
Att investera i ett växthus med restvärme eller returvärme

Beräkningsmodell för investering i ett kommersiellt växthus och ett socialt företag

ecoLogistics - Maria Persdotter Isaksson

Innehåll

1 Inledning.....	1
2 Parametrar i uppdragsbeskrivningen	3
2.1 Koncept 1 - Anslutning till industriell restvärme. Returvärme som backsystem.....	3
2.2 Koncept 2 - Anslutning till returvärme från fjärrvärme. Fjärrvärme som backsystem.	4
2.3 Koncept 3 – Anslutning med flispanna med oljepanna som backup.	4
2.4 Koncept 4 - Socialt företag	6
3 Växthus.....	6
3.1 Växthusets energibehov för grönsaksodling	11
3.2 Restvärme/returvärme/fjärrvärme i växthus.....	14
3.2.1 Restvärme.....	16
3.2.2 Returvärme och Fjärrvärme	18
3.2.3 Energilagring.....	18
3.2.4 Anslutning mellan vämeleverantör och värmemottagare	19
3.3 Ekologisk odling och eller konventionell odling	21
3.4 Ägarförhållanden.....	24
3.5 Kortfattat information om olika kulturer	25
3.6 Avtalsprinciper och prissättning för restvärme/returvärme.....	29
3.6.1 Investeringskostnader för restvärme/returvärme	32
3.7 Prissättning livsmedel (konventionell/ekologisk).....	35
3.8 Försäljning, transporter	38
3.9 Arbetskraft.....	40
3.10 Användning av Co2	41
4 Resultat för de olika koncepten	42
4.1 Resultat koncept 1.....	45
4.1.1 Koncept 1a ₁₋₄	45
4.1.2 Koncept 1b ₁₋₄	46
4.1.3 Koncept 1c ₁₋₄	47
4.1.4 Sammanfattning av resultat Koncept 1a-c	48
4.2 Resultat koncept 2.....	49
4.2.1 Koncept 2a ₁₋₄	49

4.2.2 Koncept 2b ₁₋₄	50
4.2.3 Koncept 2c ₁₋₄	51
4.2.4 Sammanfattning av resultat Koncept 2a-c	51
4.3 Resultat koncept 3	52
4.3.1 Koncept 3a ₁₋₄	52
4.3.2 Koncept 3b ₁₋₄	53
4.3.3 Koncept 3c ₁₋₄	53
4.3.4 Sammanfattning Koncept 3a-c	54
4.5 Kortfattad sammanfattning av koncept 1 till 3	54
4.6 Resultat koncept 4 - socialt företag	55
4.6.1 Koncept socialt företag enligt koncept 1a ₁₋₄	56
5. Känslighetsanalys koncept 1-4	58
6. Energibalans	60
7. Slutsats	60
Referenser	64

Sammanfattning

Denna rapport är baserad på ett uppdrag inom projektet Tomatsmart. Uppdraget har i sin helhet inneburit att bygga upp en ekonomisk modell för att beräkna hur en investering av ett växthus som värms upp av restvärme eller returvärme kan se ut. Det primära syftet är alltså att undersöka om det är möjligt att driva ett växthus med restvärme eller returvärme för kommersiell odling. Det har under arbetes gång dykt upp ett flertal faktorer som på förhand inte var specificerade vilket gör att modellen får ses som generell och när all fakta för en investering finns tillgänglig kan justeras. I och med de många osäkra parametrarna som uppdragets baserades på har många frågor dykt upp och en fördjupning inom olika områden har genomförts och rapporten har utvecklats till att även innehålla ett sekundärt syfte som innebär en övergripande informationsinsamling av befintlig teori som kan vara av nytta inför en investering av ett växthus med restvärme eller returvärme som värmesystem. I resultatdelen och slutsatsen av rapporten kommer även kalkylerna som Macken tagit fram angående socialt företagande tas i beaktande.

Idag finns det stor potential att utnyttja restvärme och returvärme för uppvärmning av växthus. Att i ett svenskt klimat kunna bedriva åretruntodlingar genom uppvärmda växthus ger en möjlighet att öka självförsörjningsgraden av grönsaker då det finns en efterfrågan av lokalt producerade grönsaker åretrunt. Trenden mot att efterfråga samma typ av grönsaker åretrunt innebär att efterfrågan inte varierar med de odlingssäsonger som grönsaker naturligt har i Sverige utan behovet täcks genom import. För att tillgodose konsumenternas behov av samma typ av grönsaker åretrunt samt lokalt producerade grönsaker krävs ett kontinuerligt flöde av grönsaker som tomat, gurka och paprika över årets alla månader. Och möjligheten till det är att odla i uppvärmda växthus med en billig energikälla, som restvärme och returvärme har potential att vara.

En viktig faktor med ett värmesystem baserat på restvärme eller returvärme är att avståndet mellan industrin, returvärmenätet och växthuset bör vara kort, annars blir investeringskostnaderna mycket höga. Investeringskostnaderna i ett restvärmesamarbete eller i ett returvärmesamarbete är i dagsläget osäkra då det i befintlig teori saknas information kring detaljer eller baseras på ett enstaka fall med specifika egenskaper och är således svåra att generalisera kring. En annan svårighet med investeringskostnaderna är fördelningen av investeringskostnaden mellan parterna i ett samarbete, antingen bekostar värmemottagaren (växthuset) själva värmesystemet eller så delar de på kostnaden eller så står värmeleverantören (industrin, fjärrvärmebolaget) för hela kostnaden.

Beräkningsresultaten för det kommersiella växthuset visar på att investeringskostnaderna på lång sikt inte påverkar resultatet särskilt mycket, men höga investeringskostnader ger långa återbetalningstider. Beräkningsmodellen är framförallt känslig för förändringar i skördenivåer och försäljningspriser. Det mest ekonomiskt lönsamma konceptet gällande kommersiella konceptet är att hyra ett växthus där inventarier ingår och odla konventionella tomater.

Däremot är skillnaderna i resultat mellan ekologiskt och konventionellt odlade tomater marginella och om det finns ett mervärde i att odla ekologiskt bör detta alternativ övervägas.

