproducerad livsmedelsproduktion. Här kan man få lokalt stöd och ökad lokal efterfrågan just eftersom grönsakerna är närproducerade. I flera urbana målgrupper finns en ökad förståelse för transporternas påverkan på grönsaker, vilka har en låg vikt/volymp-förhållande och man önskar därför konsumera mera närproducerat. En anledning är också att grönsaker ganska snabbt tappar i fräschhet vilket syns på örter mm som handlas idag i stormarknader, många vill tillbaka till "stadsbasaren". Denna trend syns också på intresset för matmarknaden Paradisets nyemission som snabbt övertecknades, inte bara "hipsters" på Söder hänger på trenden. Även på antalet nystartade bolag syns en trend för närproducerat vilket innebär ökad konkurrens men också nya transport- och logistiklösningar. Även etablerade producenter som växthusföretaget Spisa har intresse av att hänga på trenden och testa lösningar för att komma närmare kunderna och minska påverkan av få stora grossister.

Stadsodlingen ökar tillgången till den odlade mångfalden

Odlingar i växthus och inomhus har ingen effekt på omgivande områdets biodiversitet men ger möjlighet att odla arter som normalt inte förekommer på den svenska marknaden. Skälet till detta

är ofta att många frukter måste skördas mogna och att dessa är mycket känsliga för transporter. Många arter klarar inte ens av att **flyg transporteras** utan att ta skada.

Genom odlingar i stadsmiljö kan även ett betydligt större utbud av frukter, bär och grönsaker komma att produceras istället för att som nu importeras. Odling i växthus och inomhus ökar också möjligheten till färska grönsaker och frukter även under vintern. Ökade arealer av odlingar under glas ökar stadens självförsörjningsförmåga samtidigt som utbudet av mat av hög kvalitet blir större.

Stadsodling som social plusfaktor

Ur ett sysselsättningsperspektiv har storskalig produktion av grönsaker en relativt hög sysselsättningsfaktor, denna kan genom ökad automatisering till viss del minskas. Men ser man att man genom mer närproducerat i urban miljö kan minska importen får man nya lokala arbeten inte bara i produktionen utan också i distribution och marknadsföring.

Till detta kommer även faktorer som ökad självförsörjningsgrad och mindre påverkan av störningar i transporterna.

Att även bereda och tillaga vegetariska rätter är ytterligare en möjlighet till ökad sysselsättning vid en urban produktion av grönsaker då man får kortare ledtider och kan anpassa produktionen till efterfrågan mer dynamiskt.

Nya tekniska förutsättningar för klimatsäkrad odling i städerna

En ny viktig drivkraft är att det idag finns möjligheter att radikalt öka stadsodlingens produktivitet, energi- och vattneffektivitet genom moderna och ytsnåla odlingsmetoder. Det kan handla om innovativa växthus på tak som nyttiggör byggnadens spillvärme, säsongslagrad värme och dagvatten. Det kan handla om inomhusodling med LED-belysning i konverterade industribyggnader, underjordiska utrymmen och gamla parkeringshus. Detta är en tydlig trend med många fungerande verksamheter i Nordamerika, delar av Europa och i Asien.

Foodtech är ett växande område för teknikutveckling, innovativa processer och investerare

I likhet med det näraliggande teknikområdet "green tech" så börjar "foodtech" som omfattar innovativa tekniker och metoder för odling, lagring, transport, distribution och tillagning av både välkända men också nya grödor och livsmedel bli ett växande område för teknikutveckling, innovationer och kapital från investerare.

Digitalisering ger många nya möjligheter för nya distributionsformer, och samverkan mellan primärproducenter och slutkonsumenter. Disruptiva innovationer är mycket sannolika på detta område (se avsnitt 7 för närmare beskrivningar av detta).

Växthusföretaget Spisa är ett bra exempel på etablerad leverantör av grönsaker som intresserar sig för att finna nya vägar genom samarbete med exempelvis Vinnova finansierade projektet

Odlande Stadsbasarer som pågår 2017/2018 i Stockholm och Helsingborg. Här kommer försäljning direkt till närboende nära stadsodlingarna att testas liksom egen användning i ett av deltagarnas egna caféer och catering. Man kommer även att testa digitala lösningar för att öka integrationen mot slutkonsument.

Teknikområdet utvecklar lokal företagsamhet, och bidrar till att stärka stadens varumärke för hållbarhet och innovation genom att synliggöra innovativa gröna systemlösningar.

2.10 Utmaningar och hinder

Att utveckla teknik, biologi och byggande för klimatsäkrade kretsloppsbaseade urbana odlings-system är naturligtvis inte utan sina utmaningar, inte minst beroende på att detta fortfarande är ett ungt och inte av alla aktörer välkänt utvecklingsområde. De viktigaste negativa faktorer eller utmaningar vi identifierat är:

Brist på yta och transportmöjligheter i städerna

I många av våra städer sker en snabb förtätning av stadsmiljön. Grönytor, som tidigare tjänat både som social mötesplats, skapat ekosystemtjänster och som fungerat som infiltrationsyta för regnvatten, bebyggs nu med bostäder eller annan byggnation. Tillgången på odlingsbar mark minskar samtidigt som stigande kostnader för arrenden gör det svårt eller omöjligt att få lönsamhet i ett odlingsföretag. En lösning för att kunna öka matproduktionen i våra städer blir därför att leta efter ytor som i nuläget utnyttjas till andra syften (parkeringsplatser, bullerstörda ytor, industrimark) eller platta tak.

Andelen tak i våra städer som är platta är förhållandevis stort och många fastigheter, särskilt äldre, är dimensionerade för att tåla stora laster. I de flesta fall finns även tillgång till spillvärme från ventilationssystemen. Ytterligare fördelar är att övrig infrastruktur som el och vatten ofta finns framdragna till de på taken belägna fläktrummen.

Odlingar i stadsmiljö kan dra fördel av att ha korta avstånd mellan producent och kund. Dock kräver odlingarna i sig tillgång på hissar för transport av råmaterial till odlingen och av produkter från odlingen. Dessutom behövs oftast tillgång till förvaringsutrymmen och personalutrymmen. Svårigheten och/eller kostnaden för att ordna detta kan utgöra ett stort hinder för att odlingen skall bli verklighet.

Det finns dock nya användningsområden för den intresserade fastighetsägaren och utvecklaren av sociala verksamheter, där man kan använda platta tak i miljonprogramsområden. De fastigheter som har platta tak har ett behov av att förnya tätskikten och då kan man med fördel anlägga ett växthus om byggnadslov medges. Som nämnts påverkas hissarna och de behöver öka med ytterligare en våning i lyfthöjd, samt brandutrymningsvägar tas fram. Förutom de tekniska utmaningarna har växthusen den fördelen att de ökar fastighetens värde och minskar de sociala spänningarna i områdena när fler får sysselsättning, detta ökar också fastighetens värde.

För mer centralordsnära odlingar är en möjlighet påbyggnad på p-hus de har oftast en stark stomme och kan med lätthet konverteras om bygglov medges, här finns också naturliga logistik vägar genom byggnaden. Kontorstak är sällan nyttjade och där finns också en naturlig koppling till lokal användning i restauranger, denna lösning testas i en förstudie på Kista Galleria i samverkan med Citycon som är Nordens största centrumägare.

Brist på mellanskalig teknik för plantering, odling och skörd för växthus/inomhusodling.

Ny teknik för mellan eller småskalig odling kommer att testas i projektet Odlande Stadsbasaren genom att en odlingsrobot köps in och används i produktion i Högdalen som en del i den öppna testbädden. Resultatet av odlingen kommer att utvärderas under 2018, det är en möjlighet som tidigare inte funnits i Sverige men som utvecklats i USA och nu tillverkas i Kina. Roboten arbetar med öppen mjukvara och kan integrera nya tjänster och funktioner som en del i en community-strategi. Samarbete med denna teknislösning kommer att ske med företaget Heliospectra som tillverkare avancerade LED-belysningar för växthusbruk för att få bästa möjliga utbyte vid odling på begränsad yta. Även här är möjligheterna för konsumenterna att gå in och via webbkamera följa produktionen inbyggda i systemet. Man kan även om man har behörighet välja grödor för odling och roboten plockar då upp fröerna man valt planterar dem på valt avstånd, vattnar och mäter fuktighet i jorden med mera. Kommer ogräs in odlingsytan så identifierar roboten detta och använder tekniken att trycka ner ogräset i jorden så det dör och istället bidrar till ökad näring i jorden.

Mindre produktionsvolymerna på fler platser för odling kräver nya logistiklösningar och affärsmodeller

På platser med tillgång på större ytor kan oftast god planering göra att plantuppdragning, odling och skörd kan ske på ett rationellt sätt. Likaså kan ett flertal befintliga tekniska lösningar användas på ett effektivt sätt. Problem kan emellertid uppstå då endast mindre ytor finns att tillgå eller då ett antal mindre odlingar, placerade på olika byggnader ska samarbeta.

För att på ett effektivt och rationellt sätt kunna producera tillräckliga volymer för att nå lönsamhet krävs nya logistiklösningar. Utöver de tidigare nämnda transporterna mellan tak och gata krävs även transportmöjligheter mellan de aktuella byggnaderna. Dessa skall i möjligaste mån inte störa övriga verksamheter i byggnaderna. I en del fall kan detta betyda att helt nya transportvägar mellan byggnaderna måste skapas, vilket ytterligare fördröjar produktionen.

Ökat antal interna transporter, mindre odlingsvolymerna, mindre förvaringsutrymmen mm kan därför komma att kräva nya affärsmodeller eftersom befintliga modeller oftast inte är applicerbara. Detta beror främst på att ett antal nya produktionsmetoder kommer att användas samtidigt som produktionsdata för odlingarna de första åren kommer att baseras på antaganden snarare än empirisk erfarenhet.

Brist på kunskaper och kompetens inom odling och drift av innovativa typer av växthus och inomhussystem.

Den nya odlingsmiljön i staden kommer att kräva ett antal nya odlingsmetoder och nya sätt att tänka kring matproduktion. Många är fortfarande av åsikten att endast odling i jord på friland är naturlig och den produktionsmetod som bör eftersträvas. Denna odlingsmetod är naturligtvis fullt möjlig i stadsmiljön men eftersom den dels kräver stor hållfasthet på takkonstruktionen och dels är väderberoende så kommer denna odlingstyp bara att nå begränsad omfattning i stadsmiljön, och kan naturligtvis inte heller leverera livsmedel året runt i det svenska klimatet.

De odlingstekniker som främst kommer ifråga, som akvaponik, aeroponik och hydroponik, kommer att behöva klimatskydd i form av växthus eller andra inomhusmiljöer. Detta gör dem dyrare men detta kompenseras av att produktionen blir mer tillförlitlig, betydligt högre produktion per ytenhet och den kan fortgå året runt. Ett möjligt hinder för utvecklingen av dessa odlingsmetoder är den brist på kunskap och kompetens som ännu råder. Utveckling av undervisningsmetoder och tillgång på forskningsresurser är ännu i sin linda i Sverige. Likaså är kunskap och erfarenhet av nya växthuskonstruktioner och klimatstyrning för de nya odlingsmetoderna inte fullt utvecklade.

Delvis okänd teknik och odlingsmetoder för många investerare, banker och livsmedelsupphandlare

Den snabba utvecklingen av nya odlingsmetoder och möjligheten att producera nya grödor ses av många som lösningen på vårt stora beroende av import av mat, och som ett viktigt område för nyföretagande. Dock är kunskapen om detta inte alltid bekant för investerare, banker och livsmedelsupphandlare. Eftersom dessas medverkan är totalt avgörande för att nya odlingsföretag skall lyckas så kommer det att krävas en stor utbildnings- och upplysningsinsats riktade mot dessa och andra involverade grupper

Problematiskt med miljöcertifiering av jordfria och recirkulerande odlingsystem

Olika certifieringsorgan för miljöcertifiering av odlingsmetoder och grödor har inte alltid lyckats att hänga med i den snabba utvecklingen. För att den mycket miljövänliga produktion som de nya metoderna erbjuder inte skall behöva konkurrera med importerade produkter av tveksam kvalitet så kommer de olika certifieringsorganen antingen att behöva uppdatera sina regelverk eller så måste nya certifieringssystem utvecklas som bättre motsvarar konsumenternas och odlarnas krav och behov.

Grödor producerade i akvaponiska eller hydroponiska system som inte odlar i jord på friland kan i nuläget inte bli godkända som eko-produkter av KRAV eller andra miljömärkningssystem som certifierar ekologiska livsmedel. Detta beror på att kriterierna i dessa miljömärkningar är utvecklade för att bedöma jordbaserad odling på friland. Den nuvarande situationen hämmar utvecklingen av odlingsformer som är mindre resurskrävande och miljövänligare än traditionell ekologisk odling, enligt vissa bedömare. Det starka genomslaget av märkningen "Från Sverige" kan dock i viss mån kompensera denna brist.

Anpassning av byggnader krävs för anläggande av takväxthus

Detta kräver ibland takförstärkning och alltid transportmöjligheter till och från taken.

Odlingssystemen kräver alltid någon form av vattentillförsel – om än ofta mycket liten. Detta utmanar en berättigad oro hos fastighetsägare att ha stora vattenmängder på tak. Att akvaponik och hydroponik är mycket vattneffektiva system är sannolikt inte så väl känt inom bygg- och fastighetssektorn.

3 Bedömning av möjliga lokaliseringsalternativ

Fyra olika lokaliseringsalternativ har bedömts i detta planeringsprojekt. Här redovisas de tre fallstudier som bedömt som intressanta, men ändå inte ett huvudalternativ för lokaliseringen av ett takplacerat växthus.

3.1 Slagsta industriområde

Allmänt

Slagsta industriområde är beläget vid Mälaren strax norr om E4 vid färjeläget för färjorna mot Ekerö. Området består av tre parallella byggnader i tre plan som inrymmer en rad olika verksamheter, främst lättare industri och bilrelaterade verksamheter som verkstäder och lackering. Nuvarande ägare är Stendörren AB. Flertalet av lokalerna står tomma och är i stort behov av renovering. Parkeringsplatser finns i anslutning till fastigheterna. Bussförbindelse finns 200 meter från området.



Foto 1. Fastigheten sedd från norr.

Tillgängliga lokaler

Ett flertal lokaler, avsedda för lättare tillverkning, lager och liknande verksamhet finns tillgängliga. Samtliga lokaler har en takhöjd på cirka 3-3,5 meter och ytor på 200-400 m² finns på flera platser och olika våningar. Samtliga lokaler bedöms ha stort renoveringsbehov, bland annat måste ventilation, vatten och avlopp byggas om för att passa odlingsverksamheter. El finns i samtliga lokaler, säkrat till 25-32 amp, men helt ny el-dragnings med högre lp-klassning måste ordnas. Samtliga lokaler kan nås med varuhiss samt trapphus. Vatten finns tillgängligt i varje lokal men nya rördragningar behöver göras.



Foto 2 och 3. Exempel på tillgängliga lokaler i fastigheten.

Enligt fastighetsägaren finns det inte möjlighet att bygga växthus på taken eller i markplan i anslutning till byggnaderna. Fastigheterna värms med fjärrvärme. Husen bedöms tåla en mycket hög möjlig belastning/m³.

Bedömning

I de tillgängliga lokalerna finns möjlighet att anlägga hydro- eller akvaponisk odling för produktion av sallad, örter och fisk. Tillgänglighet på el, vatten och ventilation möjliggör produktion på relativt stora ytor. Den låga lokalhyran bidrar till låga produktionskostnader. Lokalerna har också goda förutsättningar för varutransporter med hiss och eu-pallar. Möjligheten till varutransporter till och från fastigheten är goda och det är möjligt att ta sig till fastigheten med kollektivtrafik.



Foto 4. E4/E20 sedd från norr. Avstånd cirka 25 meter.

Området gränsar till E4/E20 (cirka 25 meter) med mycket hög trafikbelastning dygnet runt. Fastigheten utsätts därför för höga nivåer av partiklar, avgaser och andra föroreningar. Området är också mycket bullerstört. Verksamheterna i fastigheterna genererar mycket buller och luftföroreningar. En stark lukt av lösningsmedel, troligen från lackeringsverkstäderna, kunde kännas under hela besöket.

Den samlade bedömningen blir därför att, trots att odling är möjlig i byggnaden, så påverkar övriga faktorer så negativt att byggnaderna är olämpliga för matproduktion.

3.2 Älvsjömässan

Allmänt

Stockholmsmässan i Älvsjö är Nordens största mäss- och kongressanläggning med 114 000 kvm utställningsyta och cirka 70 branschledande mässor per år. Stockholmsmässan står också värd för flera av världens stora medicinska kongresser.

Företaget ägs av Stockholms stad och Stockholms handelskammare. Varje år besöks Stockholmsmässan av drygt en miljon besökare.

I föreliggande fallstudie har den byggnad som i dagsläget inrymmer mässans administration samt föreläsnings- och mötesrum valts som lämplig för eventuell ombyggnad. Byggnaden är mässans äldsta del och beräknas ha tillräcklig bärkraft för de föreslagna tillbyggnaderna och aktiviteterna. Det är också möjligt att, utan större ingrepp i byggnadens nuvarande verksamhet, förstärka bärrigheten med pelare och balkar i underliggande plan. Byggnadens norra kortsida vetter mot pendeltåget och samtliga besökare som kommer med pendeltåg kommer att kunna se anläggningen så som förevisas nedan (bild 1 och 2).

I byggnadens mitt finns i nuläget trappor och hissar. Dessa kan kompletteras för att kunna serva anläggningen. Anläggningen kommer därför att kunna nås både med hiss och bred trappa direkt från entréhallen. Det föreliggande förslaget har utformats för att ge stor exponering för besökare samtidigt som ingreppen i den befintliga byggnaden ska bli så små som möjligt. Växthuset och odlingsterrassen har anpassats för att besökare ska kunna röra sig obehindrat vilket gör att den potentiella odlingsytan inte kan utnyttjas maximalt. Avstånd mellan odlingsbäddar har anpassats så att handikappade med rullstol ska kunna nå alla delar av anläggningen. Förslaget omfattar en total yta på cirka 2450 m². En kompostanläggning för att ta hand om och utnyttja mässans organiska restavfall föreslås förläggas i någon del av mässans tekniska utrymmen i bottenplan och visas ej i bilden. Även denna kommer att kunna nås med hiss direkt från anläggningen.

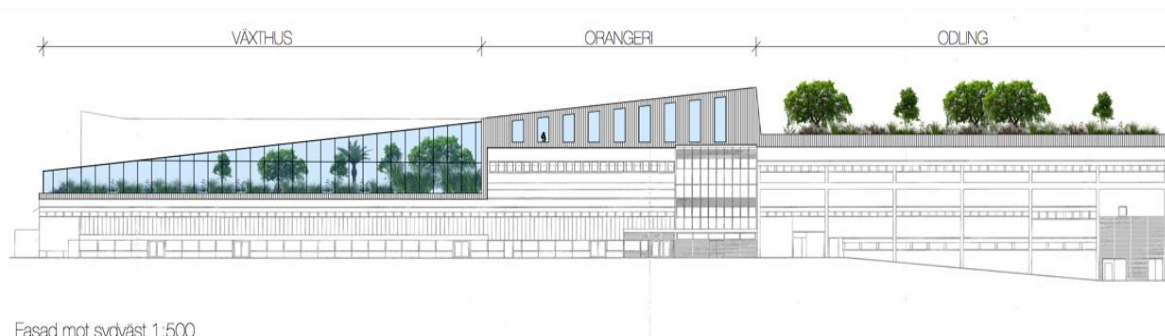


Bild 1. Exponering av anläggningen mot den gångväg som löper från pendeltåget till huvudentrén. Växthusets vänstra, lägre sida vetter mot pendeltåget.