Macken ett socialt företag i Växjö (Macken är ett kooperativ ägt av medarbetarna) har tagit fram en rapport kring hur en social affärsplan för ett växthusprojekt kan se ut. Deras beräkningar utgår från ett växthus (de kallar det för utbildningscenter) på totalt 10 000m² som ägs av Växjö kommun men bedrivs av ett arbetsintegrerande företag. Kostnaderna och intäkterna från deras koncept har inkluderats i beräkningsmodellen och resultaten från kalkylerna visar att det blir lönsamt att odla både konventionella och ekologiska tomater i ett socialt företagskoncept.

1 Inledning

Idag finns det stora mängder lågtempererad restvärme som Sveriges industrier släpper ut och som förblir outnyttjade, en resurs som borde och kan tas tillvara på. Kungliga Tekniska Högskolan har gjort beräkningar kring den restvärmepotential som finns i Sverige, deras resultat visar att det finns mellan 1,7-15,4 TWh per år. Nuvarande användning av restvärme är 1,33 TWh, alltså finns det stora möjligheter för utveckling av användningen av restvärme i samband med ett växthus. Det finns även en ny tillgänglig LED-teknik för belysning vilket öppnar för åretruntodlingar i växthus (Ammar et al. 2012). I SCB:s inventering av restvärmepotentialen i landet uppskattas den totala potentialen för restvärme vara mindre än 500GWh i Småland, Gotland och Öland tillsammans. I litteraturen klassificeras restvärme som högtempererad ($>60^{\circ}\text{C}$), medeltempererad ($20-60^{\circ}\text{C}$) och lågtempererad ($<20^{\circ}\text{C}$) värme till detta tillkommer även returvärme från fjärrvärme som en möjlig värmeenergikälla. I fjärrvärmenätets returledningarna kan returvärmen vara upp till 60°C beroende på hur värmeanvändningen ser ut hos fjärrvärmenätets konsumenter.

Vid användning av restvärme/returvärme är det olika kostsamt att utvinna värmen, några av de största kostnadsposterna är distributionen av värmen, från leverantören till mottagaren och att anpassa temperaturen till de krav som finns i primär- och sekundärsystemen samt att komplettera med nödvändig effekt för spets- och reservlast, vilket ofta krävs vid användning av restvärme/returvärme. I och med att distributionskostnaden för värme är en betydande del i kostnadsbilden är det därför naturligt att eftersträva återanvändning av värme nära den plats där värmen ska användas. Användning av restvärme och returvärme värme är tekniskt, ekonomiskt och miljömässigt rationellt och därför är det önskvärt ur ett samhällsekonomiskt perspektiv att få till en fungerande marknad för denna typ av värme.

Något som diskuteras mycket i litteraturen är de samarbetena mellan en motagare och leverantör av restvärme/returvärme. Ett samarbete som ofta omnämns som en s.k. Industriell symbios vilket är en del av industriell ekologi och betyder: samverkan mellan olika företag för att uppnå en gemensam ekonomisk och miljömässig nytta. Viktigt inom industriell ekologi är att försöka vända miljömässiga problem till affärsmöjligheter och genom industriell symbios kan material- och energiflöden slutas genom att någons industris avfall blir råmaterial för en annan industri. Persson (2013) identifierade fyra stycken viktiga faktorer

vid industriella restvärmesamarbeten: ekonomi, teknik, organisation och miljö. Där den ekonomiska faktorn identifierades som den mest kritiska. Det är viktigt att alla har något att vinna på samarbetet mellan en leverantör av restvärme och en mottagare. Efter den ekonomiska faktorn ansågs de tekniska aspekterna vara av viktig karaktär. Organisatoriska och miljömässiga faktorer ansågs inte påverka resultatet av samarbete på samma sätt som de ekonomiska och tekniska. Detta resultat skiljer sig från Fors (2004) som hävdar att ekonomi inte skall diskuteras initialt i en industriell symbios.

När det gäller Svensk växthusodling som förbrukar stora mängder energi, detta trots att biobränslen och förnybar energi blivit en större andel av den totala energiåtgången. Enligt statistik från Jordbruksverket som presenterade 2012 har energianvändningen i kommersiella växthus minskat och användningen av fossilfri uppvärmning ökat. Den norra regionen står för lägst andel fossilbaserad energi relativt den totala energianvändningen (Persson, 2012). Detta betyder att utvecklingen går mot effektivare anläggningar med mer miljövänliga uppvärmningsmetoder. Jordbruksverket kommer ca var tredje år ut med en rapport från en enkätundersökning som går ut till alla kända svenska trädgårdsföretag i den rapporten skriver Jordbruksverket att år 2002 utgjorde fossila bränslen den absoluta majoriteten (77 procent) av den totala energiförbrukningen i svensk växthusodling, Därefter sjönk andelen fossila bränslen till 2011, då den utgjorde 43 procent. Under samma period har andelen biobränslen kontinuerligt ökat från 5 procent till 37 procent av den totala energiförbrukningen. I en detaljerad nedbrytning av olika enskilda energikällors användning i den totala växthusodlingen, kan utläsas att eldningsolja står för den huvudsakliga delen i minskningen av fossilbränsle, och har sjunkit med 74 procent sedan 2002, för att 2011 motsvara 26 procent av den totala energiförbrukningen. Ökningen i användning av biobränsle drevs i första hand av en ökad flisförbränning, som 2011 stod för 30 procent av förbrukningen och flisbränsle var den största enskilda energikällan 2011, följt av eldningsolja, el och naturgas. Bland odlingskategorierna prydnadsväxter, tomater och gurkodlingar uppvisar odlingen av prydnadsväxter den största relativa minskningen i användandet av fossila bränslen (81 procent mellan 2002 och 2011), medan tomat- och gurkodlingen uppvisade minskningar om respektive 77 procent och 70 procent (Statistik Jordbruksverket, 2012:05).

Som nämnts så finns en stor samhällsnytta med att utveckla symbioser mellan leverantörer av restvärme/returvärme och mottagare av restvärme/returvärme som ex mellan en industri och

ett växthus och ett restvärme/returvärmesamarbete med lägre energikostnader är önskvärt (Nilsson et.al, 2012). Idag finns det fyra kända restvärmesamarbeten; Söderlinds ekologiska grönsaker, Trollåsens Tomat, Slite Växthus samt Elleholms tomatodling.