Anläggningen består av fyra huvuddelar: Växthus, utomhusodling, restaurang/café, utbildning.

Tekniska system

Värme och ventilation

Samtliga delar av anläggningen beräknas kunna värmas upp med hjälp av den utgående ventilationsluften från mässans olika delar. Eftersom den största volymen av luft kommer från kontor och utställningshallar kommer inga tekniska anordningar för rening av luften utöver partikelfilter att behövas. Luften från dessa områden kommer att vara ren, varm, fuktig och rik på koldioxid och är därför ideal för odling av växter. Luft från kök och toaletter används inte i detta fall.

Under utställningsdagar kommer mässan att producera ett stort överskott av värme. Delar av detta kommer att ledas direkt in i växthuset. Under dagar med lägre aktivitet kommer luft från kontor och andra uppvärmda delar att kunna användas. Mässans energianvändning och produktion av uppvärmd luft som ventileras bort beräknas vara mycket större än det föreslagna växthusets behov. Även om den föreslagna odlingsterrassen utomhus gör om till växthus så räcker utgående luftflöde för att värma även detta. Utställningshallarnas tak beräknas dock ha för låg bärighet för att klara av växthuskonstruktioner och odlingssystem som kan utnyttja detta överskott. Växthusets värmeöverskott under varma dagar ventileras därför bort till omgivningen.

En möjlig sätt att utnyttja värmeöverskottet skulle vara att låta ventilationsluften passera genom en värmepump och den producerade vattenburna värmen användas för att ersätta delar av mässans ordinarie värmebehov. Detta scenario ingår inte i denna studie.

Elektricitet

Mässan har en stor förbrukning av elektricitet under hela året. Det föreslagna växthuset och restaurang/undervisningsdelen beräknas ge en förhållandevis måttlig höjning av förbrukningen. Mässan har en mycket stor potential att minska sin elförbrukning och eventuellt även bli en nettoproducent av el. Mässan beräknas ha över 63 000 m² takyta som lämpar sig väl för

solceller. Produktionen från denna skulle täcka både det föreslagna växthusets behov samt en stor del av mässans. En solcellsanläggning i denna storlek förutsätter anslutning till- och export av överskottsel till nätet.

Vatten

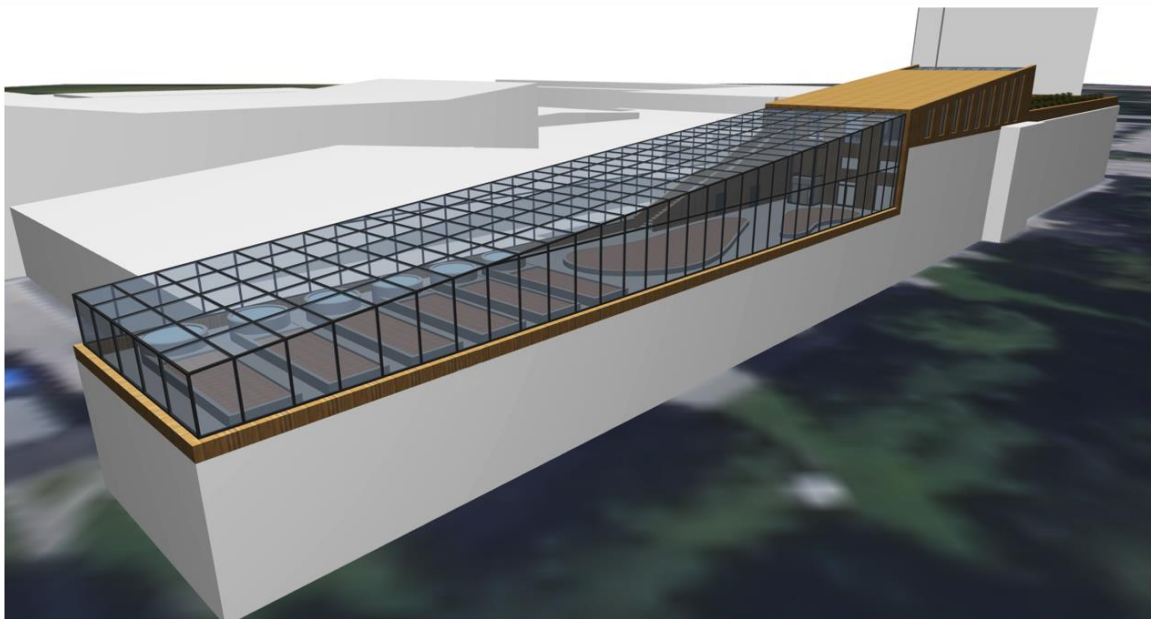
Dricksvatten ansluts från befintliga ledningar i byggnaden. Dagvatten kommer att samlas in via växthusets tak och utnyttjas till odlingar både ute och inne. Överskottsvatten från odlingarna utomhus samt växthustak dräneras till ordinarie dagvattenledningar. Växthusets odlingar kommer inte att producera något överskottsvatten eftersom man i det akvaponiska odlingsystemet endast ersätter vattenförluster från avdunstning och skörd. Gråvatten från restaurangens kök kommer att renas i en mindre växtbaserad anläggning placerad i korridoren mellan restaurang och utbildningsdel. Det renade vattnet kommer att användas till bevattning av odlingarna utomhus alternativt till spolning av toaletter. Vatten från toaletter avleds till ordinarie avloppsledningar.

Växthuset

Det föreslagna växthuset upptar en yta på cirka 925 m². Växthusets design i visualiseringen nedan (Bild 2) skall ses mer som en principskiss av en möjlig design eftersom den tekniska utformningen av växthuset kan ske på ett flertal olika sätt. Nedanstående avser att visa upp växthuset mot pendeltågsplattformarna. Tekniska detaljer som luftningsluckor och belysning har inte lagts in i bilden för att ge en bättre överskådlighet.

Den odlingsteknik som föreslås i detta fall är ett akvaponisk system där fiskar och växter odlas i sammankopplade slutna system. Det näringsrika vattnet från fiskodlingarna leds över bäddar med inert material som leca, grus eller biokol. I bäddarna etablerar sig olika nyttiga bakterier som bryter ner partiklar och frigör näring. Växter planterade i materialet suger upp näring och det renade vattnet förs tillbaka till fiskodlingen. Odlingsbäddarna kan utformas på olika sätt (se bild 2) och göras estetiskt tilltalande. De biologiska och kemiska funktionerna är dock detsamma oavsett utformning.

En stor mängd olika växt- och fiskarter kan odlas i dessa system och val av arter görs främst efter vilka produkter som efterfrågas. I viss mån styrs valet av växter beroende på odlingssystemets stabilitet och utformning. I detta fall avses ventilationsluft användas direkt in i odlingsmiljön vilket ställer krav på att växterna ska tåla variationer i temperatur och luftfuktighet. Tidigare försök har visat att perenna växter från tropiska eller medelhavs-liknande miljöer är betydligt tåligare än till exempel tomater och gurka. Dessa typer av växter ger också möjlighet att utnyttja skillnaderna i takhöjd och möjliggör odling av flera olika grödor på samma yta men i olika nivåer. För beräknade produktionsvolymer se bilaga 1.



3D vy från stationen

Bild 2. Visualisering av möjlig växthusbyggnad. Växthusets lägre kortsida vetter mot norr (pendeltågen)

I det akvaponiska odlingsystemet ges varje fisktank sitt eget reningssystem. Detta ger möjlighet att minimera eventuell smittspridning mellan fisktankarna samt möjliggör en bättre produktionsplanering. I bilden (bild 3) visualiseras hur ett sådant system kan vara uppbyggt. Vattnet från fisktankarna leds även till de större bäddarna men ledningarna döljs under golvet. Växterna på bilden gör att man får överblick över systemets uppbyggnad men i verkligheten kommer grönskan att sträcka sig hela vägen upp till taket. LED-belysningar möjliggör att växterna kan växa mycket nära ljusarmaturerna utan att ta skada.

Hela odlingsystemet, förutom skörd och beskärning av växterna, kommer att vara helt automatiserat. Sensorer, belysning, larm och styrsystem (se bilaga 6) ger möjlighet till detaljstyrning och övervakning, även på distans. Avståndet mellan odlingsbäddarna och höjderna på dessa anpassas så att rullstolsbundna kan se och/eller arbeta med odlingarna.

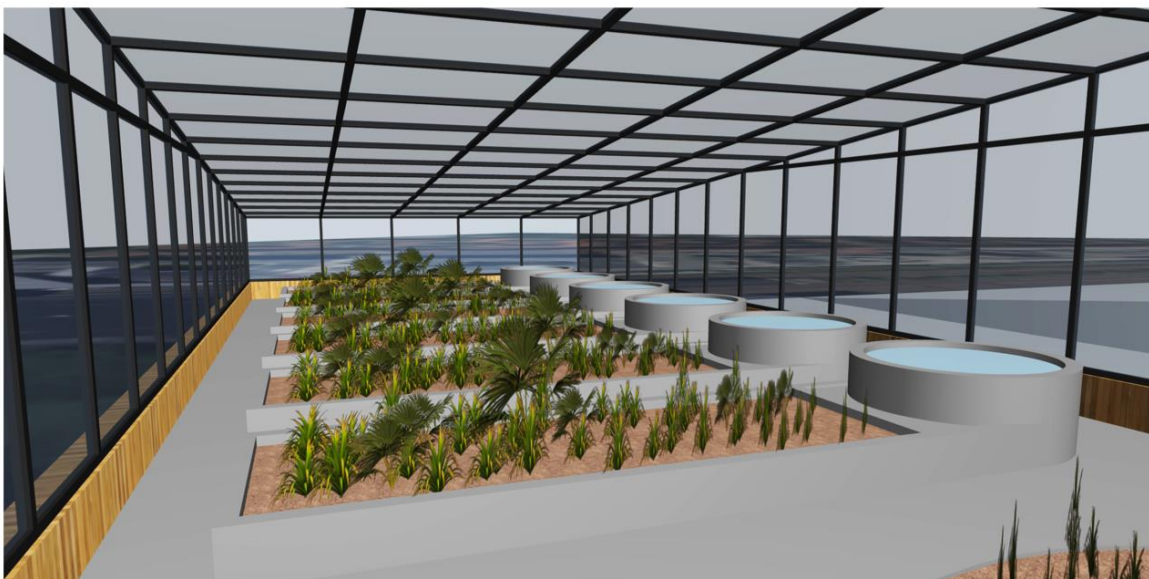


Bild 3. Akvaponiskt odlingsystem med fisktankar och odlings/filterbäddar.

I växthusets högre delar anpassas växtligheten för att utnyttja höjden maximalt. I denna del kan fruktträd som papaya, mango, avokado och andra ges möjlighet att nå full potential. Större fruktträd ger oftast mer skörd per yta jämfört med mindre träd. I mellanskiktet kan buskar som kaffe, te eller olika tropiska frukter odlas. I markskiktet kan skuggtåliga, krypande växter produceras.

I denna del av växthuset kan man även tänka sig odling i jord, beroende på vilken belastning som golvet tål. Här kan den kompostjord som produceras i byggnaden med fördel användas. Gångarna i denna del görs så breda att mindre sky-liftar eller sax-liftar kan användas vid skörd och vid trädvård.



Trappa till orangeri

Bild 4. Optimalt utnyttjande av takhöjd vid produktion av tropisk frukt.



Högdel i växthus med hiss till orangeri

Bild 5. Access till resten av anläggningen via korridor och hiss.

Utomhusodling

Den del av anläggningen som vi har valt att använda för utomhusodling skulle även kunna användas till växthusproduktion. Det huvudsakliga skälet till valet av utomhusodling är att flera av de grödor som vi normalt odlar på friland inte tål växthusmiljön. Potatis, jordgubbar med flera kan visserligen odlas inomhus men har svårt att klara sommarens höga temperaturer och de resulterande svängningarna i luftfuktighet. Frukträd som äpplen behöver en kall viloperiod för att blomningen ska initieras. Flera av våra salladssorter behöver relativt låga temperaturer för att bladen ska växa utan att plantan går i blom. Frilandsodlingen ger också möjlighet att utnyttja den kompostjord som kommer att produceras av det organiska avfallet från odlingarna och från mässans olika restauranger.

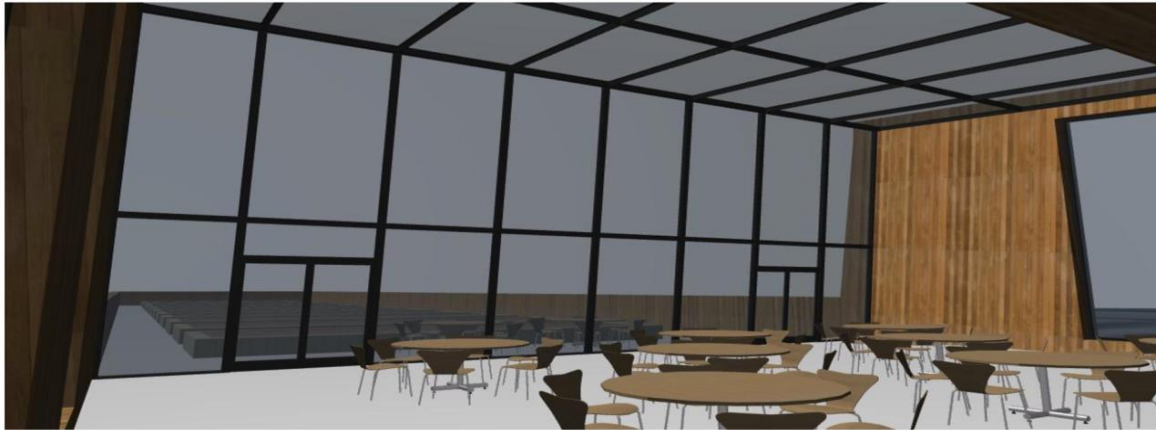
Dessutom är denna typ av odlingsmiljö mycket uppskattad av många och anläggningen kan därför komma att fungera som rehabiliterande miljö och för arbetsträning. Anläggningens yta för frilandsodling är cirka 950 m² men även här har ordentliga marginaler lagts till för att besökare och arbetare ska få plats samtidigt. Den faktiska odlingsytan blir därför endast cirka 340 m². Avståndet mellan odlingsbäddarna tillåter rullstolsbundna att röra sig mellan bäddarna. Bäddarnas bredd, 120 cm, är avsedda för att kunna nås från båda sidor av någon som sitter i en rullstol.

En del av den tillgängliga ytan har avsatts för restaurangen vars yta kan utökas sommartid. Restaurangdelens utformning tjänar två syften. Dels fungerar den som vindskydd mot nordliga vindar, dels kan lokalen användas som orangeri för att dra upp plantor för senare utsättning på friland.



3D mat odling och restaurang

Bild 6. Restaurang/orangeridel samt del av frilandsodlingen.



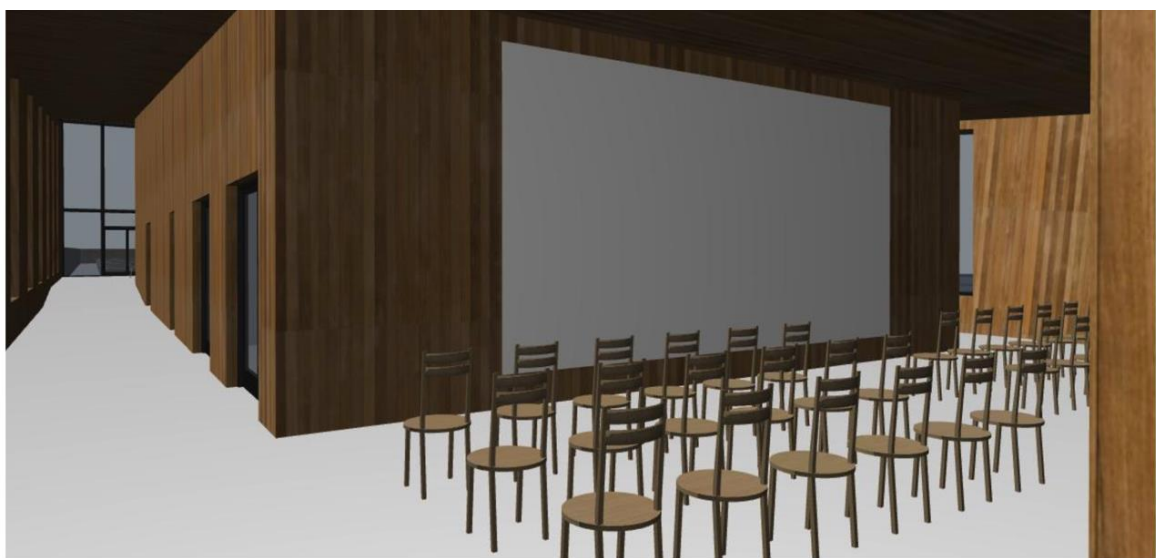
Vy från restaurang mot odling

Bild 7. Restaurang/orangeridel samt del av frilandsodlingen.



Restaurang samt kommunikation till utbildning och växthus

Bild 8. Restaurang kök och korridorer mot utbildningsdel och växthus



Utbildningsdel i orangeri

Bild 9. Avdelning för föredrag/ utbildning. Bakom bildduk ligger personalutrymmen och restaurangkök.

Produktionsberäkningar växthus

I detta fall har vi räknat med 6 identiska akvaponiska system med fisktankar på 3,0 meter i diameter och 0,7 meters djup. Tankens djup är något grundare än optimalt för att minska belastningen på underliggande tak. Varje tank innehåller cirka 4,6 m³. Biobäddarna i anslutning till varje tank är 1 meter breda och 30 cm djupa. Biobäddarna i varje system har sammanlagt cirka 27 m² odlingsyta. Växthusets takhöjd varierar från cirka 3,5 meter till lite över 10 meter. De akvaponiska odlingarna upptar cirka 2/3 av den tillgängliga ytan i växthuset.

Fiskodlingen: I Sverige efterfrågas främst fiskfiléer av restauranger och privatpersoner. I detta exempel har vi valt Tilapia (*Oreochromis niloticus*) som är en vanlig matfisk på restauranger världen över. En slaktvikt på cirka 700 gr uppnås efter cirka 9 månader under optimala förhållanden. Vi utgår från en täthet vid slakt på cirka 50 kg/ m³ vilket ger att varje tank producerar cirka 230 kilo fisk var 9:e månad. För att få en jämn produktion så förskjuts starten av respektive fisktank det vill säga. v1 startas första tanken, vecka 7 andra osv. När alla tankar är i produktion så kommer cirka 230 kilo fisk att skördas var 6: vecka. Beräknad årsproduktion blir då cirka 2000 kilo.