2 Parametrar i uppdragsbeskrivningen

I denna rapport kommer olika koncept att arbetas fram och sedan jämföras med ett referenskoncept. Varje koncept har delkoncept och i rapporten kommer koncepten och delkoncepten att teoretiskt behandlas innan de ekonomiska kalkylerna presenteras. De olika koncepten beskrivs i kommande kapitlen.

2.1 Koncept 1 - Anslutning till industriell restvärme. Returvärme som backsystem.

Koncept 1a₁ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 1a₂ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 1a₃ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 1a₄ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Koncept 1b₁ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 1b₂ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 1b₃ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 1b₄ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Koncept 1c₁ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 1c₂ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 1c₃ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 1c₄ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

2. 2 Koncept 2 - Anslutning till returvärme från fjärrvärme. Fjärrvärme som backsystem.

Koncept 2a₁ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 2a₂ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 2a₃ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 2a₄ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Koncept 2b₁ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 2b₂ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 2b₃ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 2b₄ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Koncept 2c₁ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 2c₂ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 2c₃ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 2c₄ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

2.3 Koncept 3 – Anslutning med flispanna med oljepanna som backup.

Koncept 3a₁ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 3a₂ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 3a₃ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 3a₄ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Koncept 3b₁ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 3b₂ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 3b₃ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 3b₄ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Koncept 3c₁ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 3c₂ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 3c₃ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 3c₄ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

I samtliga fall har medelvärden för skördenivå, försäljningspris etc. använts. Minvärden och maxvärden kommer att användas i känslighetsanalysen. I de fall energilagring anses nödvändigt används en ackumulatortank för beräkningarna. Det är inte självklart att en ackumulatortank behövs, men beroende på flödet och temperatur på ingående värme kan en ackumulatortank bidra till ett jämnare klimat inne i växthuset. Är temperaturerna höga kan värmen lagras och användas när ingående temperaturerna är för låga. Det finns självklart en rad andra möjligheter för energilagring som geotermisk lagring, bergvärmelagring etc. Anledningen till val av ackumulatortank är att det var enklare att få fram prisuppgifter kring detta då det är en väl beprövad teknik. I och med att modellen har många osäkra parametrar som det är i och med att kalkyler kring restvärme och returvärme hör till ovanligheterna när

det kommer till värmesystem för växthus, fick val av energilagring bli ett mer konventionellt val.

Backupsystemet som används i koncepten kan också ändras till ex solvärme, bergvärme och jordvärme. Förhållandet mellan baslast och spetslast kommer vara 80 % baslast och 20 % spetslast.

2.4 Koncept 4 - Socialt företag

I och med att Mackens kalkyler har inkluderats kommer de scenarion som ger bäst resultat även att analyseras utifrån ett socialt företagandets perspektiv. Deras koncept av ett utbildningscenter är uppdelat på olika sektioner (odlingskomplex 5000m², Starta eget program 4000m² (1000m² á 4st) samt Starta eget program 1000m² (200m² á 5st) där de definierar starta eget program som "ömsesidig samverkan mellan företag, eget entreprenörskap för arbetslösa med jordbruksintresse". I sina kalkyler så använder det den totala "odlingsarealen" på 10 000m² och gör ingen skillnad på delarna gällande odlingskomplex eller starta eget företag. Således kommer i denna rapport samtliga kostnader och intäkter framtagna av Macken att beräknas per/m² för att kunna läggas till i kalkylerna för ett kommersiellt företag.

3 Växthus

Det finns mängder av olika typer av växthus att välja mellan, alla med olika egenskaper. Valet av material och konstruktion avgör livslängden på växthuset. Konstruktionen är avgörande för hur länge växthuset är lämpligt för produktion, medan materialet avgör växthusets egenskaper för odling under vinterhalvåret. I denna rapport kommer ett "typväxthus" att användas av modell Venlo med energiväv och recirkulationssystem (recirkulationssystem vid konventionell odling).

Det finns många olika tekniker att anamma vid en investering i växthus och i denna rapport kommer inte alla möjliga tekniker att redovisas utan nedan ges en överblick över några "basval" att ta ställning till inför en investering i ett växthus som Jordbruksverket redovisar i

sin rapport kallad "Växthusteknik". I några av fallen har en komplettering av andra källor används.

Idag görs sällan markisolering vid uppförande av växthus men det är energibesparande, kvalitetsförbättrande och inte innebär inte en särskilt högre merkostnad (Jordbruksverket, 2007/2008). Det är även viktigt att placera växthuset rätt med hänsyn till väderstreck (Jordbruksverket, 2007/2008). Växthusets placering är en viktig fråga vid en investering av växthus med restvärme som värmesystem. Det är viktigt att växthuset inte ligger för långt ifrån sin avsättningsmarknad, att leverantören av restvärme är inom ett kort avstånd samt att växthuset placeras så att transporterna till och från växthuset underlättas.

Det finns olika typer av grunder som är lämpliga beroende på växthusets placering. Det är av stor vikt att en geoteknisk undersökning genomförs för att ta reda på markens egenskaper innan grunden bestäms. Står det redan växthus eller andra byggnationer på den tänka platsen finns förmodligen markens egenskaper att tillgå. Helgjuten grund, plintar, platta på mark och andra hårdgjorda golv är olika typer av grunder som är vanligt i Sverige i dag Jordodling fungerar bra i samtliga växthus oavsett grund, däremot bör marken vara isolerad, (Jordbruksverket, 2007/2008).

De vanligaste växthusstommarna i Sverige är växthus med sadeltak, pulpettak, båghus, multispann och Venlo (Jordbruksverket, 2007/2008). Det finns även runda växthus s.k. Kupolväxthus på marknaden idag. Kupolformen gör växthuset mer energieffektivt än ett fyrkantigt växthus, då ytan där värme kan ta sig ut blir relativt liten (KTHs forskningsprojekt i Haninge är en kupolformad byggnad från growing Dome).

I samtliga växthusvarianter är materialet i stommen, takstolsben, takstol och åsar är i stor utsträckning av galvaniserat stål med spröjs av aluminium. Trästommar förekommer men i mindre omfattning. Några typer av förekommande träslag är bland annat limträ i båghus och lärkträ i kupolformade växthus. Hållbarheten är mycket god men trästommar skuggar mer än stålkonstruktioner. När det gäller de olika typerna av växthus så har de olika ytterskal (spröjs tillsammans med ytmaterial utgör växthusets ytterskal), ytmaterialet sätter stor prägel på växthuset gällande energiförbrukning, ljusförhållanden, underhåll, arbetsmiljö, investeringskostnad, driftskostnad mm. De olika typerna är glas, polykarbonat, akryl,

platsfolie samt helisolerade väggar (används på ytor där soljuset inte behövs) (Jordbruksverket, 2007/2008).