Växtodlingen: I akvaponiska system kan en stor mängd olika växtarter odlas. För att utnyttja takhöjden så ges här några exempel på möjliga produktionsvolym per/år. Observera att på grund av vissa arters (papaya, avokado) höjd och utbredning så kan hela den tillgängliga ytan användas, inte bara den yta som utgörs av biobäddar och tankar. Växtligheten kommer troligen att nästan helt fylla den tillgängliga yta vilket ger en yta på cirka 600 m².

- Bananer 10 200 kilo. Detta motsvarar cirka 61 200 stycken bananer.
- Papaya 3 300 kilo. Detta motsvarar cirka 6 600 papayor.
- Tomater 8 750 kilo. Detta motsvarar cirka 70 000 tomater.

I jordbäddarna i växthusets högsta del kan följande produceras:

- Avokado 250-450 kilo
- Mango 300-400 kilo
- Guava 250-450 kilo

Till detta kommer ett antal olika lägre växter som är möjliga att odla under träden men var produktivitet är mycket svårberäknad. Vid utnyttjande av odlingsterrassen för växthusproduktion som kommer de redovisade produktionssiffrorna att fördubblas.

3.3 Farstaterrassen

Allmänt

Farstaterrassen ligger i Farsta centrum i södra Stockholm. Terrassen är en del av den mycket stora byggnad som sträcker sig i NV-SO riktning i centrumets östra del. Terrassen är beläget på andra och tredje våningen av byggnaden och består av ett antal icke-sammanbundna delar. I

denna fallstudie har vi endast beaktat den centrala delen av terrassen (bild 5), främst för att den i dagsläget har tillgänglighet från två plan och utnyttjas under delar av året. I byggnaden finns bland annat Friskis och Svettis, handikappförbundet samt sjukgymnaster och rehabilitering. I bottenplan finns flera matvarubutiker, bank, polisstation med mera. Den aktuella delen av terrassen består av två olika plan (se bild 6).



Foto 5. Centrala Farstaterrassen



Foto 6. Aktuell del med föreslaget växthus.

Den aktuella ytan består av en 755 m² stor terrass varav cirka 216 m² är beläget i ett nedre plan. Förslaget på växthus kan varieras i utformning men för ett bättre utnyttjande av terrassen bör hela ytan täckas en gemensam struktur. En del av fastighetens kommer att få fönster mot den planerade innerträdgården. Eftersom det inte finns några boende i byggnaden så bedöms inte detta stora verksamheten i de lokaler som påverkas. Den uppstickande byggnaden i bildens främre vänstra hörn är trapphus och hiss. Där finns även viss ventilationsutrustning.



Bild 7-10. Terrassens nedre plan.

Den nedre delen av terrassen kan nås via flera dörrar i huset. Den kan även nås via en spiraltrappa från det övre planet. Den utskjutande bruna byggnaden i mitten är ett trapphus och bedöms inte kunna ändras eller tas bort. De runda glaslanterninerna bedöms kunna tas bort utan större påverkan på underliggande våningsplan.



Bild 11-13. Övre terrassen

Den övre stora terrassen är stensatt och utan fysiska hinder. Den nås dels via trapphuset, dels via två dörrar på var sin sida av terrassen. Den kan även nås via spiraltrappan.

Tekniska system

Ett flertal värmeväxlare från olika lokaler i byggnaden finns redan på taket. Genom ombyggnad av aggregaten för att ge en bättre värmefördelning kan all värme tas tillvara. I nedre planet kan varm och fuktig ventilationsluft från Friskis och Svettis (FoS) ledas direkt ut i växthuset utan andra tekniska åtgärder. Tillsammans med värme från växtbelysningar samt övrigt värmeläckage från fastigheten bedöms detta vara tillräckligt för att hålla 14-15 grader vintertid.

Sommartid ventileras växthuset genom självdrag via luckor i växthusets övre och nedre kant. Under vår/höst kommer växthuset under soliga dagar att fungera som solfångare och via fastighetens ventilationssystem värma delar av byggnaden. Nattetid kommer växthuset att värmas av fastigheten. De tekniska lösningarna för detta bör utredas vidare.

De mycket stora takytorna som omger den aktuella terrassdelen skulle kunna användas för elproduktion via solpaneler. Även delar av fasaden skulle kunna användas för detta ändamål. Den yta som är möjlig att utnyttja skulle kunna producera all el som det föreslagna växthuset förbrukar.

Tekniska anpassningar av odlingsystem.

Eftersom det övre planet i den föreslagna anläggningen skall vara anpassade efter handikappade med begränsad rörlighet så har odlingsystemen fått en hög grad av styrning via dator. Alla belysningsarmaturer ges möjlighet att höja/sänka med hjälp av en kontroll. Likaså används lampor med digital styrning där varje lampa har sin egen IP-adress och vars ljusfrekvenser kan varieras och styras efter den växtart som skall odlas. Allt detta görs via dator/surfplatta som användarna har med sig.

Alla ventiler för luft och vattenflöden styrs via magnetventiler som både kan programmeras och styras via dator. De flesta bänkar är upphöjda för att få plats med rullstol under. Bänkarna ska kunna höjas/sänkas på samma sätt som skrivbord för att kunna individanpassas. Foderautomater för fiskarna är programmerbara och kan styras trådlöst.

Plockning av frukt och grönsaker kommer att underlättas av självgående robotar som följer användaren och som helt autonomt kan köra till avlastningsplats, lasta av och sedan återvända till plockningsstället. Vid plockning av frukt kan speciellt anpassade plockningsrobotar användas. Alternativt kan höj/sänkbara rullstolar hjälpa användaren att nå rätt höjd för plockning. På det nedre planet har ett flertal större träd placerats i krukor nära den främre väggen. Växternas höjd gör att en ansenlig del av trädkronan kommer att kunna nås från det övre planet vilket underlättar vid skörd. De olika buskar och träd som används beskär så att större delen av skörden kan nås från en sittande position.

Odlingssystem

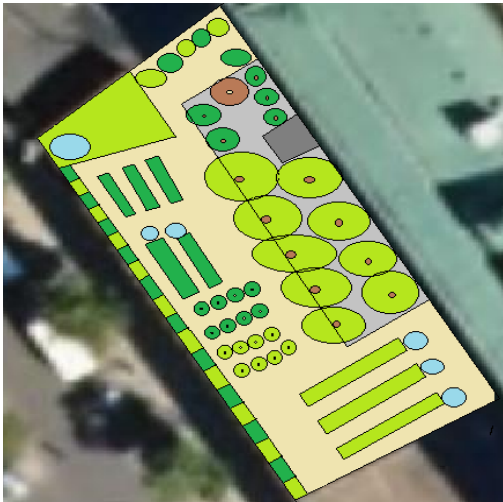


Bild 14. Förslag till layout för odlingssystem hamnar uppe i ljuset.

I det föreliggande förslaget kommer delar av växthuset att ha en relativt hög takhöjd. Detta gör att temperaturen i markplan lättare kan hållas behaglig. Samtidigt möjliggör det att ha större träd. I det bifogade odlingssystemförslaget har vi valt att enbart ha större träd i den nedre delen av terrassen. Dessa odlas i större behållare/krukor och vattnas med vatten från odlingssystemen på det övre planet. Detta gör att man fortfarande kan utnyttja större delen av ytan på det nedre planet för olika aktiviteter (FoS yoga och andra gruppövningar, sammankomster med mera) samtidigt som träden ger skugga. Genom att välja träd med höga stammar (+ 3 m) så frigörs underliggande ytor samtidigt som trädens kronor

På terrassens över plan har vi valt att visa hur odlingarna kan anpassas till övriga verksamheter på platsen. Detta genom att skapa ett odlingssystem anpassat för handikappade. Handikappades riksförbund finns i fastigheten och här ges därför en unik möjlighet att visa att det går att skapa arbetsplatser inom den gröna sektorn även för handikappade och samverka med de verksamheter som handikappförbundet har.

Eftersom målet är att hålla en temperatur på 14-15 grader vintertid och 20-28 sommartid så kommer en stor mängd tropiska och subtropiska arter att kunna odlas. Detta gör att anläggningen kommer att producera frukt, grönsaker och fisk under hela året. Likaså kommer träning, rehab och rekreation att kunna fortgå kontinuerligt.

På det nedre planet föreslås odling av tropiska frukter som mango, avokado, carambola med flera. Dessa arter är möjliga att stamma upp och beskära på önskvärt sätt.

På det övre planet föreslås två typer av akvaponisk odling. I odlingen på bildens högra sida föreslås odling av bananer i så kallad biobäddar samt odling av tilapia. I det centralt placerade systemet föreslås odling av sallad/kryddor samt tilapia. Här används floating-raft system.

Längst hela framsidan läggs odlingsbäddar på höj/sänkbara bord för att kunna nås av rullstols-sittande användare. Övriga träd/buskar planteras i jordfyllda behållare och beskärs så större delen av skörden kan nås sittande. Ett mycket stort antal växtarter är möjliga, till exempel persikor, aprikoser, guava, mango, mullbär. Vi avstår av dessa skäl att inte anges möjliga skördevolymmer.

Bedömning

Den föreslagna anläggningen skulle troligen vara ett stort tillskott till handikapprörelsen och visa på möjligheten att anpassa dessa typer av anläggningar och därmed öppna upp den gröna

sektorn för handikappade som i nuläget har svårt att hävda sig på grund av normala anläggningars brist på tekniska anpassningar för handikappade. Det skulle också ge en unik möjlighet till arbetsträning och rehab i direkt anslutning till nuvarande verksamheter inom området.

Samtidigt öppnar det för att använda en mycket stor, centralt placerad yta för matproduktion, extremt nära möjliga kunder.

4 Bedömning av huvudalternativet – takplacerat växthus på Kista galleria

Platsbeskrivning

Kista Galleria ligger i Kista i norra Stockholm, granne med Husby och Akalla. Byggnaden är uppförd 1977 och ombyggd kring millennieskiftet. I Kista Galleria finns 180 butiker, restauranger och biografer. Utöver detta finns ett gediget serviceutbud med post, BVC, vårdcentral, tandläkare och medborgarkontor med mera. Totalt är gallerian på 95 000 kvadratmeter och takytan omfattar ca 40 000 kvadratmeter. På en del av taket har man byggt ett flerbostadshus för studenter.

Gallerian innehåller totalt 41 restauranger och kaféer. De flesta av restaurangerna finns i en "food court" centralt belägen i gallerian. I denna fallstudie har vi endast beaktat den takyta som ligger i direkt anslutning till food courten (se foto 1). Valet av denna yta, som ur odlingssynpunkt inte är optimal, är främst ett resultat av den byggnadstekniska undersökning som genomförts. Denna yta kan utan större tekniska ingrepp bebyggas relativt omgående. De flesta av de övriga tillgängliga takytorna kräver förstärkningsarbeten i underliggande våningar, något som i nuläget beräknas påverka den dagliga verksamheten för mycket. Andra takytor kan därför bli aktuella vid större ombyggnader eller renoveringar.

Ett annat skäl för den föreslagna placeringen av växthuset är att den har tillgänglighet med hiss direkt ner till de underliggande restaurangerna via det fläktrum som kommer att utgöra växthusets ena långsida. Via hissen kan även transporter till/från växthuset göras till garageplanet där omlastning kan ske. Växthuset kan även nås via trappa direkt från food courten samt via trappa från närliggande terrass. I fläktrummet finns även de luftflöden som kommer att användas för att värma upp växthuset. Här finns även tillgång till el och vatten/avlopp.

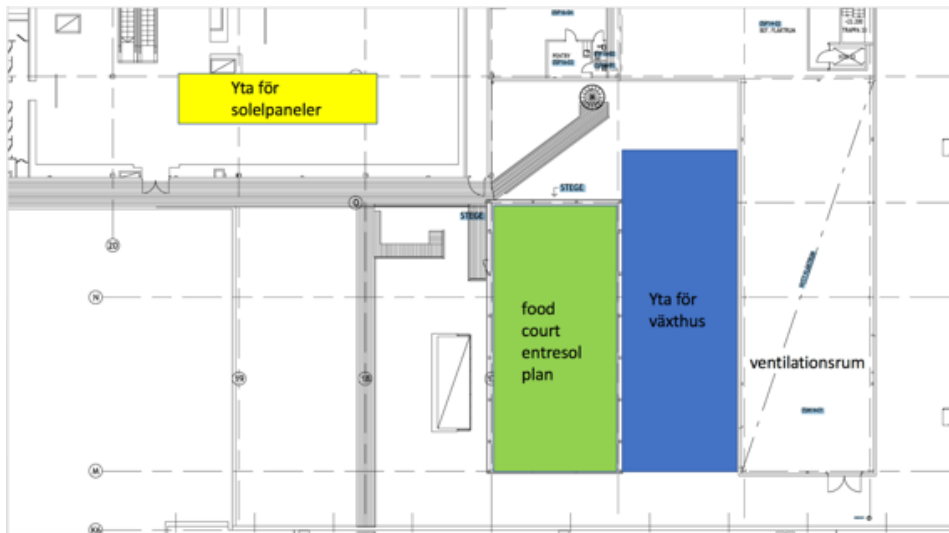


Bild 1. Aktuell del av taket föreslaget för växthus.

Den aktuella ytan består av en 420 m² stor yta mellan glasväggen till food courtens entresol yta för sittande matgäster och ventilationsrummet. En långsida av växthuset kommer att få insyn direkt från food courtens entresolplan och kortsidan kommer att ligga i jämnhöjd med T-banans hållplats vid Kista Galleria och kan ses av cirka 21 000 resenärer per dag. Växthuset skulle också kunna skymtas inifrån gallerian, som 2017 besöktes av ca 19 miljoner personer.



Foto 1. Food court, Kista Galleria

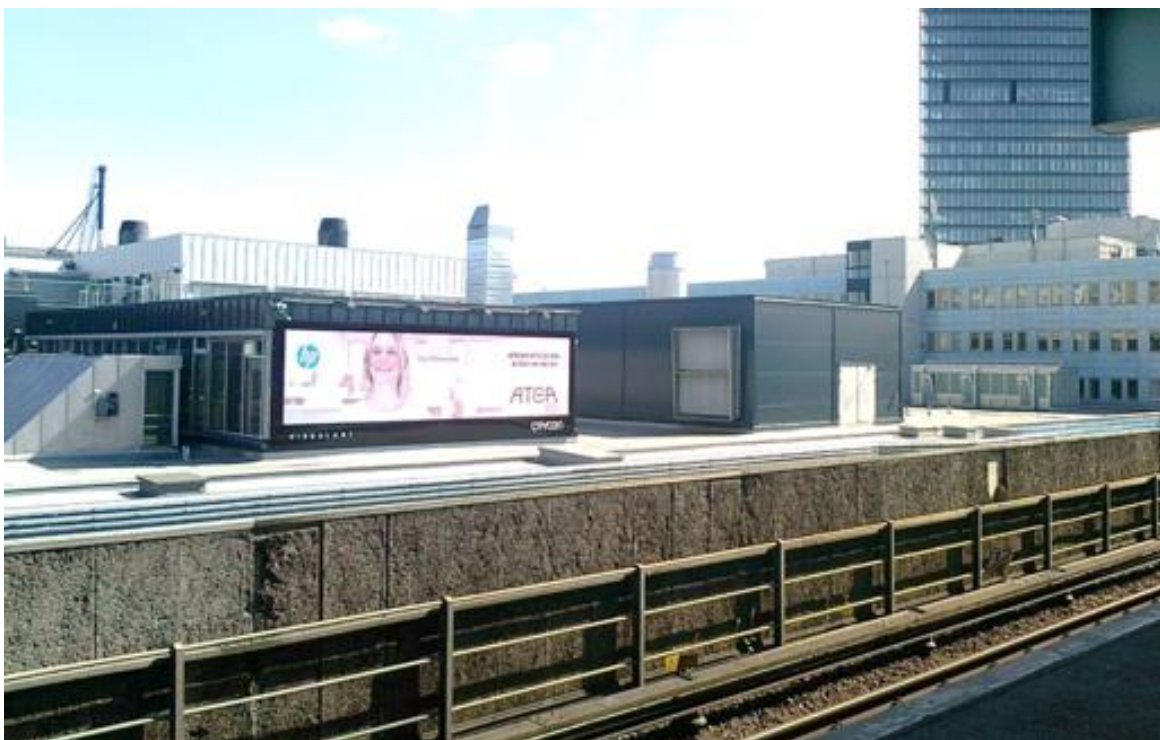


Foto 2. Vy från T-banans hållplats. Glasat entresolplan bakom hållplatsskylten och ventilationsrum till höger med ventilationsgaller direkt in mot ytan där växthuset är planerat att placeras.

4.1 Tekniska system och växthusets behov av el och värme

Takytan består av betongbjälklag med en spännvidd av cirka 10 meter mellan upplagen och är belagd med isolering och ett tätskikt med takbrunnar för avvattning, den kan nås via flera utgångar.

Uppvärmning med spillvärme och tillgång till sol-el

I det befintliga ventilationsrummet finns värmeväxlare på ventilationssystemet och efter denna värmeväxlare kan del av luften strömma genom växthuset för att värma det vintertid till cirka +15 grader på utgående luft. Sommartid ventileras växthuset genom självdrag via luckor i växthusets övre och nedre kant. Under vår/höst kommer växthuset under soliga dagar att fungera som solfångare och via fastighetens ventilationssystem värma delar av byggnaden. Natttid kommer växthuset att värmas av fastigheten.

Vintertid kommer odlingarna att behöva tillskott av ljus för att vidmakthålla en acceptabel produktion. Växtbelysningen kommer även att bidra till uppvärmningen av växthuset. De mycket stora takytorna som omger den aktuella terrassdelen kan användas för elproduktion via solcellspaneler vilket förstudien visar. Det föreslagna växthuset kommer därför att kunna förses med grön el för hela sitt behov. Den yta som är möjlig att utnyttja skulle kunna producera mer än all el som det föreslagna växthuset förbrukar.

Delar av de tekniska lösningarna har utretts och testats under projektet.



Bild 2. Visualisering av tänkt placering av växthus på Kista Gallerias tak mellan entresolplan och ventilationsrum sett från T-banans hållplats.

Tekniska stöd för odlingssystem.

Odlingssystemen får en hög grad av automatisering med möjlighet till manuell övervakning och kontroll. Alla belysningsarmaturer ges möjlighet att höja/sänka med hjälp av programvara beroende på solinstrålning och växternas behov av ljus. Likaså används lampor med digital styrning där varje lampa har sin egen IP-adress och vars ljusfrekvenser kan varieras och styras efter den växtart som skall odlas. Allt detta görs via dator/I-pad. Alla luft- och vattenflöden styrs och mäts i realtid via programvara och all data lagras för analys och kvalitetssäkring av odlingen.

4.2 Föreslagna odlingssystem för växthusodling på taket till Kista galleria

Den plats på taket som valts är cirka 280 m² stor med måtten 9,2 * 30,8 meter. Växthusets placering vid lanterninen ovanför Kista Food Court gör att odlingarna kommer att kunna ses från de nedanför liggande restaurangerna. Växthuset kommer att kunna nås via en trappa från food courten. Den kommer även att kunna nås via den byggnad för ventilation som ligger på växthusets andra sida. (Se bild 1). Denna byggnad används även för godstransporter till/från växthuset. Röda ytor markerar dörrar/utrymningsvägar.