Ventilation är viktig i växthuset dels för att ventileras ut fukt dels för att ventileras bort övertemperatur. I de flesta fall så sker ventilationen med ventilationsluckor, i de enklaste båghusen så sker ventilationen enbart då gavlarna öppnas. Dyrare båghus har tillval såsom ventilationsluckor eller någon annan form av öppning. Idag har de flesta större växthus styrsystem som reglerar ventilationsluckorna beroende på vindhastighet och vindriktning, s.k. stormskydd. Flertalet av växthusen är även försedda med frostskydd till ventilationsluckorna vilket innebär att styrsystemen går in och styr så att luckorna inte öppnas (Jordbruksverket, 2007/2008).

Uppvärmningssystem är vid kommersiell odling i Sverige nödvändigt och valet står mellan ett vatten eller luftburet system. Om man väljer att odla i marken i växthuset kan man värma jorden med elslingor, vattenburen värme eller luftburen värme. Det finns även möjlighet att värma sina växthus med infravärme men det är inte en metod som marknadsförs eller används i Sverige idag. Uppvärmningen har två funktioner; den håller ner luftfuktigheten samt håller en önskad minitemperatur i växthuset. Ett effektivt sätt för att få ner energiförbrukningen i växthuset är att täcka huset med vävar nattetid, det finns olika typer av väv såsom skugg- och energiväv, mörkläggnings- och energiväv samt fukt- och energiväv (Jordbruksverket, 2007/2008). I Kronobergslän finns 8 registrerade företag med energiväv och i riket finns 331 företag registrerade med energiväv (Jordbruksverket, 2014a). Jordbruksverkets statistik är bara uppdaterat fram till år 2011 så mycket kan ha förändrats mellan 2011-2014.

När det gäller var energin ska komma ifrån finns många alternativ, i denna rapport kommer enbart energi från restvärme/returvärme samt ett backup system baserat på fjärrvärme att tas i beaktande och jämföras med ett referensalternativ.

Den tekniska utrustningen för uppvärmning som behövs beror på typ av energislag och vilket system som väljs. Utrustningen ska kunna ta tillvara på värmen som tillförs växthuset, styra anläggningen på rätt sätt och minska värmeförlusterna. Vanlig teknisk utrustning i växthus är pannor, värmepumpar, ackumulatortank, i ett växthus uppvärmt av restvärme/returvärme behövs någon form av värmecentral (istället för panna), om värmepump och eller

ackumulatortank behövs beror på temperaturen och flödes av restvärmen/returvärmen. Till detta tillkommer i ett modernt växthus ett styrsystem för att ta hänsyn till den faktiska energiförbrukningen (Jordbruksverket, 2007/2008).

När det gäller bevattning är det viktigt att systemet är utformat så att behovet uppfylls. Behovet av vatten varierar, en varm sommardag kräver ex en gurkan 5l/m²/dygn. Tomat och paprika kräver 4l/m²/dygn. Vattnet bör förvaras i dammar eller cisterner och vara övertäckta. Det finns olika typer av bevattningssystem, i denna modell kommer droppbevattning att användas (Jordbruksverket, 2007/2008).

Det är viktigt att ha ett reglertekniksystem i växthuset, klimatstyrning, det finns dels en analog variant som blir mer och mer ovanlig då den digitala är enklare i sin utformning och oftast har ett lägre pris. Vad som används i Jordbruksverket (2007) kalkyler är oklart, då den ekonomiska posten heter klimatstyrning. Det antas att det är en digital klimatstyrning som används i deras kalkyler och inga arbetstimmar kommer att anges för manuell styrning.

Recirkulering har ökat inom grönsaksodlingen och flera olika reninssystem har introducerats. Anledningen till en ökning är de krav som den svenska växthusnäringen har för att stoppa gödselläckage till omgivningen. För att kunna göra detta måste en del av bevattningsvattnet återanvändas d.v.s. recirkuleras. I kalkylerna för denna modell kommer Jordbruksverkets (2007) siffra att användas. Recirkulering tillkommer som en kostnad i konventionell odling på 350 000kr för 5000m² växthus. I Kronobergslän finns det noll registrerade företag med recirkuleringssystem av totalt 18 registrerade uppvärmda växthusföretag och i hela riket finns det 182 registrerade recirkuleringssystem (Jordbruksverkets statistik, 2014b) av totalt ca 640 registrerade uppvärmda växthusföretag (Grön Kompetens AB, 2009). Som tidigare nämnts så är Jordbruksverkets statistik bara uppdaterade fram till år 2011 så mycket kan ha förändrats mellan 2011-2014.

Belysta växthus sker idag nästan uteslutande med högtrycks-Natriumlampor (HPS lampor), dessa motsvarar en traditionell gatubelysning. Jämfört med andra liknande produkter så har den en relativt hög verkningsgrad, ca 30 procent. Alltså går majoriteten av energin till spillo i form av värme (Fall, C., Nilsson, S., et.al. 2013). En HPS-lampas sammansättning är

snarlik glödlampans med spår av tungmetaller. Ineffektivare belysningsvarianter håller på att fasas ut av miljöskäl. (Energimyndigheten, 2011). Vid kommersiell odling förekommer dessa lampor i tusental per växthus vilket följaktligen leder till en stor energiförbrukning och mängder av miljöfarliga restprodukter. Ett alternativ är LED. Ex. en LED belysningen från Helio Spectra som går att använda vid odling har en effekt på 600W och kostar 20 000kr att tillverka (Fall, C., Nilsson, S., et.al 2013).

I de kommersiella växthusen i Europa används HSP lampor sammanlagt till ca 160 TWh/år, lika mycket som Sveriges årliga elproduktion, för att vi ska få tillgång till färska grönsaker året runt. HSP lampor är energieffektiva i förhållande till ljusstyrkan, men växterna får fel sorts ljus (Chalmers Magazine, 2013).