Växthusets placering har valts dels för att ge allmänheten möjlighet att besöka växthuset genom att gå inifrån Kista Food Court, dels för att övrig infrastruktur på taket i kombination med låg bärighet gör att flera ur odlingshänseende bättre placeringar måste väljas bort. Odlingen kommer därför att vara ett demonstrationsprojekt snarare än en helt energimässigt och produktionsmässigt optimerad anläggning. Nedan redogörs för två olika odlingsvarianter, hydroponik respektive akvaponik.

4.2.1 Förslag på växthusets placering och utformning

Förslag på växthusplacering på taket till Kista centrums galleria. Växthusets vänstra sida vetter mot tunnelbanan, den norra vetter mot lanterninen som ligger ovanför Kista Food Court.

De nedan redovisade produktionssiffrorna bygger på antagandet att varje kvadratmeter odlingsyta producerar cirka 500 krukor med sallad eller kryddor, främst basilika. Eftersom det går att odla ett stort antal arter med varierande vikt och produktionstakt så redovisas istället antalet krukor, vilket oftast är den form som grödorna säljs i. Beroende på sort kan antalet krukor variera mellan 400–1000 st/m²/år. Vi har här utgått från en genomsnittlig produktionsvolym på cirka 500 krukor/m²/år.

I båda fallen används samma ytor för akvaponik och hydroponik. Odlingsystemet upptar cirka 93 m² golvyta men eftersom odling kan ske i flera plan så blir den effektiva odlingsytan cirka 202 m². Odlingsbäddarnas bredd är beräknad för manuell plantering och skörd och alla bäddar kan nås med normal armlängd. Gångar mellan odlingarna är anpassade så att två personer kan mötas i samma gång. Detta underlättar även vid eventuell utrymning vid brand.

Hydroponik

I det hydroponiska systemet odlas grödorna i en näringslösning som hela tiden flödar förbi växrötterna. Behållare med näringslösning placeras under varje odlingsbädd och pumpas upp till odlingsbäddarna. Överflödigt vätska rinner automatiskt tillbaka till behållaren. Odlingsbäddarna kan antingen vara konstruerade enligt NFT-teknik, med ett tunt vattenskikt som rinner över rötterna, eller som en vätskefylld behållare, cirka 1 dm djup, där näringslösning och syre hela tiden tillförs rötterna. Varje odlingsbädd belyses med LED-lampor med en effekt som motsvarar cirka 100 W/m².

Odlingsbäddarna på vänstra sida är anpassade till att producera högre växter samt att utnyttja solljuset under sommartid. På grund av växthusets placering kommer de flesta av odlingsbäddarna på högra sidan att behöva extra belysning även under delar av sommaren.

Med ovanstående arrangemang så kommer cirka 101 000 krukor med sallad eller basilika att kunna produceras. Vattenförbrukningen beräknas bli cirka 150–170 m³/år. Växthuset kommer att ta emot en beräknad nederbörd på cirka 170 m³/år varav cirka 25 procent avdunstar. Resterande kan användas i odlingen. Eftersom växthuset är omgivet av mycket stora takytor där regnvatten kan insamlas kommer odlingen att klara sig på enbart regnvatten. En vanlig kommersiell mineralnäring används i detta system.

Akvaponik

Ett akvaponiskt system består av en fiskodling och en växtodling som är sammankopplade. Växtodlingen fungerar som reningssystem för fiskodlingen och det näringsrika vattnet från fiskodlingen göder växtodlingen. På grund av tyngden på vattentankarna har vi i detta fall valt att

förlägga fiskodlingen i centrumets källarplan. Detta möjliggör större volymer för fiskodling samtidigt som växtodlingsytan kan användas optimalt.

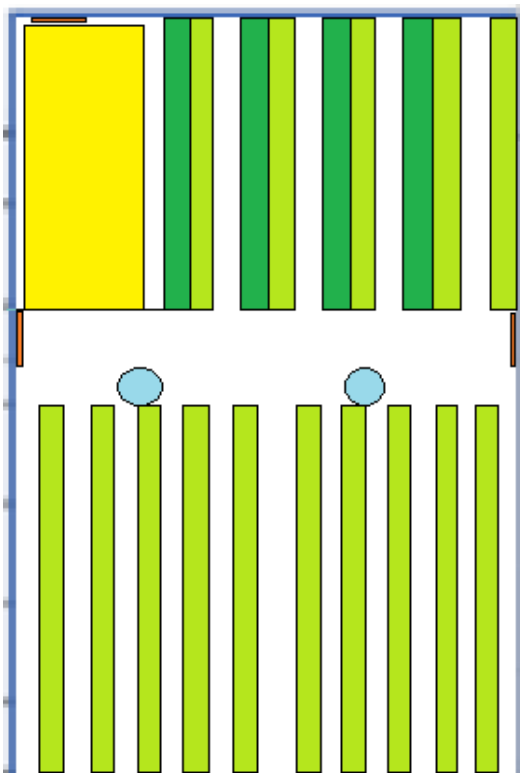
Vattnet pumpas upp till odlingsbäddarna och rinner, efter att ha passerat växtrötterna, tillbaka ner till fiskodlingarna. Flödet arrangeras så att varje fisktank får sina egna odlingar. De olika systemen är därför skilda från varandra, både för att kunna styra odlingsförhållandena och för att undvika att eventuell fisksjukdom kan sprida sig i systemen.

Samma odlingsbäddar kan användas till den akvaponiska odlingen men rördimensioner och flöden måste anpassas till den biofilm som uppstår i akvaponiska system. Den enda näring som tillförs systemet är fiskfoder. Vattennivåerna anpassas automatisk i fisktankarna och alla system är automatiserade. Även övervakning av odlingsparametrar sker automatiskt.

Fiskodlingen fördelas på 4 tankar á 6 m³ med maximalt cirka 150 kilo fisk/tank. Produktionen sköts så att tankarna skördas succesivt med skörd av en tank var 6:e vecka.

4.2.2 Odlingsystem i två moduler

I det föreslagna växthuset kommer grönsaker och fisk att produceras, både för direktförsäljning till konsument och också för de underliggande restaurangernas och caféernas behov. Växthuset kommer även vara ett besöksmål med möjlighet för allmänheten att på plats bekanta sig med



modern, miljövänlig matproduktion. Det kommer också att vara ett sätt för fastighetsägaren att visa och informera om delar av sitt miljöengagemang. Detta gör att den yta som föreslås för odling kommer att vara något mindre än vid optimal produktion.

I förslaget på odlingsystem (se bild 3) har vi valt att, både av pedagogiska och tekniska skäl, dela upp produktionen i två ungefär lika stora delar, en med hydroponisk odling av sallad och annat bladgrönt, en med akvaponiskt system där fiskar och tomater odlas i ett slutet system. I ett hydroponiskt system används en näringslösning baserad på mineralgödning, för produktionen. I det akvaponiska används det näringsrika vattnet från fiskodlingen i odlingen.

I detta fall kommer en del av det vatten som normalt tillsätts till den hydroponiska odlingen att tas från den akvaponiska odlingen. Resultatet blir att behovet av mineralgödning kan minskas samtidigt som produktionen av fisk kan ökas. Regnvatten från taken kommer att samlas in, renas och användas i produktionen. Möjligheten finns också på sikt att använda renat grävatten för bevattningsändamål.

Bild 3. Förslag på utnyttjande av odlingsyta. Ljusgröna odlingar i nedre kanten markerar akvaponiska tomatodlingar, blått markerar fisktankar. Gröna odlingar i övre delen markerar hydroponiska odlingar i fyra plan. Gult markerar arbetsyta/social yta. Orange markerar dörrar/utrymningsvägar.

4.2.3 Produktionsbedömning för de två odlingssystemen

Hydroponik-delen – växtodling i jordfria medier

De hydroponiska odlingarna har en bäddbredd på cirka 60 cm för att lättare kunna nå alla krukor, bäddarnas längd är cirka 14 meter. Med 9 bäddar i 4 plan blir den effektiva odlingsytan cirka 302 m². Med odling av sallad, cirka 90 krukor/m², produktionstid cirka 40 dagar blir produktionen cirka 245 000 krukor/år. Vid odling av basilika, cirka 90 krukor/m², produktionstid cirka 30 dagar blir produktionen cirka 326 000 krukor/år.

En del större producenter använder sig av system där krukorna fylls, planteras och groddas på annan plats och plantorna transporteras till den aktuella odlingen för den sista fasen av produktionen. Detta sparar plats på den aktuella odlingen men ökar å andra sidan antalet transporter till och från fastigheten då krukorna efter skörd återvinns och skickas tillbaka för återanvändning. Vid denna produktionsteknik kan ovan angivna produktionen ökas med 50-100 %.

I denna del av växthusodlingen skulle förslaget till ett samarbete kunna ske mellan Citycon som ägare till Kista Galleria och Spisa Smaker AB som odlingsföretag av kryddor, örter och sallad i kruka. Spisa driver upp och levererar kompakttransporterade halvfabrikat av växter (cirka 14 dagar gamla) som sedan växer upp till skörd ytterligare cirka 14 dagar i växthuset. På detta sätt kan odlingen integreras mycket väl med behoven från restauranger och kaféer i gallerian de kan förbeställa med kort leveranstid och odlingen kan lätt anpassas efter säsongsvariationer och behov. Inte heller behov jord och fyllningsutrustning av krukorna på plats detta sker i Södertälje i Spisa's växthus under kontrollerade former, allt spill och plastkrukor gå i retur till Spisa som komposterar och återanvänder krukorna.

Akvaponikdelen – kombinerad fisk- och växtodling

I det akvaponiska systemet görs lådorna, här grusfyllda biobäddar, cirka 18 meter långa och 60 cm breda. Eftersom tomater tar upp även ytan mellan lådorna så räknas även utrymmet mellan odlingslådorna in i odlingsytan. Den aktuella odlingsytan blir därför cirka 180 m². Vid produktion av tomater blir produktionen 9 000–14 400 kilo beroende på vilken variant som odlas.

Vid produktion av tropisk frukt skulle produktionen av t. ex bananer bli 3 100 kilo och papaya cirka 3 900 kilo/år.

I de 7 m³ stora fisktankarna, sammanlagt 14 m³ produceras fiskarten *Tilapia*. Systemet har en maximal produktion på 50 kilo/m³ och vid 12 månaders produktionstid så blir produktionen cirka 700 kilo. Fiskarna väger då cirka 1 kg/st. Vid skörd av fisk vi cirka 600 gram kan belastningen på systemet ökas och produktionen blir cirka 1200 kilo/år.

Vid normaldrift av akvaponiska system produceras ungefär 10 kg grönsaker för varje kilo fisk som produceras, eftersom näringsämnen i systemets två delar – fisk- och växtodlingen måste balanseras.

Möjligheten finns att kombinera de två produktionssystemen i det föreslagna växthuset

Om man kombinerar de båda systemen och låter vatten från fiskodlingen fylla på det hydroponiska systemets tankar så kan fiskodlingskapaciteten ökas från 50 till 80 kilo/m³ (max cirka 2 200 kilo) samtidigt som produktionen av växter i de båda systemen förblir opåverkad.

4.3 Bedömning av investeringskostnader

Förutsättningar är bland annat att befintligt tak har en beläggning av isolering och gummiduk över plattbjälklag av betong med en bärighet av 100 kg per kvadratmeter. Ytan som är tänkbar ligger mellan inglasad upphöjning över Food Courten och ett ventilationsrum med gavel mot Kista tunnelbane-plattform.

Ytan som är tillgänglig är cirka 240 kvadratmeter produktionskostnaden är 4 000 kronor per kvadratmeter enligt Nils-Ola Pettersson på Grönsta.nop AB + grundläggning och moms.

Priset blir då 940 000 kronor plus grundläggning som i det här fallet blir kompletteringselement ovanpå taket efter kanterna för att ta upp lasterna, till det tillkommer transport och montage. Den totala investeringen för byggnaden ligger i nivån 2 miljoner kronor plus moms totalt för växthus på taket i Kista Centrum. Tillkommer gör belysning och inredning, samt fastighetsanpassningar (ventilation och el).

4.4 Samlad bedömning av det primära lokaliseringalternativet

Det föreslagna växthuset på Kista Galleria har visat sig både tekniskt och miljömässigt vara den mest lämpliga placeringen, och i de fallstudier som gjorts bedömer vi att Kista är den lokalisering som troligen kommer att byggas inom en snar framtid. Det främsta och viktigaste skälet till detta är det engagemang och intresse som fastighetsägaren Citycon visat, både genom deltagande i de förberedande tekniska undersökningarna och platsbesöken men även genom sin uttalade miljöpolicy och målsättning för hållbarhetsarbetet i stort. Man är även mycket intresserade av att utveckla urban odling inom ramen för sitt engagemang för stadsdelsutvecklingen i Kista.

”Vi vill bli ledande inom utvecklingen av hållbara köpcentrum. Därför präglar miljöhänsyn allt vi gör, från hur vi utvecklar våra köpcentrum till den dagliga driften av dem. Vårt mål är att skapa en långsiktig, hållbar utveckling – både för detaljhandeln och för framtida generationer.”

Fastighetsägarens intresse för projekt beläggs av att man nu (september 2018) arbetar med en bygglovsansökan för växthuset på Kistagallerians tak. Skulle Citycon fullfölja detta arbete, och växthuset byggas, finns det stora möjligheter till replikation av projektresultatet i någon av den 69 centrumbyggnader som Citycon äger i Norden och de baltiska staterna.

Den ur odlingssynpunkt inte helt optimala placeringen uppvägs mer än väl av möjligheten till utnyttjande av värme och vattenflöden från fastigheten samt möjligheten att förse odlingen med hållbar el från egen produktion. Likaså är de pedagogiska värdena av placeringen stora och möjligheten för allmänheten att ta del av produktionen kan inte underskattas. Att växthuset skulle vara mycket väl synligt från tunnelbanestations perrong där 21 000 personer om dagen passerar, och kan skymtas inifrån gallerian som årligen besöks av cirka 19 miljoner personer gör att det takplacerade växthuset som stadsodlingsprojekt får en mycket hög synlighet.

Food courten kan nås direkt via trappa och hiss från ventilationsrummet, växthuset kan även nås via trappa från entresolplanet för studiebesök. Det mycket korta avståndet mellan producent och konsument kommer att, dels ge möjlighet till extremt färska produkter, även ge möjlighet att anpassa odlingarna efter kundernas behov och önskemål. Transporterna till fastigheten kan minskas samtidigt som odlingen i sig utgör en koldioxidsänka. Vår bedömning är därför att Kista galleria kommer att bli ett utmärkt exempel på hur restflöden från befintliga byggnader kan utnyttjas till urban, hållbar matproduktion.

5 Tekniska system - Teknikval och testresultat

Testinstallation på Kista Centrum av sol el paneler med inkoppling mot befintligt elnät i ventilationsrummet inom projektet CityFresh.

Bakgrund

Citycon är ett finländskt fastighetsbolag med inriktning på kommersiella fastigheter. Företagets huvudkontor är placerat i Helsingfors. Citycon äger 69 köpcentrum i Norden och Baltikum. Citycon är ägare till Kista Centrum och är intresserade av att testa alternativa lösningar för att montera PV paneler på falsade plåttak med minimalt antal hål i plåten. Taken som är avsedda för detta är inte bara försedda med falsad plåt utan har också ett välvt utförande, vilket medför att konventionella platta paneler är svåra att montera.

Leverantörer

Som enda tillverkare producerar Midsummer solceller, solpaneler och plåttak i Sverige. Produktionen sker i fabriken belägen i Järfälla, där endast svensk förnyelsebar el används.

Midsummers paneler kan fästas med dubbelhäftande tejp direkt på plåttaket vilket skett i Kista, med tunnfilmssolceller som testats ner till 5,7 graders lutning.



Foto 1. Midsummer solceller och solpaneler

5.1 Tekniska data

De 32 paneler med tunnfilmceller ger 0,6 volt per cell sammanlagt 13,2 volt per panel * 32 paneler vilket ger 422 volt totalt. 3 watt per cell = 65 watt per panel * 32 paneler = 2 080 watt totalt. Energi-utbyte per år $850 \text{ kWh/kW} * 2\,080 \text{ watt} = 1\,768 \text{ kWh/år}$.

Under augusti 2018 producerades 189 kWh, vilket är över ett normalår vilket beror på fler antal soltimmar.

Ferroamp tillverkar EnergyHub-systemet som erbjuder ett nytt tillvägagångssätt för att maximera investeringen i solenergi. Den gör det genom att införa smidig flexibilitet och teknik som ökar systemets produktion. EnergyHub-systemet innehåller ACE-funktionalitet och ett smart integrerat energilagringssystem som fortsätter att använda kraftmodulerna efter solnedgången.



Bild 1. Ferroamp Energyhub



Bild 2. Ferroamp Power Module

Hjärnan i systemet är EnergyHub-processkontrollen som kommunicerar med alla systemkomponenter. EnergyHub samlar relevant information för att optimera energiflödet mellan solpaneler, energilagring, nätet, med hjälp av avancerade algoritmer.

Systemets hjärta är Power Module, en 3 x 5 A (3,5 kW) trefas, skalbar dubbelriktad effektomriktare. Strömmodulen omvandlar DC-energi från solpaneler och energilagring till AC-energi som kan användas i byggnaden eller säljs till elnätet. EnergyHub inverteraren har en unik funktion som omvandlar AC från elnätet till likström för att ladda batterierna i energilagringen.

Strängoptimeraren underlättar en distribuerad MPP-spårningsoptimeringsoptimering av energi från en rad PV-solpaneler, eftersom bestrålning förändras över dagen. SSO levererar en fast 760V-utgång till DC-nanogriden för högspänning och låg energitransmission till antingen energilagring eller EnergyHub inverterare. EnergyHub DC nanogrid förenklar installationen av flera strängar, var och en med en SSO, eftersom utgångsspänningen från varje SSO är fixerad. Att lägga till en ny PV-solsträng till ett befintligt system är enkelt. Anslut en SSO till PV-strängen och SSO-utgången till DC nanogrid. En andra EnergyHub kan anslutas till samma DC-nanogrid eller fler effektmoduler kan läggas till EnergyHub XL-strömstapeln för att öka omvandlingskapaciteten. Ett annat alternativ är att lägga till mer energilagring för att lagra den extra energiskörden.

5.2 Mätvärden

Installerade solceller från Midsummer på Kista Centrum's tak.

- 22 solceller á 0,6 volt/cell totalt 13,2 volt per panel * 32 paneler ger 422 volt totalt.
- 3 watt per cell = 65 watt per panel * 32 paneler = 2 080 watt totalt.
- Energiutbyte per år 850 kWh/kW * 2080 watt = 1 768 kWh/år

- Energimängden under den senaste månadsperioden (augusti 2018) blev 189 kWh, vilket är mer än ett normalår.

6 Odlingsystem för takplacerade växthus

Odling i stadsmiljöer kräver oftast odlingsystem som kan anpassas till mindre ytor och till speciella odlingsmiljöer. I många fall gör detta att större maskiner inte kan användas och att stora delar av produktionen måste skötas manuellt. I inomhusmiljöer underlättas emellertid odlandet av möjligheten att skapa styrsystem för kontroll av en rad olika funktioner som värme, ljus, fuktighet, flöden med mera. Ny teknik ger även möjlighet att styra och övervaka odlingsystemen på distans.

Att odla i städerna ger oftast en rad fördelar i form av minskade transporter, färskare produkter och en möjlighet att interagera direkt med lokala affärer och restauranger. Samtidigt kan det vara svårt att hitta ytor stora nog att vara lönsamma. Staden ställer därför inte bara krav på nya odlings tekniker men även på nya affärsmodeller och innovativ produktionsplanering. Samverkan mellan ett antal olika odlingsenheter med olika specialiteter kan vara en del av lösningen. Även här ger ny teknik stora möjligheter till kontroll och samordning av produktionssystemen och även till direkt samverkan med kund.

Traditionell odling i jord förekommer på många platser i varierande skala och kolonilotter där odlingsyta är möjlig att hyra för privatpersoner ökar i popularitet. Dessa odlingar har ofta en hög produktivitet per yta. Samtidigt har kolonilottsområden en mycket stor variation av blommande växter under hela säsongen vilket är mycket gynnsamt för pollinerande insekter som bin, humlor och fjärilar. Dessutom förekommer bekämpningsmedel ytterst sällan i stadsmiljön. Ett ökande antal biodlingar i städerna ger bättre pollination samtidigt som den inhemska produktionen av honung kan öka. Odlingslotter utomhus på tak är en växande trend som på många sätt kan samverka med takplacerade växthus.

Eftersom odling i jord är metoder som oftast är kända för allmänheten så har vi i denna rapport valt att inte diskutera tekniker och resultat i samband med detta. Likaså varierar produktionsvolymer i större utsträckning i utomhusodlingar jämfört med klimatsäkrade system. Variationer i jordtyp och struktur, sortval av grödor mm skulle helt enkelt inte rymmas inom ramen för denna utredning.

Odlingar på tak ger stora möjligheter att odla nära konsument och kan även ge mer ostörda miljöer som i hög grad skyddas från stölder och skadegörelse. Samtidigt ställer dessa odlingar stora krav på takens hållfasthet, tätskikt och möjlighet till transporter av material som jord och produkter. Takodlingar öppnar stora möjligheter att skapa nya sociala träffpunkter där många människor med olika bakgrund och kunskap kan mötas under trivsamma former. I stadsmiljö finns få platser där stadens barn kan lära sig om naturlig mat och ekosystems basala funktioner och odlingar fyller därför ett större syfte än produktionen i sig.

I de klimatskyddade system som beskrivs nedan sker produktion under helt andra förutsättningar än odling i jord utomhus. Samtliga av dessa inomhussystem kommer att producera restprodukter som är svåra att använda i samma system, främst växtrester, använd jord och slam från filter.

Kompostering och användning inom produktion av matsvampar och insekter kan till viss del reducera mängden restprodukter men oftast inte helt. Odling inomhus i olika näringslösningar och odlingar utomhus i jord ställs ofta mot varandra, men i själva verket kan dessa komplettera varandra genom att utnyttja varandras restprodukter till sin egen produktion.

Växthus och andra skyddade inomhusmiljöer ger, förutom möjligheten att styra klimat och odla en mycket stor variation av grödor, även möjlighet att anpassa miljön till alla typer av människor. Vattenbruk är en mansdominerad syssla som ofta kräver muskelstyrka, tunga lyft är vanliga. Odling inomhus sker oftast i mindre enheter och kan anpassas till både lokaler och personal. Genom god planering och teknikval kan oftast tunga lyft undvikas och personer med mindre muskelstyrka, handikappade eller andra med någon typ av begränsning kan beredas arbete inom de gröna näringarna, något som i dagsläget är ovanligt.

6.1 Hydroponik

I en normal jordodling finns näringsämnen upplagrade i form av olika partiklar och växtdelar som sakta, i kontakt med vatten och med hjälp av mikroorganismer som bakterier och svampar, bryts ner, frigörs och bildar en näringslösning som växterna kan ta upp via sina rötter. Näringsinnehållet i jorden varierar beroende på de olika ingående komponenterna och oftast tillsätts extra näringsämnen i form av gödsel från djur eller i form av mineralnäring. Ett vanligt problem i många jordar, särskilt sådana som varit brukade länge, är att halten organiskt material sakta sjunker och jordens förmåga att hålla kvar de tillsatta mineralnäringssämnena minskar (se text om biokol nedan). Vid regn urlakas dessa istället för att komma växterna tillgodo och en allt större näringsgiva måste tillsättas för att uppnå godtagbar produktion. Näringsflöden från åkermark till närbelägna vattendrag, med efterföljande övergödningssproblem, är ett växande problem världen över.

Hydroponisk odling kan enklast beskrivas som odling av växter utan jord i en näringslösning. I dessa system används ingen eller mycket lite jord i produktionen och växternas näringsbehov tillgodoses enbart via tillsats av mineralnäringssämnena. Jord används främst vid groddning av frön medan tillväxt sker via tillskott av näringsmedia. Viss odling med organiska, flytande näringslösningar förekommer men ännu i mycket liten skala.

Teknisk beskrivning

Hydroponiska odlingar finns i en rad olika varianter och utföranden men grundkonstruktionen är densamma. Odlingarna konstrueras som slutna system med ett ständigt cirkulerande flöde av steril näringslösning. Beroende på gröda eller systemets uppbyggnad tillsätts endast den näring som växterna absorberat eller så ersätts/byts hela volymen av näringslösningen med olika intervaller. Det förekommer främst två olika strategier för att förse växterna med näringen, antingen står växterna med sina rötter direkt i näringslösningen eller så fördelas den via olika inerta (material som bidrar med struktur men som inte frigör näring eller ändrar på vattnets egenskaper) medier som mineralull, perlit eller lecakulor.

I ett NFT-system (Nutrient film system) låter man vattnet rinna i rör eller rännor och bildar då tunna skikt i botten på systemet. I en del fall lägger man en tunn vävduk för att fördela flödet jämt över botten. Det tunna skiktet gör att näringslösningen syresätts via diffusion och rötterna ges optimala förhållanden. Växternas rötter placeras direkt i flödet och skyddas från solljus. Liknande system används för att odla olika växter i krukor med jord, främst då för bevattning och i mindre utsträckning för näringsstillförsel. Odlingarna sker oftast i långa rännor med flöde från ena sidan till den andra men det finns stora möjligheter att utforma systemen efter lokalernas utseende eller för att optimera produktionen. Även system för odlingar med vertikala flöden finns.



Foto 1. Odling av växter i NFT-system.

En variant av hydroponisk odling är floating-raft system där man odlar växterna på flottor av frigolit som flyter i grunda tråg med näringslösning. Nätkrukor med groddade plantor placeras i hål i flottarna och rötterna hänger direkt ner i vattnet. Vattnet/näringslösningen hålls hela tiden syresatt och flödar förbi rötterna. Efter passage genom odlingstrågen filtreras vattnet, steriliseras och vid behov tillsätts ny näring och pumpas sedan till odlingen igen. Dessa odlingssystem kan göras billiga och ger stor möjlighet att optimera den tillgängliga odlingsytan. Nyplanterade flottor sätts i ena ändan av tråget, odlingsflottarna skjuts framåt och skördas i andra ändan.



Foto 2. Floating-raft odling av basilika och odling av microgreens på kokosnötsfibrer.

Ett specialfall av odling direkt i näringslösning är aeroponik där växterna oftast odlas i vertikala system men där man, istället för ett flöde av näringslösning, sprayar lösningen över växtrötterna. Detta syftar främst till att säkerställa en god syresättning av rötterna och en optimal fördelning av näringslösningen. Rötterna har även möjlighet att bli mycket stora och får en stor yta för upptag av näring.

En annan variant av hydroponisk odling är odling i inert material. De flesta stora kommersiella odlingar av tomater, gurka, paprika mm använder dessa system. Det vanligaste är odling i mineralullsmattor där växternas rötter får breda ut sig. En steril näringslösning tillsätts och ett flöde skapas genom mattorna. Överflödigt lösningsmedel filtreras, steriliseras, ny näring vatten tillsätts och återförs sedan till odlingen. Eftersom växternas rötter sakta fyller mattorna och flödet genom dem minskar så används dessa oftast för årliga grödor. Ett annat skäl är att svårigheten att hålla odlingsmediet sterilt ökar ju äldre odlingen är. Varje år byts mattorna ut (slängs), växthuset rengörs, näringslösningen byts oftast, inte alltid, ut och en ny odlingssäsong börjar. Dessa odlingar kräver oftast system för att binda upp/stödja växterna vilket kan ge en hög initialkostnad för odlingen. Ett undantag är odling av micro-greens, groddplantor som odlas på tunna fiber-mattor (kokos) och klipps vid skörd. Dessa har en mycket kort produktionstid, 1-2 veckor, och mattorna byts ut efter varje skörd.

I en del fall används grunda behållare med material som grus, leca eller perlit för att skapa en god miljö för växtrötterna. I akvaponiska system används dessa för att skapa en god miljö för bakterier, då kallade biobäddar (se avsnitt 6.2 om akvaponik nedan).

Vad kan odlas?

Oftast används NFT- och floating-raft system för att odla mindre växter med kort produktionstid som sallader och olika kryddväxter. I system med mineralullsmattor odlas främst tomater, gurka,

paprika men många andra annuella växter kan produceras. I några mindre anläggningar odlas även fleråriga växter som passionsfrukt och olika tropiska fruktträd.

6.1.1 Resursförbrukning

I hydroponiska odlingssystem används olika typer av konstgödning, ytterst få odlingar som använder organisk näringslösning finns. Tillverkning av konstgödning (kväve) är energikrävande samt utvinns i olika typer av gruvsdrift vilket tär på jorden resurser. Priserna på konstgödning stiger hela tiden och vissa ämnen (fosfor) spås bli (eller är redan) en bristvara. Under normala växtbetingelser är koldioxid hela tiden tillgänglig för växterna via luften. I intensiva produktionsanläggningar i växthus måste koldioxid tillsättas för att man ska kunna vidmakthålla en god tillväxt. Koldioxid är därför under dessa betingelser en konstgödning som även den har kostat energi att renframställa och transportera till odlingarna. I många fall byts näringslösningen i systemen ut, främst för att undvika ansamlingar av oönskade salter vilket kan störa växtproduktionen. Denna rest blir då ett problem för det reningsverk eller recipient där den släpps ut.

Användningen av mineralull är en källa till både resursförbrukning och som restavfall. Den hydroponiska teknikens krav på att hålla odlingsmediet sterilt gör att utbyte av mineralullsmattor blir ett måste eftersom det är svårt att under längre tider undvika att biofilmer byggs upp. Detta måste även undvikas för att de, oftast mycket små, munstycken som fördelar näringslösningen över odlingen inte skall sättas igen.

I recirkulerande system återvinns vatten och näringsämnen på ett mycket effektivt sätt. Jämfört med konventionell jordodling så är vattenförbrukningen i hydro- och akvaponiska odlingar mycket låg, oftast en 1/10 del eller mindre. Växthus har oftast möjlighet att ta hand om regnvatten från taken vilket ytterligare minskar behovet av yttre vattentillförsel.

Energianvändningen per yta inom växthusodling är oftast relativt stor men även produktionen per yta blir betydligt större än konventionella odlingar utomhus. Jämförelse mellan grödor och energianvändning/odlingsmetod ingår inte i denna studie. Växthusodling i städerna har oftast stora möjligheter att utnyttja spillvärme från fastigheter för att minska sitt energifotavtryck väsentligt. Anpassning av fastigheternas befintliga system kan dock bli en fördröjande faktor i anläggningsskedet.

Belysning är en stor del av hydroponiska odlingars energianvändning. Odlingar under mark, i källare osv. får i stort sett hela sin energianvändning via belysningar. Kostnaden för att ventileras underjordiska odlingar kan vara relativt hög då många olika grödor ställer mycket specifika krav på sin odlingsmiljö. Här kan emellertid synergieffekter uppstå särskilt om byggnaden har odlingar både på taket och i bottenvåningarna. Värmen från källarodlingen kan ledas till växthuset på taket och därmed spara in stora kostnader för uppvärmning.

6.1.2 Produktionsvolym

I klimatsäkrade odlingsanläggningar kan produktion ske året runt. I växthus belyses grödorna under den mörka delen av året men en viss säsongsskillnad kan ändå ses då det naturliga

solljuset ger en betydligt högre tillväxt under den ljusa delen av året. Grödor som odlas i längre cykler som tomater, gurka och paprika har oftast en produktionsstopp medan andra grödor som sallader och kryddor har en relativt jämn produktion under hela året. Exempel på produktionsvolymerna nedan:

Tomater 50-80 kilo/m²/år (kraftigt varierande beroende på sort och belysningsmängd)

Sallad och kryddor: 500 -1000 krukor/m²/år. Produktionscykler är cirka 30-40 dagar.

6.2 Akvaponik

Akvaponisk odling innebär kombinerad odling av fisk/skaldjur och växter i sammankopplade, slutna system. För att på ett korrekt sätt förstå fördelarna med akvaponiska odlingsmetoder ges här en kort beskrivning av olika vanliga metoder inom fiskodling:

Dammodlingar: grunda dammar, oftast med jord eller grusbotten, genomflöde av vatten oftast via naturligt vattendrag som avleds till dammen och sedan leds tillbaka till sin naturliga fåra efter odlingen. Kan vara extensiva med naturlig föda i dammen eller med stödmatning. Vanlig inom odling av karp och regnbågsforell samt odling av gös och abborre för utsättning i naturvatten. Billig metod med låg produktivitet.

Kassodlingar: stora till mycket stora nätkassar med en flytande kant nedsänkta i sjöar och hav. Mycket stora volymer av fisk odlas. Foderrester och fekalier spolats direkt ut i omgivande vatten. Billig odlingsmetod som är den vanligaste inom odling av lax, regnbåge och röding. Stor källa till lokala föroreningar och spridning av sjukdomar och parasiter. Många kassodlingar flyttar nu för tiden upp på land i RAS-odlingar för att slippa problemen.

Landbaserad genomflödesodling: odlingar i tankar på land, oftast inomhus. Vattenkvalitet i odlingen säkerställs genom stort genomflöde av vatten, oftast från närbeläget vattendrag. Föroreningar, näringsrikt vatten från odlingen leds direkt ut i omgivningen.

RAS (recirkulerande akvakultur system). Landbaserad odling i tankar inomhus. Avancerade tekniska och biologiska reningssystem som ger optimala odlingsförhållanden. Vanligen byts 5-10 % av den totala vattenvolymen ut varje dag, främst genom att partikelfilter backspolas. Backspolningsvattnet leds oftast till omgivningen. Viss avskiljning av slam förekommer. Betydligt mindre belastning på omgivande naturmiljöer men fortfarande en stor lokal källa till övergödning. Mycket stor produktion av fisk, mycket hög energiförbrukning, mycket hög kvalitet och leveranssäkerhet. På grund av höga kostnader så måste anläggningarna ofta vara mycket stora och blir därför en stor lokal konsument av färskvatten.

Akvaponisk kombinationsodling: I en akvaponisk odling kombineras en odling av fisk/skaldjur med en odling av växter. Allt vatten återcirkuleras och inget vatten byts ut, endast det vatten som avdunstar eller försvinner vid skörd av växter och fiskar ersätts. I normalfallet är cirka 10 % av skörden fisk, resten består av frukt/grönsaker. Anläggningen har inga utsläpp till omgivningen. Koldioxid och näringsrikt vatten från fiskarna göder växtproduktionen. Ingen användning av

antibiotika eller bekämpningsmedel förekommer. Akvaponik är den enda teknik som kan ge flera olika produkter (fisk, frukt) ur samma system.



Foto 3. Akvaponisk teknik

Teknisk beskrivning - enkelt eller dubbelt system

I ett akvaponiskt system ersätts flera av de tekniska system som används inom RAS-odling med olika biologiska system. Flera av de tekniker som används inom hydroponisk odling används i olika kombinationer. För att säkerställa en god vattenkvalitet, främst för fiskarna, måste kväverika, skadliga produkter som ammonium och nitrit omvandlas till nitrat. Detta är den form av kväve som främst tas upp av växterna. Vanligen används floating-raft system som huvudsaklig produktionsmetod men för att de biologiska processerna ska fungera används ofta kombinationer av biobäddar och enklare filter för separering av större partiklar som första steg innan flottarna. I alla steg i processen måste en god syresättning säkras.

I de fall som biobäddar används som huvudsaklig odlingsmetod används endast ett partikelfilter innan biobäddarna. I biobäddarna kommer mängder med olika mikroorganismer att etablera sig. Dessa kommer dels att stå för omvandlingen av kväveprodukter, dels att fånga upp och bryta ner småpartiklar. Den näring som frigörs tas upp av växterna och det renade vattnet återförs till fiskodlingen. Samtidigt sker ett gasutbyte på ytan av materialet där koldioxid avgår och syre tillförs vattnet. I akvaponiska system skapas en probiotisk miljö där skadliga organismer och bakterier elimineras. Sjukdomar är ovanliga i dessa system.

En variant av akvaponik som börjar bli vanligare är att RAS-odlingar kompletterar sina odlingar med en växtodling. Det näringsrika vatten som annars spolas bort används här som näring i

växtodlingen. Detta innebär att de båda systemen inte har gemensamt flöde. RAS-odlingen producerar som vanligt men den hydroponiska odlingen får sin näring och vatten från fiskodlingen istället för en mineralgödning. Strängare miljöregler samt brist på vatten är en av orsakerna till att denna kombination blir vanligare.

Vad kan odlas?

I floating-raft system odlas främst lägre växter som sallader och kryddor. Detta skiljer sig inte från vanlig hydroponisk odling. NFT-system används sällan i akvaponiska system, främst på grund av lägre effektivitet. Odling i biobäddar skiljer sig från hydroponisk odling genom att man här vill etablera en biofilm av mikroorganismer. Oftast används ett grövre filtermaterial för att undvika att bädden slammar igen. Ett tyngre material som grus ger också ett bra stöd åt större träd. Kortfattat kan sägas att i biofiltren kan de allra flesta växtarter odlas. Sallader, kryddor, kålväxter, tomater och gurka har odlats i många år men även odlingar av tropiska perenna växter som bananer, papaya och guava fungerar bra. Intressant nog kan de flesta växter odlas med betydligt större täthet än vid jordodling. Det konstanta flödet av vatten, syre och näring över rötterna gör att växterna inte behöver konkurrera om resurser. Det är främst ljus som blir den begränsande faktorn i dessa system.

6.2.1 Resursförbrukning

Likt övriga odlingsystem är energiförbrukningen relativt stor men varierar mycket beroende på vad som odlas. Tomater behöver mycket ljus (+ 200 w/m²) för att kunna producera acceptabelt under den mörka årstiden medan sallader behöver mindre (cirka 100 w/m²). Intressant nog har ny forskning visat att många perenna växter som bananer och papaya behöver betydligt mindre (50 w/m²) för att överleva och producera under vintern. Tyvärr saknas fortfarande produktionsdata för många arter som vi i nuläget importerar men som vi utan problem kan odla i växthus i Sverige.