Wik, T. och Carstensen, A. (2013) visar på en jämförelse över traditionella växtbelysningars ljusspektrum och kurvan över de våglängder som växterna upptar vid fotosyntes och visar att dessa kurvor inte överensstämmer. Vilket innebär att mängder av ljus går till spillo, med ett smartare belysningssystem kan man spara ungefär 50 procent av energin, se diagram 1. Idag finns det olika typer av LED belysning och LED belysning i dagens växthus förekommer främst i experimentellt syfte. Några få odlare har till viss del implementerat LED i full skala, dessa LED-odlingar återfinns främst i Holland där växthusindustrin ligger i framkant. I denna rapport är inte LED belysning med som en investeringskostnad utan här bygger beräkningarna på traditionella HSP lampor. Vid en investering i LED belysning finns det beräkningar på en ökad skörd på 4 procent, vilket tillsammans med lägre energiförbrukning kompenserar för den högre investeringskostnaden som LED belysning jämfört med HSP belysning innebär.

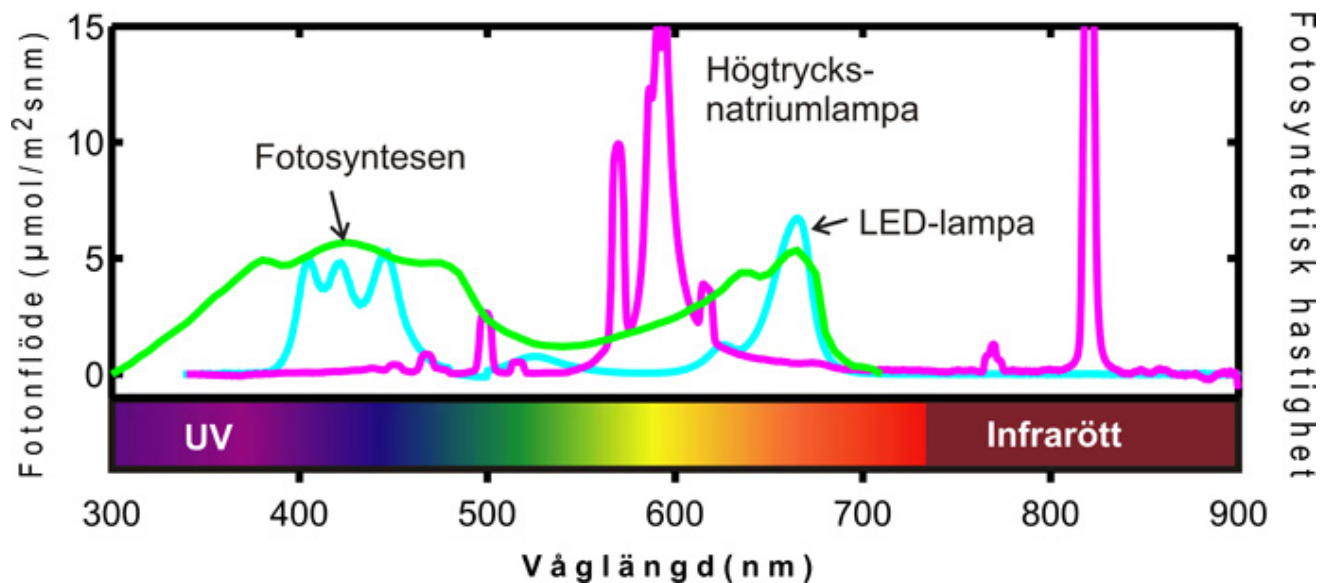


Diagram 1, visar översiktligt: 1. Hur fotosyntesens effektivitet beror på våglängden (grön). 2. våglängdsinnehållet för vanliga natriumlampor (rosa). 3. Våglängdsinnehållet för en avancerad LED-lampa (turkos). Bild: Torsten Wik

När de gäller de svenska växthusen generellt så är många av växthusföretagen familjeföretag, ett växthus med storleken 2500m^2 i har i medeltal 2 årsanställda. Medelstorleken på de 296 grönsaksproducerande växthusen är 3849m^2 (Växthusyta i Sverige respektive Skåne år 2008 (SCB, 2009)). En växthusanläggnings avskrivningstid är på 20 år men i praktiken används många växthus längre än så. Ett växthus av typ Venlo, kostar 932kr/m^2 för 500m^2 och 765kr/m^2 för 1000kr . En prisskillnad på 167kr/m^2 .

Vid en investering i ett växthus finns många tekniska val att göra, det är viktigt att skapa sig en helhetsbild av hur växthuset ska utformas t.ex. så att den stomme som valts kan användas tillsammans med det värmesystem och ex den belysning som valts osv.

3.1 Växthusets energibehov för grönsaksodling

Det totala energibehovet för en byggnad, ett växthus, är summan av den energi som krävs för t.ex. uppvärmning, ventilation, tappvarmvatten, driftsel, annan fastighetsel samt hushållsel. Det är viktigt att beräkna energibehovet eftersom det är en viktig post då driftskostnaderna ska bestämmas. Den största delen av energin som används vid växthusodling i Sverige är energi för uppvärmning. Elanvändningen står enbart för en marginell del av

energianvändningen, ca: 2 procent (Lööv et al, 2011). Det finns två syften med uppvärmning av ett växthus, dels att erhålla en önskad temperatur dels för att kontrollera luftfuktigheten (Lööv et al, 2011). Den elenergi som används i växthus kan härröras till t.ex. klimatstyrningen, bevattningssystem, koldioxidtillförsel och belysning.

Medeltemperaturen för olika grönsaker som tomat, gurka, örter och sallat ligger mellan 15-26 °C. Grönkompetens (2010) samt Lantz m.fl., (2006) rapporter angående energibehov i växthus beskriver hur energibehovet varierar under en odlingssäsong. Dels på grund av det svenska klimatets temperaturskillnader men även beroende på årsmånen ($\pm 25 \text{ kWh/m}^2$). I tabell 1 nedan visas energiåtgången fördelad veckovis under året i en typisk grönsaksodling.

Vecka	kwh/m ²
1-4	28
5-8	70
9-12	73
13-16	65
17-20	41
21-24	28
25-28	21
29-32	20
33-36	28
37-40	32
41-44	39
45-48	11
49-50	12

Tabell 1, Värmeenergibehov för en typisk grönsaksodling baserat på Lantz m.fl., 2006.