Foto 4. Bananodling i akvaponik, Berga Haninge.

I stadsmiljö finns stora möjligheter att utnyttja spillvärme, vilket kan vara av avgörande betydelse för produktionsekonomin. Vid odling av växter som har lägre ljuskrav och har behov av en

svalare period under vintern kan systemets funktion upprätthållas samtidigt som energibehovet minimeras.

Ett akvaponiskt system med floating-raft teknik förbrukar främst krukor och eventuellt jord för groddning av plantor. Flottar, odlingsbäddar och annan utrustning håller i många år. Vid odling av perenna växter behöver plantmaterial bara köpas in en gång vilket gynnar driftsekonomin på sikt. Många perenna växter ökar dessutom sin produktion när de blir äldre och större. Den enda näring som tillsätts är fiskfoder. Detta skall, i ett välbalanserat system, räcka till både fiskarnas och växternas behov utan att näringshalterna i systemet ökar. Ibland kan mindre mängder spårämnen och kalk behöva tillsättas för att bibehålla bra vattenvärden och tillväxt.

6.2.2 Produktionsvolym

Produktionsvolym i akvaponiska system skiljer sig inte markant från andra system. I floating-raft system blir produktionen av sallader och kryddor oftast något mindre för vissa arter eftersom det inte på samma sätt som i NFT-system kan kompakteras beroende på storlek och växtfas.

Tomater 50 kilo/m²/år, bananer 17 kilo/m²/år, papaya 22 kilo/m²/år är några resultat som uppnåtts i biobädd system.

Det finns också i detta system möjligheter att odla andra livsmedel än traditionella grönsaker, som svamp, alger och insekter och även att skapa näringsberikad biokol.

Svampodling

I Stockholm finns i nuläget ingen svampodling alls. Den odling på Runmarö som tidigare var den enda i Stockholm ligger nu i träda. Svårigheter att få tag på inympat kompostmaterial från Sverige samt hård prispress, främst från Baltikum, anges som främsta orsaker.

Odling av matsvampar är en relativt liten del av matproduktionen i Sverige både vad avser total produktionsvolym och antalet odlade arter. Den övervägande delen importeras, främst från EU men även från andra länder. Flera av de svenska odlarna har ingen egen produktion av kompostmaterial eller inympat odlingsmedia. Dessa odlare importerar färdiga odlingsbäddar med inympat svampmycel som sedan fås att producera svamp för skörd. Sverige är därför mer importberoende än vad volymen producerad svamp visar.

I resten av världen, främst i Asien, är svampodling en mycket stor industri och ett mycket stort antal svamparter odlas. Man använder även ett mycket stort utbud av råmaterial för kompost, vilket ytterligare gynnar användandet av mer specialiserade svamparter. I och med den globala trenden med ökad urban matproduktion så har även antalet småskaliga svampodlingar vuxit och därmed också användandet av mer utnyttjade källor till kompost som kaffesump, tidningspapper, träflis med mera.

En följd av ökad odling i städerna är att mängden restmaterial ökar. Mycket av detta material är växtrester vilket kan användas som substrat för odling av andra organismer. I naturen finns

en stor mängd organismer som bryter ner växtmaterial och frigör näring åt många växter. Svampar har en mycket stor förmåga att utnyttja olika substrat som föda. Svamp kan dessutom odlas i många olika lokaler i stadsmiljön och är ett bra komplement till annan odling. Ventilationsluft från en svampodling är fuktig och rik på koldioxid och kan med fördel ledas direkt i en växthusproduktion. Svampodlingen i Sverige ligger på en mycket låg nivå och en stor marknadspotential finns. Svampar kan odlas på många olika substrat, till exempel kaffesump, träflis, tidningspapper, bananblad med mera.

I Stockholm finns mycket stora möjligheter till en omfattande svampproduktion. Mängden möjliga kompostmaterial är mycket stor och den ökande matproduktionen i staden kommer att generera ytterligare material. Det finns ett stort antal lämpliga lokaler samt en god marknad för produktionen. Det troligaste scenariot är därför att den lokala svampodlingen kommer att öka stort och nya svamparter dyka upp på marknaden.

Insektsodling

Odling av insekter ses av oss i norden som mycket exotiska inslag i dieten men är vanliga i många länder världen över. Insekter kan leva och växa på en stor mängd substrat och kan vara ett bra komplement till övrig odling. Insekter, och svamp, kan även användas som komponenter i olika fiskfoder. Trä, papper, torra blad, matrester mm är lämpliga substrat för odling av bland annat mjölmask, syrsor och svarta soldatflugor. Den avgörande faktorn för hur denna sektor ska utvecklas i Sverige är hur EUs Novel Foods-förordning tolkas av svenska myndigheter, som idag har en mycket restriktiv inställning, i motsats till myndigheterna i Finland och Danmark.

Algodling

Odling av olika typer av alger, både mikro och makro, ökar kraftigt och förväntas skapa ett antal arbetstillfällen inom vattenbruk. En stor mängd produkter kan utvinnas ur algerna och vissa alger kan konsumeras direkt. Odlingsteknikerna för de olika algtyperna ser emellertid helt olika ut.

Mikroalger är känsliga för kontaminering och måste oftast hållas i helt sluta odlingssystem. Antioxidanter, omega-3 fetter, biobränslen och kiselpreparat är några av de produkter som utvinns ur mikroalger. I nuläget används främst mineralnäring för produktionen men även restnäring från fiskodlingar är tänkbara källor i framtiden.

Makroalger odlas främst i marina miljöer och förläggs ibland nära kassodlingar av fisk och eller musselodlingar för att utnyttja de höga näringshalterna i vattnet runt dessa. Makroalger kan även förekomma i akvaponiska system för odling av marina fiskarter. Sockerarter, biobränslen, mm utvinns ut makroalger. Vissa arter skördas direkt för konsumtion. Odlingen av makroalger är mycket stor i många andra länder men bara i startskedet i Sverige.

Biokol

Mycket av det överflödiga växtmaterial som produceras i olika odlingssystem lämpar sig väl för produktion av biokol. Framställningen sker genom syrefri förbränning och de brännbara gaser

som uppstår i processen används dels i förbränningsprocessen, dels för produktion av värme. Biokol har utmärkta egenskaper som jordförbättring då det bidrar med både struktur som ökar jordens förmåga att hålla vatten samt olika näringsämnen.

Biokolet är ett sterilt material och försök pågår med att öka materialets innehåll av näringsämnen och nyttiga mikroorganismer genom att använda materialet som filter i olika vattenreningsprocesser, bland annat akvaponik. Storskalig användning av biokol i jordbruket kan troligen kraftigt minska näringsläckaget till hav och sjöar samtidigt som jordens produktivitet ökar. Biokol är mycket stabilt och kan bidra till att binda stora mängder koldioxid från atmosfären i jorden under lång tid.

Se också avsnitt 10 om pilotförsök med näringsberikning av biokol.

6.3 Styrning och kontroll av odlingsmiljöer

Med ökad etablering och användning av klimatsäkrade odlingsmiljöer ökar även behovet av kontroll av de tekniska system som styr odlingsförhållanden i anläggningen. Redan idag finns en stor mängd system för kontroll av temperatur, luftfuktighet, ljusmängd och ljuskvalitet, energiförbrukning med mera. I växthusmiljön samlar en stor mängd sensorer in information om de förhållanden som råder både inom och utanför växthuset. Datorer använder informationen för att styra de tekniska systemen enligt förbestämda kriterier, oftast specifika för varje art och deras olika odlingsstadier. Inom belysningstekniken har LED-lampor med sensorer som känner av plantornas tillväxt och anpassar belysningsmängd och frekvens efter respektive arts behov fått ökad användning. Här har det svenska företaget Heliospectra en världsledande position.

I småskaliga urbana odlingar kan behovet av styrning vara en kraftigt fördyrande post som kan påverka möjligheterna att nå lönsamhet. Alla växthus, oavsett storlek kommer att behöva ha en grundläggande kontroll av temperatur och luftväxling. Beroende på anläggningens storlek växer sedan antalet sensorer som behövs. Många styrdatorer för större växthus är byggda för att kontrollera och styra förhållandena i flera olika odlingsmiljöer/rum samtidigt. Med trådlös överföring av information och styrimpulser kan därför närbelägna odlingar kommunicera med varandra.

För att minska både etablerings- och driftskostnader är en möjlig lösning att närbelägna anläggningar delar på styrsystem och yttre sensorer. Som tidigare nämnts kräver den nya urbana odlingssituationen nya affärsmodeller och samarbeten med både närbelägna odlare och kunder. På samma sätt kan man även samarbeta om tekniska system. En centralt placerad odlare kan trådlöst styra ett antal närbelägna växthus, egna eller andras.

En tänkbar lösning är att en entreprenör står för styr- och kontrollsystem för ett antal kunder i ett område och att odlaren köper in de tjänster som behövs. Detta gör att odlaren själv inte behöver lägga tid på att kontrollera sensorer och styrsystem och hålla sig uppdaterad om nyheter och innovationer inom området. Det gör även att kunskapsnivån hos de anställda kan vara lägre, något som kan öppna upp marknaden för flera olika grupper av arbetssökande.

I fiskodlingarna sker liknande utveckling av styrsystemen, särskild i större anläggningar. Vattenmiljön ställer dock högre krav på sensorernas kvalitet och i många fall gör påväxt av bakterier och alger, så kallad biofilm, att behovet av rengöring av sensorerna ökar kraftigt. Biofilmen stör mätningarna och därmed också styrningen av systemen. Sensorerna måste oftast rengöras för hand vilket tar mycket arbetstid.

Ett antal olika parametrar som är avgörande för fiskodlingens funktion är mätning av kväveföreningar som ammonium, nitrit och nitrat. Omvandlingen av dessa sker via bakterier i anläggningens filter och processen är syreförbrukande. Ammonium och nitrit är giftiga även i små mängder för fisken och omvandlingen av dessa ämnen till det mer ofarliga nitraten, som är den form av kväve som de flesta växter föredrar, är avgörande för kontrollen av vattenomsättning, utfodring och syresättning. Oftast används laborietester för att bestämma halterna av de olika ämnena men på senare tid har en rad olika sensorer för mätning direkt i odlingen kommit ut på marknaden. Vissa mätare är även utrustade med system för att ta bort biofilmen och kan därför fungera länge utan tillsyn.

Problemet med sensorer för odlingsändamål är att de ännu är mycket dyra och att mätnoggrannheten inte alltid är lika hög som för tester i laboratorier. Utvecklingen av billigare och mer tillförlitliga sensorer sker, bland annat i svenska företag, hela tiden och utvecklingen går snabbt framåt. Även i fiskodlingarna finns det möjlighet att samarbeta med olika tekniska system. Ett specialiserat företag har troligen större möjlighet att köpa in och hyra ut dyrare sensorer än små odlarföretag.

Stora aktörer på den svenska marknaden är bland annat tyska HACH och amerikanska YSI men en stor mängd företag finns globalt. En liten uppstickare är det svenska företaget ECOBLOOM som bland annat säljer små odlingssystem, som kan styras via mobiltelefon, men som även utvecklar nya sensorer.

Ett hinder för utveckling inom urbana odlingssystem är bristen på specialistkunskap. Vissa odlingar är ännu personalkrävande och ibland kan det vara svårt att få tag på kvalificerad personal som både förstår sig på de tekniska systemen och har den ingående kunskapen om de olika arter av fiskar och växter som produceras i systemen. Även här öppnar sig möjligheter för olika typer av samarbeten och företagsskapande.

Odlingsföretag kan samarbeta om mer kvalificerad personal eller så kan specialiserade entreprenörer stå för den kvalificerade kontrollen av ett antal anläggningar medan ordinarie personal sköter odlingar och daglig skötsel och tillsyn. Redan nu använder sig större företag, särskilt inom sallad och kryddodling, sig av olika anläggningar för groddning av småplantor som sedan skickas ut till anläggningar specialiserade för tillväxt, packning och transport. En ökad användning av sensorer och styrsystem i alla led av produktionen samt en ökande grupp av specialiserade företag är en trolig utveckling inom den urbana odlingen.

7 Distribution av producerade grödor

Digitalisering i alla dess former och klimatsäkrad urban livsmedelsproduktion har starka kopplingar till varandra. Detta har sannolika konsekvenser av en mer disruptiv än inkrementell innovationsutveckling inom sektorn när det gäller försäljning och distribution.

Disruptiv digitalisering kan ske inom urban odling och livsmedelsdistribution, främst genom att mer direkta kontakter mellan primärproducenter och slutkonsumenter skapas.

En aspekt av detta är att det är en potentiellt ny trend och disruptiv verksamhet att små/stora producenter levererar direkt till konsument i stället för till befintliga grossister

Det finns ett stort ekonomiskt glapp idag mellan vad producenter i stora växthus säljer produkterna för till grossisterna och vad konsumenterna i slutändan får betala i butiken. Här finns utrymme för nya små lokala producenter som kan odla efter efterfrågan i den lokala omgivningen. Med mindre svinn och bättre kontakt med kunderna så får man ett ökat utfall på produktionen, man kan minska kassationen i alla led och få direktkoppling till kunderna. Via digitaliseringen kan även kunderna gå in och förboka sina grönsaker och se vad som odlas få tips på tillagning recept vegetariska alternativ med mera. Kunderna kan även via digitala lösningar påverka vad som skall odlas och lägga in beställningar på kommande odling, baserat på en normal odlings-tid som är tre veckor för kryddor och sallad.

En annan aspekt är att digitalisering inom livsmedelsindustrin kommer på bred front. Digitaliseringen sveper fram över samhället och det offentliga ligger i täten, industrin och stora delar har kommit långt livsmedelsindustrin däremot ligger långt efter. Livsmedelsindustrin kännetecknas också av låg lönsamhet vilket är en drivare för att påverka en ökad digitalisering kan man tycka en barriär är dock att verksamheterna kännetecknas av lågt kunnande inom digitala lösningar. Att använda öppna systemlösningar är en väg att öka möjligheten till digitalisera till lägre kostnad behovet av att öka spårbarheten är också ett behov som driver utvecklingen. Grossisterna driver på spårbarhetskraven man vill kunna försäkra sig om att man köper ekologiska produkter från de odlare som anges på den slutliga produkten. Ökad digitalisering inom livsmedelsindustrin stärker också konkurrenskraften och ger möjlighet till ökad nationell produktion, med mer integrerade lösningar som för producenterna närmare kunderna.

En tredje aspekt av detta är framväxten av smarta logistiska flöden och uppkopplade konsumenter. Morgondagens uppkopplade konsumenter vill och kommer att få fräschare och miljövänligare odlade produkter, de kommer inte att acceptera att jordlagret utarmas för ökad avkastning, med markerodring som följd. Detta ger enorma utvecklingsmöjligheter för stadsnära och stadsodling med smarta logistiska flöden. En utveckling som är nära är att nyttja transporter-möjligheter och vägar vid tider då det inte är några köer, nattetid eller som testas med lokala stads-transporter med elbilar/el-cyklar med mera. Det disruptiva inslaget är att kostnaden för närodlad där konsumenten är integrerad i produktionen via digitala lösningar kommer att både sänka priset och öka kvalitén på den levererade produkten. Detta kan ske genom att kassationen i alla led minskas och genom att hoppa över grossist och butik, förståelsen för behovet att ta hand om vår jord ökas då också.

En fjärde aspekt är att nya affärsmodeller innebär att utveckla nya försäljningskanaler och logistik. Urbana odlingar i förtätade städer ger upphov till nya distributionsmodeller med småskaliga transporter med miljövänliga laddningsbara cyklar som kan med fördel förflytta stora volymer av låga vikter grönsaker en sådan vara. Direkt påverkan på odlingen med abonnemangsmodeller ger också kortare ledtider från skörd till bord, det är som att gå till lantbruket och handla direkt vilket många gör under sommaren. Digitaliseringen ger möjligheten till att direkt påverka odlingen och skörden, men också distributionen genom att samarbeta med mindre lokala logistikcentraler typ närköp med mera. Kunderna kan då hämta upp leveranser från flera olika lokala producenter på ett ställe eller få det utlevererat när de kommit hem.

8 Utbildningsbehov och kompetensutveckling

Klimatsäkrade sätt att odla som i växthus eller inomhusodling skapar en livsmedelsproduktion som har likartade fördelar som motsvarande frilandsodling, men på mindre yta, vilket i många fall är en fördel. Växthusodling och odling inomhus kan ha en rad miljömässiga, ekonomiska och sociala fördelar, men saknar naturligtvis inte sina egna utmaningar, som till exempel energibehovet när man odlar året runt. Idag finns dock många möjligheter att både minska energibehovet och tillgodose detta med förnybar energi, till exempel genom energieffektiv belysning, ventilation och uppvärmning, och att utnyttja spillvärme, sol-el och lagrad solvärme som energikälla.

Uppbyggnad och driften av växthus och inomhusodling skapar arbeten med en bred kompetensprofil. Dels behövs högkvalificerade odlings- och teknikkompetens, men mycket av övervakning, plantering och skörd kan utföras av andra slag av personer.

Nyanlända och befintliga invandrares odlingskompetens och kunskap om icke-traditionella grödor nyttiggörs och skapar nya nischer för växthusodling och inomhusodling.

Kompetens hos hortonomer och trädgårdstekniker som rör nyare, mer innovativa former av växthusodling är begränsad. Förutom den nuvarande bristen på hortonomer och liknande yrkeskategorier så ställer denna odlingsform krav på kunskaper och erfarenheter som är bredare än traditionell växthusodling, inte minst om hur olika restflöden som spillvärme, renat grävatten med mera ska kunna utnyttjas som en produktionsresurs.

Utbildningsinsatser bör genomföras inom området, som på sikt bör kunna leda till att en utbildning av en ny typ av trädgårdsmästare och trädgårdstekniker/hortikulturkompetens utvecklas och genomförs i Sverige.

Det behövs nya utbildningar för entreprenörer inom området och på sikt för en ny typ trädgårdsingenjörer. Första steget är en kartläggning av befintliga utbildningar och utbildningsbehov. Därefter utveckling av egna återkommande utbildningsworkshops på ½-1 dagar. På sikt utarbetande av längre utbildningar. Det sistnämnda bör bedrivas i samarbete med Skolverket och Myndigheten för YH.

Inventering bör göras av befintliga utbildningar inom naturbruksgymnasierna, YH, SLU och KTH. Inventering av näraliggande utbildningsinsatser i Holland, Tyskland och Storbritannien. Detta är

också en del av förberedelser för utveckling av möjliga längre kursverksamheter och utbildningar. En dialog bör föras med LRF och Hushållningssällskapen, Arbetsförmedlingens kursverksamheter och centrumbildningar för företagsstartande.

8.1 Utbilda en ny typ av trädgårdsmästare/trädgårdssingenjörer

Utbildningen ska syfta till att deltagarna utvecklar kunskaper om odlingsförutsättningar samt förmåga att odla växter med utgångspunkt från tillväxtfaktorer och miljökrav. Den ska också bidra till att eleverna utvecklar kunskaper om hur tillväxtfaktorerna kan styras med hjälp av teknik och digital utrustning. I undervisningen ska eleverna ges möjlighet att utveckla kunskaper om hur växthuskonstruktioner och växthusets yta kan användas för god kvalitet och lönsamhet. Eleverna ska också ges möjlighet att utveckla förmåga att planera och genomföra arbetsuppgifter på ett säkert och ergonomiskt sätt med hänsyn till miljö och kretsloppstänkande. Praktiskt arbete, fältstudier och ett undersökande arbetssätt ska ingå i undervisningen.

Undervisningen ska ge deltagarna förutsättningar att utveckla följande (samma mål som i Skolverkets läroplan).

- Förmåga att tolka och upprätta odlingsplaner samt att göra ekonomiska beräkningar.
- Förmåga att planera och genomföra arbetsuppgifter inom odling i växthus.
- Förmåga att använda teknisk utrustning samt att arbeta hantverksmässigt, säkert och ergonomiskt.
- Kunskaper om lagar och andra bestämmelser inom området.
- Kunskaper om produkter och produktkvalitet samt om hur produkterna säljs.
- Kunskaper om odlingsförutsättningar, produktionsprocesser och hur olika växters miljökrav kan tillgodoses samt förmåga att styra tillväxtfaktorer i växthus med hjälp av digital teknik och reglerutrustning.
- Kunskaper om växthuskonstruktioner och hur växthusets yta och konstruktion kan användas samt förmåga att sköta växthusbyggnader.
- Kunskaper om miljö och kretsloppstänkande i samband med växthusodling.
- Kunskaper om växtskadegörare samt förmåga att arbeta med växtskyddsåtgärder.

Samt ytterligare tre utbildningsmål

- Kunskaper om hur resurser i växthusets omgivning kan utnyttjas i växthusproduktion
- Kunskaper om hur resurser från växthuset kan användas i omgivande byggnader eller mark, till exempel hur spillvatten från växthusets kan återanvändas för bevattning av åker eller trädgård på friland
- Kunskaper om rådgivarrollen

9 Teknikval för dag- och grävattenrening

9.1 Bakgrund grävatten

På uppdrag av projektet CityFresh har IVL Svenska miljöinstitutet genomfört en studie av vilka tekniker som skulle kunna användas för att rena grävatten så att det skulle bli användbart för bevattning av odlingsystem i växthus. Studien har utförts av Kåre Tjus och Staffan Filipsson, både från IVL.

Med grävatten avses det vatten som inte kommer från toalett, det vill säga vatten från duschbad, handfat och även från köksavlopp. Återanvändning kan ske antingen för bevattning av trädgård eller för användning som spolvatten på toalett. När vattnet återförs för bevattning under jorden krävs lägre krav än när vattnet används för ytbevattning eller som spolvatten. Detta eftersom de mikroorganismer som finns i vattnet inte bör utgöra någon fara om de tillförs jorden. En olägenhet som kan ske av grävatten är dock att lukt kan uppstå orsakad av framförallt anaerob nedbrytning, detta sker framförallt om vattnet mellanlagras i en tank före bevattningen. Andra olägenheter som kan uppstå är att jorden kan tillföras oönskade salter, alkali eller syror ämnen eller toxiska kemikalier såsom klorin. Dessa ämnen härrör då framförallt från rengöringskemikalier och från de schampon och tvål som används men även eventuellt från dumpning av kemikalier såsom färgrester/lösningssmedel. En annan olägenhet är matfett och matrester från köksavlopp.

Detta löses annars relativt enkelt med en septisk tank i tre steg för slam och fettseparation. Det separerade slammet behöver då avlägsnas ungefär vart fjärde år. Det utgående utflödet i septiksystemet är anaerobt. Efter septiktanken har man därför till exempel ett sandfilter som är utformat för att återställa aeroba förhållanden, se beskrivning i appendix 1.¹¹

Det finns många olika system på marknaden för att ta hand om grävatten för både större gemensamma anläggningar och för enskilda hushåll vilka diskuteras i rapporten.

9.2 Olika reningstekniker för grävatten

I figur 1 visas de generella angreppssätten som används för att behandla grävatten.

Figur 1. Generella tekniker för att rena grävatten¹²

¹¹ <http://www.greywater.com/treatment.htm>

¹² Från en tysk – egyptisk tekniksammanställning med syfte att stödja den egyptiska privata sektorn att utveckla bra tekniker för att rena vatten https://www.pseau.org/outils/ouvrages/giz_grey_water_recycling_and_reuse_2011.pdf

Filtrering med aktivt kol

- Aktivt kol har en stor yta som adsorberar föroreningar
- Enkelt att använda kan fånga såväl organiska föroreningar som oorganiska som till exempel klorin
- Hög kapitalkostnad, många kemikalier som nitrater och natrium fastnar inte alls i kolet, kolet mätts också efter en bestämd tid efter vilket det inte fungerar alls.

Desinficering

- Klorin, ozon eller UV
- Mycket effektivt och enkelt handhavande
- Klorin och ozon kan bilda giftiga biprodukter, effekten av UV och ozon påverkas negativt av variationer i halten av organiska ämnen

Aerob biologisk nedbrytning

- Luftning hjälper aeroba bakterier att byta ner organiska ämnen
- Mycket effektivt om rätt utformat, kan anpassas för grävatten med skiftande kvalitet. Vattnet kan lagras direkt efter behandlingen.
- Hög kapitalkostnad, höga driftskostnader, eliminerar inte alla patogener

Sandfiltrering

- Sand, kompost eller bark kan användas för att filtrera och adsorberas föroreningar
- Enkelt handhavande, låg drifts och underhållskostnad
- Hög kapitalkostnad, reducerar patogener men eliminerar dem inte, risk för igensättning och översvämning om höga flöden

Membranbioreaktor

- Kombination av aerob rening, med hjälp av bakterier, och membranfiltrering
- Mycket effektivt om rätt designat och det körs rätt. Kan anpassas till grävatten med skiftande kvalitet. Vattnet kan lagras direkt efter behandlingen.
- Hög kapitalkostnad, hög driftskostnad, komplexa krav för driften.

För mindre anläggningar i storlekar från enskilda hushåll till flerfamiljs hushåll/hotell finns på marknaden flertal olika system. Vi har valt bort system med kemisk desinficering, eftersom syftet med reningen är att använda vattnet direkt för grönsaksodling eller för akvaponik. Däremot finns ett system med fysikalisk rengöring i form av UV rengöring med bland försöken som kan vara intressant att utvärdera.

De system som vi har valt för rening av duschvatten är nu:

1. Matala Biofilter, enkel filtrering med designat plastfilter
2. Matala Aqua2use – kombination biofilter, flotation sedimentation och UV
3. System med membranbioreaktor, MBR från exempelvis Idrocell eller från DWC-water
4. Konventionellt Ultrafiltreringssystem – exempel från Mercatus

9.2.1 Enkel filtrering med designat plastfilter

Matala Biofilter Aqua2use GWDD

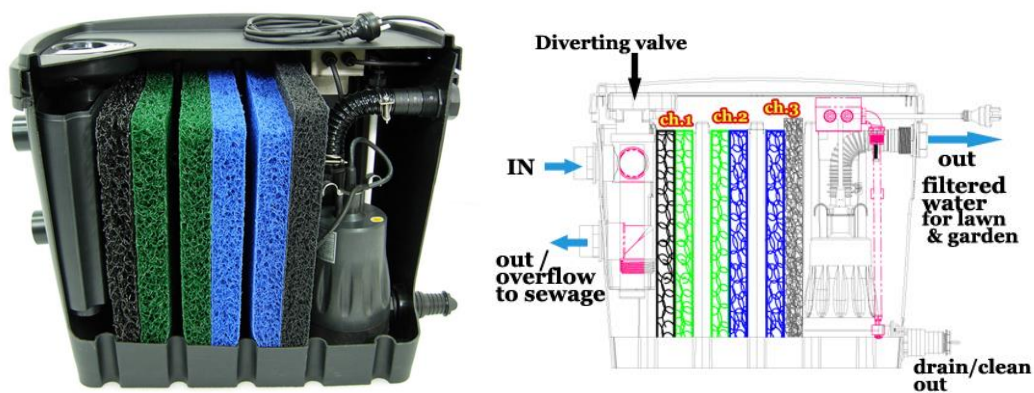


Bild 1. Aqua2use GWDD, ©avloppscenter

Biofilter 20 är en enkel och smidig biologisk gråvatten rening till sommarstugor och gästhus där vattenförbrukningen är under 600 l/dygn. Reningseffekt: Bio Filter 20 är en biologisk rening som fungerar med filterteknik och biohud för att uppfylla gällande reningskrav. Beräknat flöde är max 600 l/dygn. Rörliga kostnader: Inga. Underhåll: Filterelement tas upp och rengörs en gång om året genom att skaka ur dem eller tvättas vid behov. Avfall kan komposteras.

Tabell 1. Teknisk Data på Biofilter 20.

Dimensioner:	Filtermaterial:	Röranlutningar:
Höjd: 660mm	Total filteryta: 25,83m ²	Inlopp 75mm (3") 400mm cc från golv
Bredd: 600mm	2x Grön Matala FSM290 (2,38m ² filteryta per skiva)	Utlopp 75mm (3") 85mm cc från golv
Längd: 800mm	2x Blå Matala FSM 365 (2,99m ² filteryta per skiva)	Går att beställa utan borrade in- och utlopp för specialinstallationer med pump osv.
Total inner volym: 260 liter	4x Grå Matala FSM460 (3,77m ² filteryta per skiva)	Godkänd för gravitetsinstallationer - kan användas med eller utan pump. ¹³

- Flöde: 600 l/dygn
- Pris: 12 650 med pump
- Dimensioner: 50 cm hög, 30 cm djup, 60 cm bred

¹³ <http://www.filtershop.co.za/gflow-grey-water-filter-system>

9.2.2 Kombinationsfilter med biofilter, flotation sedimentation och UV

Matala Aqua2use®GWTS500



Bild 2. Aqua2use®GWTS500, ©avloppscenter

Aqua2use® grävattenbehandlingssystem tillämpar Matala® progressiv filtrering för både mekanisk filtrering och biologisk filtrering plus UV-C desinfektion. Behandlat grävatten kan återanvändas för spolning av inomhus-toalett, tvätt och för bevattning utomhus. Helautomatiskt inklusive drickbar pump. Förfilter matala biofilter, därefter en buffert tank/skimmer där man kombinerar aktivt slam och skumseparation. Sedimenteringssteg med purging för att transportera bort slammet för att, sedan ytterligare tank med biofilter som periodiskt rengörs med luft slutligen ett UV steg samt en tank för att samla upp renat vatten. Se Youtube film¹⁴ och även broschyr¹⁵ för mer information.

- Flöde: max 900 l/dygn,
- Pris 49 900 kronor
- Dimensionerna på systemet, exklusive förfiltret: 1,3 meter hög, 0,5 m djup, 1,45 meter bred

¹⁴ http://www.toshiba.co.jp/sis/en/environment/municipal/02_07.htm

¹⁵ http://www.aqua2use.com/upload_files/products/GWTS500_leaflet_Rev.5020113.pdf

9.2.3 System med membranbioreaktor - MBR

MBR-tekniken

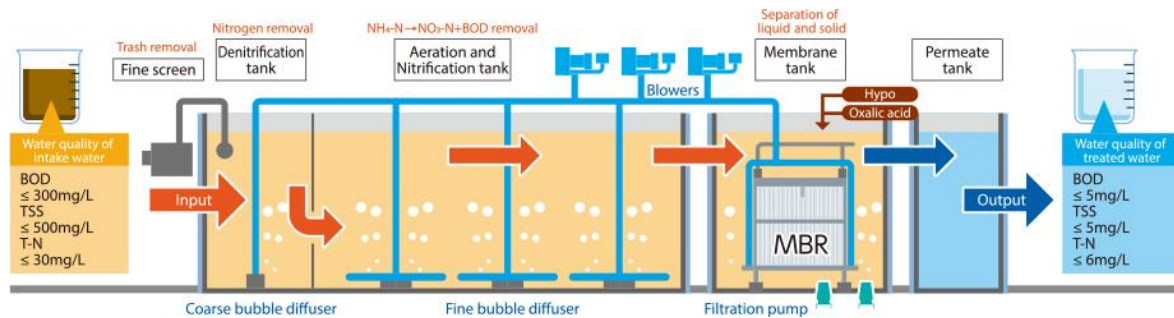


Bild 3. Membrane Bioreaktor, ©Toshiba¹⁶

Exempel på konventionellt MBR för avloppsvatten - i skala 100 m³ per dygn, för gråvatten behövs proportionellt sett inte ett lika stort biologiskt steg.¹⁷ I ett MBR så är membranet nedsänkt i en reningsbassäng och rengöringen sker främst genom kontinuerlig eller periodisk luftning.

I figuren nedan visas en mindre MBR anläggning för behandling av gråvatten i en kontorslokal i Frankfurt.

Foto 1. MBR anläggning, Frankfurt.

Idronets system

Idronet beskriver schematiskt ett system baserat på MBR för att rena gråvatten, se figur nedan

¹⁶ http://www.toshiba.co.jp/sis/en/environment/municipal/O2_07.htm

¹⁷ Från Toshiba Toshiba's Compact MBR Unit Fulfills All These Needs http://www.toshiba.co.jp/sis/en/environment/municipal/O2_07.htm



Bild 4. MBR Process Beskrivning¹⁸

Idrocell gråvattensystemet är ett ultrafiltreringsmembransystem som möjliggör avskiljning av alla makromolekyler större än membranets porstorlek på 35 nanometer

Reningsprocessen består av flera steg:

1. Grovfiltrering
2. Lagring av obehandlat gråvatten (en eller flera tankar);
3. Ultrafiltrering med membran (en eller flera bioreaktorer);
4. Lagring av renat vatten (en eller flera tankar).

Vid reningen behandlas gråvatten mekaniskt genom ett grovt filter för att avlägsna eventuella suspenderade fasta ämnen (till exempel ludd, fibrer och hår). En automatisk backspolningsenhet rengör grovfiltret effektivt. Under nästa steg pumpas gråvatten till bioreaktorerna, i vilka ett ned-sänkt ultrafiltreringsmembran finns. Systemet är speciellt utformat för att avlägsna ytaktiva medel från tvål och schampo biologiskt tack vare specifika mikroorganismer. Alla fasta partiklar såsom bakterier och virus avskiljs i membranerna med sin fysiska porvidd av 35 nanometer (2500 gånger finare än ett hårstrå). En optimerad luftspolningsprocess med periodiskt ökande luftning, säkerställer att membranerna ständigt rengörs. Denna mycket effektiva rengöringsmetod ökar systemets livslängd avsevärt och minskar underhållskostnaden till ett absolut minimum. Tack vare det

¹⁸ <http://www.idro.net/en/products/94-water-saving/134-grey-water-reuse.html>

mycket låga kvarvarande näringsvärdet ($BOD_5 < 5 \text{ mg/L}$) är det ultrafiltrerade och reade vatten lämpligt att återanvändas i olika applikationer.

I händelse av brist på processvatten aktiveras det automatiska systemet för återkoppling av vatten och säkerställer en säker vattenförsörjning i systemet. Systemen säljs komplett med automatiska system för rengöring, kontrollpanel, GSM för fjärrövervakning.¹⁹

Ultrafiltration Membrane

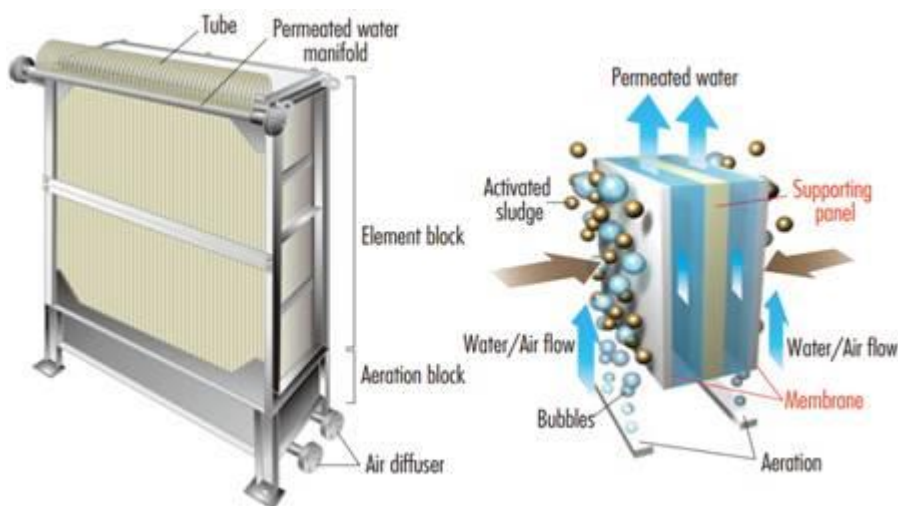


Bild 5. Ultrafiltrering

Submerged, det vill säga, nedsänkta, ultrafiltreringsmoduler består av många tvärställda robusta plastsivor, så kallad "supporting panels", som hänger som i en gardin, varje plastskiva som är täckt på båda sidor med ett ultrafiltreringsmembran. Avloppsvattnet strömmar från bioreaktorn genom membranen innan det dras vidare genom en filtratuppsamlarsamlare med ett negativt tryck på endast 0,1 bar. Partiklar, bakterier virus är avskiljs då effektivt. Fina luftbubblor i kombination med plattans unika struktur, rengör membranytorna kontinuerligt utan tillsatts av rengöringskemikalier. Idroclear-filter behöver därför enligt uppgift endast rengöras en eller två gånger per år.

¹⁹ <http://www.idro.net/en/products/94-water-saving/134-grey-water-reuse.html>



Bild 6. Idrocell gråvattensystem

Schematisk figur över de ingående tankarna i Idrocell gråvattensystemet

Storlek för gråvattenreningsystem vid behovet 1000 till 10000 liter per dygn. Totala storleken varierar från cirka 3,5 m³ till cirka 50 m³.

System från DWC-water

DWCi samarbetar med företaget Greenlife.de och har system med MBR för att rena gråvatten i skal 250 liter per dygn, – 7000 liter per dygn. Membranen som användas här har 50 nanometers avskiljning.