Värmeenergibehovet för t.ex. en tomatodling ligger mellan 350 - 550 kWh/m² per år (Andersson, 2010 och Lantz m.fl. 2006). I modellen framtagen i denna rapport kommer följande värden att användas vid beräkning av koncepten samt känslighetsanalysen, se tabell 2.

Värmeenergibehov för växthus	kWh/m ² /år
Minvärde	350
Medelvärde	450
Maxvärde	550

Tabell 2, Värmeenergibehov per år baserat på (Andersson, 2006) och
www.klimatmarkning.se

Vid en investering i ett restvärmesystem så är det stor sannolikhet att restvärmen levererad från en industri inte räcker utifrån temperaturkrav och energibehov för att hålla en tillfredställande temperatur i Växthuset. Maxeffekten för uppvärmningssystemet varierar mellan 200 - 300 W/m² beroende på växthusets placering och isoleringsmaterial (250- 300 W/m² utan energiväv, 200 W/m² med väv) (Andersson, 2010). I denna rapport ingår energiväv som standard i investeringskalkylerna och beräkningarna baseras på en maxeffekt på 200W/m².

Ett annat sätt, förutom med energiväv, att minska energibehovet är genom att använda termisk massa, den termiska massan kan åstadkomma ett jämnare klimat den har potential att bevara stora mängder energi vilket kan påverka stabiliteten temperaturen samt göra inomhustemperaturen mindre känslig för snabba temperaturvariationer (Verma, Varun et al., 2008). Den termiska massan kan byggas in i exempelvis väggar, detta alternativ är inte möjligt i ett befintligt växthus då det kräver för stort ingrepp på konstruktionen begränsar solinstrålning.

Ett exempel på ett 500 m² stort växthus beläget i Salonika, Grekland där man placerade 10m³ vatten bland plantorna i plastsäckar gjorde att temperaturen i växthuset kunde hållas 2 till 4°C högre nattetid (Sethi and Sharma, 2008). Samma teknik har använts i Roskilde, Danmark där de monterades svartmålade vattentankar på den nordliga gaveln i växthuset, detta resulterade i att temperaturen blev 4°C högre nattetid (Sethi and Sharma, 2008). Hugosson & Schöln (2014) simulerar i sitt kandidatarbete en möjlig energireduktion på 17 till 20 procent vid implementering av termisk massa och energiväv i Växthus. I denna modell kommer termisk massa inte ingå, men är ett intressant inslag och bör studeras närmre.

Elförbrukningen i växthuset bygger på Jordbruksverkets (2007) siffror som är 12kWh/m². Eftersom en elpriskoll gjordes och ingen skillnad i pris mellan miljömärkt el och icke miljömärkt el valdes ett miljömärkt alternativ, priset för den miljömärkta elen är hämtat från Bixia (2014-08-15) och kostar 84, 63 öre/kWh.

3.2 Restvärme/returvärme/fjärrvärme i växthus

I konventionell svensk växthusodling sker uppvärmningen med rörvärme och system som är dimensionerade för höga temperaturer (80/60°C eller högre) (Nilsson et.al, 2012). För utnyttjande av lågtempererad restvärme kan andra system med fördel användas, pga. den låga temperaturen. Ett exempel kan vara luftvärme, där kraven på framledningstemperatur och temperaturdifferens är lägre. Även lågtempererad restvärme i kombination med värmepump och energilagring kan vara ett alternativ, och restvärme kombinerad med en ackumulatortank och en värmeväxlare ett annat. I USA byggdes under 1970-1980 talet ett par växthus som utnyttjande restvärme från ett kärnkraftverk med lite olika tekniker. En teknik som då användes var "Pad and Pan", ett system som bygger på förångning av värmevatten (Olszewski, 1978). Idag finns inga av dessa växthus kvar, pga. bristande kommersiellt intresse. I Alnarp på 1980 talet odlades jordgubbar med plasttäck och med hjälp av rörslingor i marken med en temperatur på 20-30°C, skörden kunde tidigareläggas men det var plasttacket som var den faktorn som förlängde skörden mest. I Tyskland finns också försök med s.k. lågenergiväxthus med solkollektorer, värmepump och energilager.

På bild 1 och bild 2 visas hur kopplingarna mellan industri/värmeverk och växthus kan se ut.

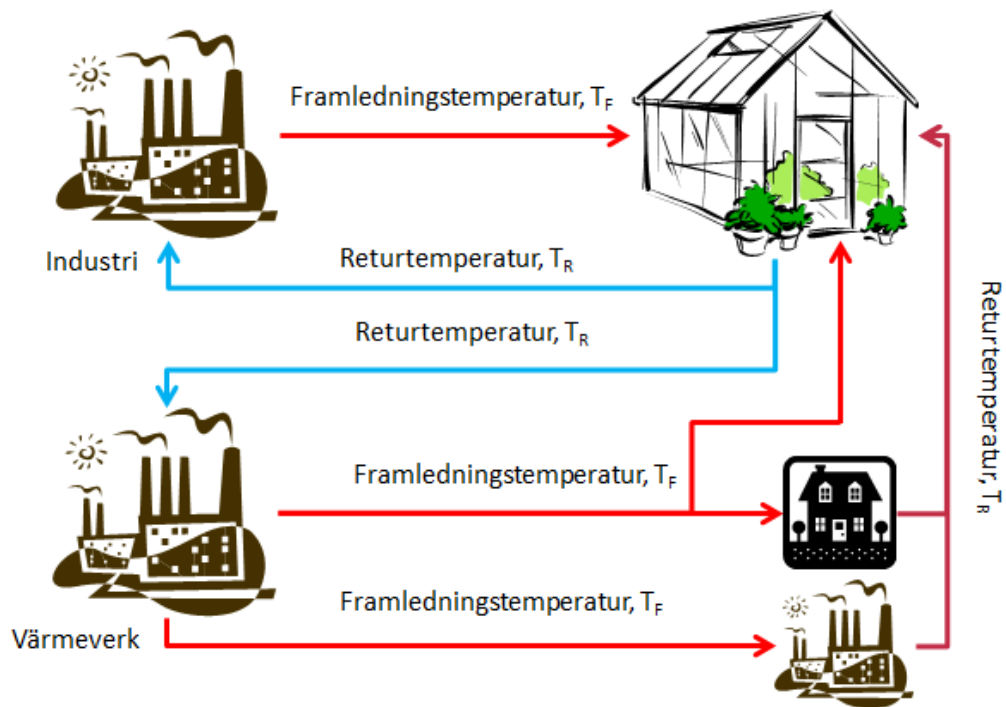


Bild 1, Restvärme/returvärme från industri eller värmeverk till växthus

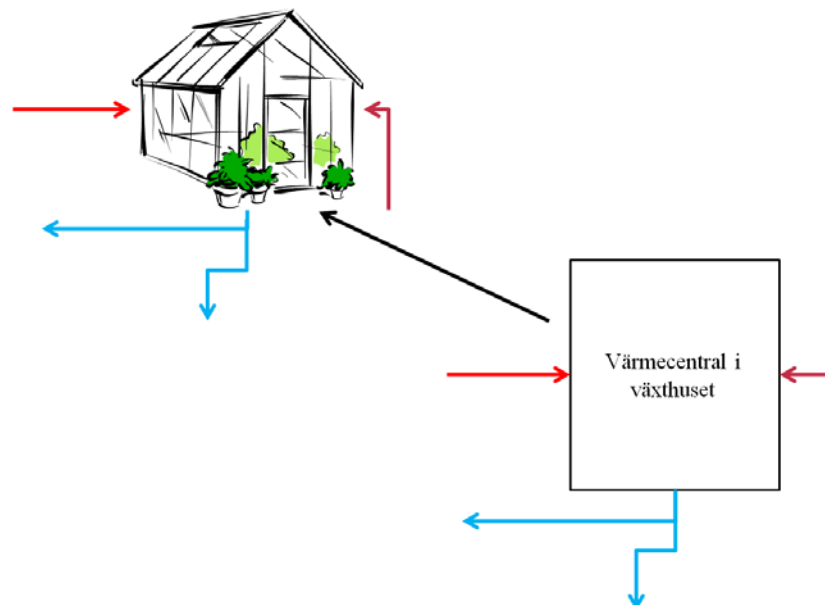


Bild 2, Värmecentral i växthuset

I koncept 1 där restvärme används som värmesystem i växthuset och returvärme från fjärrvärmesystemet är backupssystem, antas det att värmen från både industrin och returvärmen från fjärrvärmesystemet kan ha ojämna temperaturer och flöden, därav behövs en ackumulatortank med värmeväxlare för att lagra energin. Det skulle teoretiskt vara möjligt att värmecentralen för växthuset fanns hos leverantören av värmen istället för mottagaren av värmen, i växthuset. Det är också möjligt att växthuset får all sin värme från industrin och när industrins restvärme är lågtempererad så värms även värmen till växthuset upp av leverantörens värmesystem. Växthuset är i det fallet beroende av den industri den har ett värmesamarbete tillsammans med och industrin blir växthusets ”energibolag”.

I koncept 2, där returvärme från fjärrvärmenätet är den huvudsakliga värmekällan och fjärrvärme är backupsystemet, i det fallet kan ackumulatortanken anses onödig. Systemet tar värme från fjärrvärmens returledning och eftersvärms då det behövs med framledningstemperaturen från fjärrvärme. I detta fall behövs ett växlarpaket för returvärme och ytterligare ett för fjärrvärmen.

I denna rapport kommer tre värmekällor att diskuteras. Restvärme, returvärme och fjärrvärme. Nedan ger översiktlig information kring de tre olika källorna och deras möjligheter att fungera i symbios med ett växthus.

3.2.1 Restvärme

Restvärmen kan användas för att t.ex. värma växthus, det finns ett par exempel på detta nationellt och internationellt. Genom att använda restvärme/returvärme i en växthusodling lokaliserad i Växjö används ingen primär energi till odlingen och tillför därför inget ytterligare utsläpp från värmeenergin. Detta kan jämföras med importerade grönsaker som ofta odlas och transporteras med hjälp av fossila bränslen. För att användningen av restvärme/returvärme inte ska bidra till en ökad miljöbelastning är en förutsättning att man använder s.k. ”äkta” restvärme. I denna rapport definieras restvärme som följer: ”Utnyttjande av försluster som annars inte skulle ha blivit nyttiggjorda, och ingen alternativ användning av värmen bedöms finnas” (Holmgren et.al., 2008) . Vilket betyder att värmen i första hand bör tas tillvara på i det egna systemet.

En kartläggning av möjligheter för användning av industriell restvärme i Växjö pågår, och i skrivande stund finns inget datamaterial att tillgå som kan användas i modellen. Förutom restvärme från industrier finns, som tidigare nämnt, möjlighet att använda fjärrvärmenätets returvärme, idag säljer inte VEAB returvärme och lokal data som input i modellen finns således inte att tillgå gällande varken restvärme eller returvärme, eller prismodeller (mailkorrespondens med Björn Wolgast, VEAB). Däremot finns ett fåtal exempel från andra fall som kan anses vara applicerbara på ett Växjöbaserat system.

En mer förekommande användning av "extern" restvärme från industrier idag (i förhållande med användningen av restvärme till växthus) är att ta tillvara på restvärmen från industrin genom att procesströmmarna värmes ut direkt med ett fjärrvärmenät eller via ett internt system för att motverka läckage från processen till fjärrvärmenätet. På så sätt använder fjärrvärmenätet restvärme från industrier. Vid låga temperaturer på restvärmen kan en värmepump användas för att lyfta temperaturen till rätt nivå. Denna teknik är väl beprövad och utnyttjas idag t.ex. för att ta tillvara på värme i utgående avloppsvatten från reningsverk. Detta kan som tidigare nämnts vara ett alternativ för ett växthus med tillgång till väldigt lågtempererad restvärme.

När det gäller tillgång och efterfrågan på restvärme mellan en industri och ett växthus så är det så att i de flesta fall när tillgången av restvärme finns överensstämmer inte det med värmebehovet i växthuset, spridd över årets månader. Detta innebär att växthuset vid åretruntodlingar kan komma att behöva ett backupsystem för att kompensera när tillgången är låg eller obefintlig. Detta backup system skulle kunna utgöras av t.ex. bergvärme, jordvärme, solvärme eller uppkoppling mot returvärmen från fjärrvärmenätet eller fjärrvärmenätet. Ett backupsystem baserat på fjärrvärme och/eller fjärrvärmens returvärme innebär att stamnätet för fjärrvärme bör ligga inom rimligt avstånd, annars blir kostnaderna för höga.