Storleken för ett system som behandlar 1500 liter per dygn är 3,5 m³ fördelat på en sedimenteringstank på 500 liter, en luftningstank på 1000 liter, en filtreringstank på 1000 liter, med nedsänkta membran i och slutligen en uppsamlingstank på 1000 liter samt ett UV reningssystem. Max effekten på pumpen är 1,55 kW och totala energiförbrukningen per dygn är maximalt 4,5 kWh. Även i detta system engår en PLC.²⁰

²⁰ <http://www.dwc-water.com/technologies/grey-water-recycling/index.html>

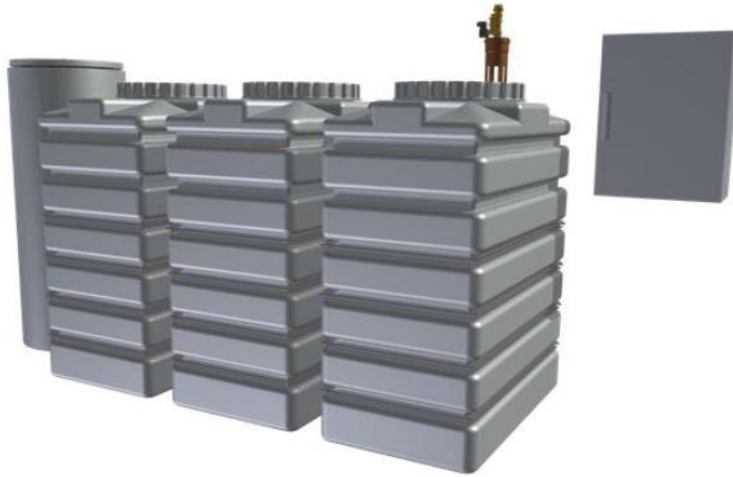
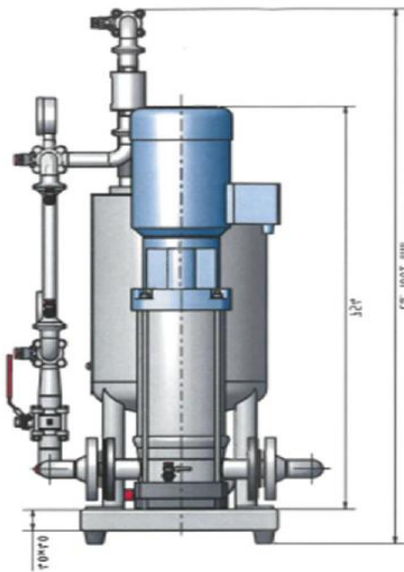


Bild 7. DWC-water system

Flöde: max 1500 L/dygn Pris: 175000

Dimensionerna på systemet: 500L+1000L+1000L+1000L = 3,5 m³

9.2.4 Konventionellt Ultrafiltreringssystem



9.3 Diskussion kring de föreslagna teknikerna

Det enklaste och billigaste konceptet av de system vi titta på är Matala Biofilter, det består i princip bara av ett antal filterelement samt en pump placerad i en behållare. Det är för ett sådant system viktigt att ingen person kommer i kontakt med det renade vattnet utan att det går direkt ut till bevattningen under jord. I det utbyggda systemet från Matala, Aqua2use, finns en bättre avskiljning av föroreningar och också en avdödning av mikroorganismer med UV, ett

sådant system skall också kunna klara av att människor kommer i kontakt med vattnet, till exempel vid bevattning. För de system som bygger på avskiljning med ultrafiltrering behövs ingen ytterligare sterilisering för att döda mikroorganismerna eftersom de är för små för att passera membranet. Inget av systemen tar bort lösta ämnen och salter, det kan därför vara på plats att ha en sensor installerad som varnar för höga salthalter, onormala pH men också om möjligt höga halter av organiska ämnen. De olika teknikerna skulle kunna undersökas var och en där mindre provtytor bevattnas med det renade duschvattnet men några av systemen även, enligt förslag nedan, för akvaponik. I tabell 2 visas schematiskt dimensioner, kostnader och avskiljningsegenskaper för de olika systemen

Tabell 2. Preliminära kostnader för de olika system som skall behandla cirka 600 -1500 liter per dygn.

System	Cirka kostnad i SEK utan moms	Dimensioner	Energi-förbrukning	Grov-rening	Rening av mikroorganism	Rening av BOD
Matala Aqua2use® GWDD	13 000 då max 600 liter per dygn	50 cm*30 cm djup* 60 cm bred = 90 liter	Låg	Ja	Nej	Nej
Matala Aqua2use® GWTS500	50 000 då max 900 liter per dygn	1,3 meter hög* 50cm djup* 1,45 meter bred =950 liter	Låg	Ja	Ja	Ja
Membranbio-reaktor, från Idrocell eller dwc.	175 000	3,5 m ³ för system från Idrocell som behandlar 1000 lpd. 3,5 m ³ för system från dwc-water som behandlar 1500 lpd.	Ca 3 kWh per 1000 liter	Ja	Ja	Ja
Konventionellt Ultrafiltreringssystem t.ex. från Mercatus	Inga uppgifter ännu men troligen minst 50 000	1 m hög, 40 cm djup, 50 cm bred=200 liter	Beror på trycket. Inte så högt.	Ja	Ja	Nej

9.4 Implementering av reningsalternativ enligt förslag från projektet

Tre olika vattenreningsalternativ föreslås av CityFresh:

1. Dagvatten från tak, insamlat via hängrännor eller dylikt.
2. BDT-vatten enbart från duschar.
3. BDT-vatten från duschar, kök, diskmaskin, tvättmaskin (visst fetthinnehåll)

Två varianter av reningsgrad:

- A. Tillräckligt god rening för att kunna användas i hydroponiskt växthus (enbart rötter i kontakt med det renade vattnet, ingen bevattning med detta vatten på andra växtdelar),
- B. Tillräckligt god rening av vattnet för att kunna tillföras fiskodlingsbassänger (inte alltför låg eller hög pH)

För vattenalternativ ett och två behövs ingen fettavskiljning däremot för vattenalternativ tre behövs ett separat steg där fett avskiljs. Övriga krav: lättskött och/eller automatiserbart system, hög driftssäkerhet med möjlighet att införa en larmfunktion vid avbrott eller störningar i reningsprocess, inte alltför hög vikt per kvadratmeter, eftersom det ska kunna placeras på byggnadstak, reningskapacitet 1 000 liter/dygn.

9.5 Förslag på tester i driftfas

För alternativ A, det vill säga bevattning av rötter, välja två till fyra olika Gråvattenreningsystem enligt ovan, det vill säga Matala Biofilter, Matala kombinationsfilter, MBR filter eller UF filter.

För odling av grönsaker: Testa dessa i fullskala, eller mindre del av fullskala, till exempel om ett hus kan delas in i fyra trädgårdar som bevattnas med en fjärdedel var av alternativt renade gråvatten. Vid bevattningen är det viktigt att balansera tillgång med behovet för grönsaksodlingen. Denna kan för exempelvis tomatodling vara cirka 1,5 - 2 liter vatten per dag per planta under högsommar och cirka 0,5 liter i september²¹. Detta motsvarar ett dagligt maximalt behov kring maximalt cirka 500 liter per dygn om vi har 240²² plantor på en yta på 100 m². Balanseringen kan antingen ske genom att ha tillräckligt stora bufferttankar, eller genom att vid behov tillsätta vanligt dricksvatten. Större bufferttankar ger då också större risk för luktproblematik i de fall som gråvattnet inte är tillräckligt renat.

Övervakning av COD, pH och andra parametrar såsom till exempel kväve och fosfor och organiska ämnen mm i behandlat vatten. Uppföljning av eventuell ackumulering i jorden och i grönsakerna av i avloppsvattnet förkommande detekterade substanser.

Gråvattensystemen utvärderas också ur övriga aspekter såsom: energiförbrukning, drifts och inköpskostnaderna och användarvänligheten.

²¹ http://www.vaxteko.nu/html/sll/forb_org_biol_odl/odlaren/ODN92-3/ODN92-3B.HTM

²² Plantavstånd 50 cm, det vill säga. 20 plantor per 10 meter, och totalt antal rader 12

För alternativ B: Tillräckligt god rening av vattnet för att kunna tillföras fiskodlingsbassänger (inte alltför låg eller hög pH). Här finns krav på högre rening varför alternativet med enbart filtrering faller bort, det vill säga. Matala kombinationsfilter, MBR filter eller UF filter förslås.

Dessa alternativ bör fungera, men om enbart UF så kan finnas risk med allt för höga COD halter, övervakningssystem bör då larma om detta. Övervakning av COD, pH och andra parametrar såsom till exempel kväve och fosfor och organiska ämnen bör därför om möjligt göras med online mätare för det behandlade vattnet för att undvika förgiftning av fiskarna. Uppföljning av eventuell ackumulering i vattnet och i fiskarna av i avloppsvattnet förkommande detekterade substanser.

I de fall man vill ha fettavskiljning föreslås ett trestegs septisk filter för slam och fettavskiljning exempelvis utformat enligt förslag i appendix 1.

9.6 Referenser kring grävatten och återanvändning

Greywater recycling: A review of treatment options and applications:

<https://pdfs.semanticscholar.org/7fd2/4fdcf395cb99da1903a16a522afc73f47f94.pdf>

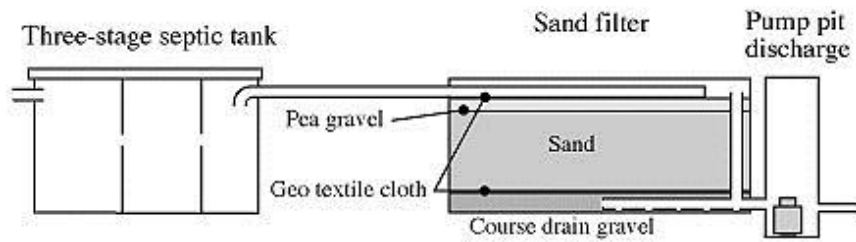
Greywater treatment in a submerged membrane bioreactor with gravitational filter:

https://www.researchgate.net/publication/234015434_Greywater_treatment_in_a_submerged_membrane_bioreactor_with_gravitational_filtration

9.7 System för förbehandling av grävatten

Anaerobic to aerobic pre-treatment

If any significant quantity of food waste enters the system from dishwashers and kitchen sinks receiving cooking grease and a fair amount of food residue, this option is recommended. A typical installation is not very different from a traditional system; but the treated effluent is of much better quality and does not pollute nearly as much. Ideally, it should consist of a three-stage septic tank for sludge and grease separation. The separated sludge can thus be removed less frequently [every fourth year instead of bi-yearly as is standard practice with many conventional systems]. The outgoing effluent in the septic system is anaerobic. Following the septic tank is a sandfilter designed for restoration of aerobic conditions. The final treatment stage leading to purified water of near potable-quality is treatment in a planter bed. This is not the most inexpensive solution. It is, however, one of the most effective, simple-to-maintain on-site treatment techniques available today.



Grease-trap/septic tank + sandfilter + sample/pump pit



Clockwise from top left:

1. Three-chamber septic tank
2. Sandfilter with a geo-textile cloth (courtesy of Civil Eng. Hans Lönn, Älgö Sweden)
3. Final result from the sandfilter (swimming-quality water)
4. Close-up of the effluent: odor-free, clear and suitable for planter irrigation

10 Testverksamhet med näringsberikning av biokol

I stadens mål att skapa ökad hållbarhet och resiliens ingår bland annat att bättre utnyttja de spillprodukter som skapas av samhällets aktiviteter. Stadens grönområden och parker genererar stora mängder biologiskt material. Likaså står stadens villaområden och grönstrukturer i olika bostadsområden för en stor mängd trädgårdsavfall. Den ökande mängden urbana odlingar förväntas öka avfallsvolymer ytterligare. På olika avfallsstationer och deponier samlas detta material in och bränns eller komposteras. Vid förbränning av växtmaterial kommer mycket näringsämnen att förloras samtidigt som den koldioxid som växterna bundit återförs till atmosfären.

I ett samverkansprojekt mellan Stockholm Vatten och Avfall, trafikkontoret i Stockholms stad och Fortum Värme har en ny innovativ pilotanläggning för framställning av biokol byggts i Högdalen. I processen omvandlas det biologiska materialet till biokol i en syrefri process. Resultatet blir ett material som kan användas till, bland annat, bränsle och jordförbättringssubstrat. I processen blidas även brännbar gas som används för att driva förkolningsprocessen. Överskottsvärme matas in och utnyttjas i ordinarie fjärrvärmesystem.

Biokolet har, när det används som jordförbättringsmedel, mycket positiva egenskaper för växterna och tillför näring samtidigt som jordens vattenhållande förmåga ökar. Eftersom kolet bryts ner mycket långsamt så kommer det, när det används som jordförbättring, istället att fungera som en kolsänka som under lång tid låset kolet i marken.

Biokolet används för att förbättra och reovera jordarna i stadens olika grönområden och parker vilket minskar behovet av inköp av jord och näring samtidigt som träden blir tåligare och klarar svängningar i väder och klimat bättre. Framställningen av biokol genom uppvärmning i syrefri miljö gör dock att ett antal näringsämnen går förlorade. Likaså förloras alla mikroorganismer, bakterier, svampar med mera.

Försök pågår därför med att försöka ladda biokolet med närings från olika källor för att ytterligare öka näringsinnehållet. I en akvaponisk fisk- och växtodling på Berga Naturbruksgymnasium används biokol som filtermaterial i flödet från fiskodlingen till växtbäddarna för att minska halterna av partiklar och öka halterna av näringsämnen. Samtidigt återförs mikroorganismer, som finns naturligt i fiskvattnet, till kolet. När kolet mättats byts det ut och används som odlingsmedium. Genom att filtrera bort partiklar med organiskt material förbättras även växtbäddarnas funktion

11 Pilotprojekt med fiskodling integrerad med större kommersiell växthusodling

Lyckat försök med fiskodling på OrtoNovos växthus på Ekerö.



Foto 1. OrtoNovos anläggning på Ekerö och VD Alvar Kårfors.

Nu satsar OrtoNovo, en av landets ledande producenter av färska kryddor, på den internationella trenden med fiskodling på land. I en spännande pilotanläggning i anslutning till det stora växthuset på Ekerö testas en ny teknisk lösning där vatten från fiskodlingen ger kompletterande näring till odlingen av grönsaker. Detta minskar behovet av importerad ekologiskt certifierad näring.

Familjeföretaget OrtoNovo startades av Per-Ove Kårfors år 1988, omsätter nu cirka 70 miljoner och har ett 50-tal anställda, många av dem med utländsk bakgrund. Anläggningen på Ekerö som är på 20 000 kvadratmeter producerar cirka 60 olika färska kryddor i både ekologiska och traditionella system och allt är Svenskt Sigillmärkt. Delar av produktionen är även KRAV-märkt.



Foto 2-3. Odling av cirka 60 olika salladssorter och kryddväxter.

Verksamheten växer, utvecklas och nyanställer hela tiden. Alvar Kårfors, VD:n, söker ständigt efter innovationer för att modernisera och digitalisera verksamheten. Här finns redan marknadens modernaste LED belysning från både Heliospectra och Philips. Växthusen värms och kyls främst med hjälp av värmepumpar och hela produktionen är klimatkompenserad.

Detta pilotprojekt är en del av CityFresh-projektets verksamhet för att operativt undersöka hur fiskodling med svenska arter kan integreras med KRAV-märkt växthusproduktion av grönsaker.



Foto 4. Besök på OrtoNovo av CityFresh-projektets representanter.

Den nystartade fiskodlingsprojektet finansieras av företagets egna medel men fick biträde av experter från CityFresh-projektet. Under hösten 2017 så har Björn Oliviusson, biolog och odlingsexpert och VD för Svensk Aquaponik och Thomas Wildig, digitaliseringsexpert och VD för Arvalla AB har biträtt i utvecklingen på Orto Novo. Björn har mångårig erfarenhet av vattenrening och växtodling och driver en unik akvaponisk odling av exotiska växter och fiskar i KTHs växthus på Berga Naturbruksgymnasium, Thomas biträder utvecklingsprojekt i Stockholm och Skåne, bland annat i Vinnovaprojektet odlade stadsbasarer i Helsingborg.

Bakgrunden till fiskodlingen är att den näring som används i den KRAV-märkta delen av växtodlingen i växthuset är dyr och måste importeras, i detta fall från Nya Zeeland. Avsikten var att näringsrikt vatten från fiskodlingen skulle ersätta en del av den importerade växtnäringen och samtidigt skapa en ny produkt. Ett problem med denna ambition är att en mycket kritiserad, men fortfarande gällande, regel inom EU säger att helt slutna fiskodlingar inte får ges ekologisk certifiering.

Det biologiska gödningsmedel som nu används måste brytas ner och omvandlas till näring i en form som växterna kan använda, så kallad nitrifiering. Detta sker genom bakteriefilter och syresättning på samma sätt som i en vanlig landbaserad fiskodling. Man skulle därför enkelt kunna lägga till en fiskodling i det befintliga odlingssystemet. För att kunna bibehålla KRAV-certifieringen så måste dock fiskodlingen skiljas från växtodlingen men näringsämnen måste fortfarande kunna utnyttjas. Lösningen blev att fiskodlingen förlades i det flöde av inkommande vatten som varje dag fylls på för att kompensera för de växter som skördas samt den avdunstning som sker. I de tankar där fisken odlas byts cirka 30-50 procent av vattnet dagligen för att bibehålla en god vattenkvalitet men samtidigt öka halterna av näringsämnen i vattnet. Denna lösning gör att fiskodlingen inte kan få KRAV-stämpel men att vattnet kan ses som flytande gödning och därmed vara godkänt i den KRAV-stämplade växtodlingen. Mängden fisk som kan odlas bestäms därför av hur mycket vatten som växtodlingen normalt förbrukar och den maximala fodermängd som kan tillsättas utan att vattenkvaliteten försämras.



Foto 4. Bröding under tillväxt i systemet.

I systemet kommer man att odla regnbågsforell samt en hybrid mellan röding och bäckröding, kallad bröding. Valet av fiskarter kommer sig av att vanlig röding inte tål temperaturer över 11-12 grader medan bäckrödingen klarar 14-15 grader utan problem. Regnbågsforellen klarar betydligt högre temperaturer men växer bra vid 14-15 grader. Genom valet av bröding och regnbåge kan båda arterna odlas i samma system. Den aktuella temperaturen överensstämmer också med temperaturen på det vatten som tas in i systemet.



Foto 5. Fiskodlingstankar i systemet.

”Det har genom åren varit svårt att uppnå rätt skala och lönsamhet i inlandsodling av fisk i Sverige” säger Henrik C. Andersson, fiskkonsulent på Länsstyrelsen i Stockholm. Den stenhårda konkurrensen av subventionerad norsk odlad lax och billig importerad fisk har effektivt hindrat svenska uppfödarna. Nu ändras förutsättningar, konsument och hållbarhetskraven ökar och flera projekt håller på att starta om i Sverige. Förhoppningen är att även Stockholm hakar på den nya trenden”.

Den 7 mars 2018 besöktes den svenska föreningen SSE-C (som arbetar för innovativa former av växt- och fiskodling i och nära städerna) och ett flertal fiskproducenter anläggningen på OrtoNovo för erfarenhetsutbyte, vilket bör kunna bidra till ökad spridning av denna typ av integrerad fisk-och grönsaksodling.

Detta pilotprojekt med en landbaserad fiskodling med svenska fiskarter, integrerad med en KRAV-märkt grönsaksodling i ett växthus har visat att:

System med landbaserad fiskodling kan integreras med produktionen i större kommersiella växthus

Det går att minska importerade dyra gödselmedel för KRAV-märkt växtodling med näringsberikat vatten från en landbaserad fiskodling.

Svenska fiskarter kan ingå i dessa kombinerade odlingssystem.

Grödorna som bevattnas med vatten från fiskodlingen kan KRAV-godkännas.