I ett examensarbete från Linköpings tekniska universitet av Danielsson & Torgnyson (2014) utreds ekonomin av att värma ett växthus med restvärme med resultatet att det inte är ekonomiskt lönsamt. Detta hävdar författarna beror på att tekniken för tillvaratagning av låggradig spillvärme för uppvärmning av växthus inte är utvecklad. Slutsatsen av arbetet är att faktorer som påverkar lönsamhetskalkylerna positivt för restvärme är om industrierna ges

ökade incitament för att leverera restvärme. Det är svårt som extern läsare att få en förståelse för deras matematiska beräkningar då kalkylerna inte presenteras i arbetet.

3.2.2 Returvärme och Fjärrvärme

Fjärrvärmesystemet kan delas upp i olika enheter, produktionsanläggning, distributionssystem och abonnentcentraler. Produktionsanläggningar som finns i systemet är olika beroende på historik och lokala förutsättningar. Distributionssystemet består av framledningar med det uppvärmda vattnet från produktionsanläggningarna och returledningar med vatten som gett ifrån sig sitt värme. För att kunna använda sig av värmen i framledningen värmeväxlas det varma vattnet i abonnentcentraler till lokala system. Temperaturen i en framledning varierar beroende på vilka produktionsenheter som är i drift samt vilken temperatur utomhusluften har. En normal temperatur ligger omkring 90-110°C beroende på system och årstid.

För att kunna använda lågtempererad restvärme från industrier krävs förmodligen en höjning av temperaturen och då krävs en källa med stor tillgång på värme vid låga temperaturer, detta skulle kunna vara returvärme från fjärrvärmen. Ett typiskt värde på returledningstemperaturen är 45-50°C. Vanligtvis i en fjärrvärmecentral finns åtminstone två värmeväxlare, en för tappvarmvatten och en för värmeledningssystemet. Då det är svårt att få fram information kring skillnader i pris på ett värmepaket utan värmeväxlare för tappvatten kommer den värmeväxlaren också att inkluderas. Förutom detta innehåller värmecentralen cirkulationspump, expansionskärl och styrutrustning.

3.2.3 Energilagring

En möjlighet för att kunna utjämna efterfrågan och tillgången av värme är att, som tidigare nämnts, ha ett lagringssystem. När det gäller lågtempererad restvärme är möjlighet till lagring eller ett backupsystem viktigt, annars är lokaliseringar av växthus endast intressant ihop med industrier som har ett stort värmeöverskott på vintern. Skapar man en storskalig energilagring så genererar det en kostnadseffektiv värme som i kombination med ex. en växthusanläggning kan bädda för livsmedelsproduktion.

Det finns olika typer av möjligheter till energilagring idag. Energilagring i borrhål är idag en tillgänglig teknik och tillämpas för låga temperaturnivåer. Högtemperaturlager för inlagring av industriell restvärme finns idag byggda på ett fåtal platser i Sverige idag och fungerar rent tekniskt. På så sätt kan sägas att den befintliga tekniska utformningen kan anses vara beprövad. Däremot är högtemperaturlager dåligt optimerade för att passa ett system för t.ex. livsmedelsproduktion i växthus. (Ramböll, 2014) En framtida utveckling är att skapa förutsättningar för en kommersiell anläggning där dynamiska beräkningar kring energilagring och dess användning vid olika temperaturnivåer kan genomföras i en industriell symbios. I denna rapport kommer inga beräkningar kring energilagring att tas fram. Den enklaste formen av energilagring idag är en ackumulatortank vilket är det billigaste systemet idag på marknaden men även det system som har lägst värmelagringskapacitet (Broberg Viklund and Johansson, 2014).

En ackumulatortank hjälper till att hålla en konstant temperatur i växthuset och det är ett bra komplement till uppvärmningssystemet. Med hjälp av en ackumulatortank är det möjligt att plana ut tillfälliga toppar i växthusets värmebehov genom att lagra värme i form av varmvatten (Möller, 2009). En annan anledning till att komplettera med ackumulatortank är att det kan också vara svårt att dra rör direkt in i växthuset pga. för låg temperatur på restvärmen/returvärmen och för ojämna flöden. De vanligaste vattenburna värmesystemen i växthus idag kräver en temperatur på 30-50°C, beroende på utomhustemperaturen (Möller, 2009).

I denna rapport kommer ackumulatortank att användas i koncept 1 men inte i koncept 2. Detta pga. av att det i dagsläget inte går att veta om restvärmen håller en tillräcklig hög temperatur för att kopplas in direkt i systemet samt att flödet på värmen som levereras är okänt.

3.2.4 Anslutning mellan vämeleverantör och värmemottagare

När det gäller anslutningen mellan en industri och ett växthus finns idag inte någon uttalad specifik teknik för överföringen av restvärme/returvärme till växthuset, således blir investeringskostnaden för ett sådant system av generell karaktär baserat på andra befintliga exempel. Detta bidrar till resultatet av de negativa resultaten Danielsson & Torgnyson (2014) fick fram, det är många grova uppskattningar som görs vid beräkningar på fiktiva system. Med specifika system menas att ingen varken i praktiken eller i teorin beskriver de tekniska

detaljerna i deras värmeöverföringssystem med alla ingående komponenter, det saknas tekniska beskrivningar på restvärmesystem.

När det gäller Söderlinds ekologiska grönsaker värms växthuset upp av Långhult biogas AB, Trollåsens tomat värms upp av Värö bruk, Slite växthus värms upp av Cementa via Gotlands energi AB och Elleholms tomatodling värms upp av Södra Cell via Karlshamn Energi AB. I samtliga fyra fall så sker restvärmeutbytet via ett energibolag och inte genom en direktkoppling till industrin (Danielsson & Torgnysson, 2014). När det gäller Söderlinds ekologiska grönsaker kan sägas att systemet är väldigt lokalt och inte går att jämföra med ex Cementa och Slite. Långhult biogas AB bildades p.g.a. regler kring att bedriva tillståndspliktig och icke tillståndspliktig verksamhet i en och samma firma varpå Dan Waldemarsson fick starta ett aktiebolag, Långhult biogas AB. Idag har Dan, ägare av biogasanläggningen och Marcus, ägare av växthuset, ett muntligt avtal mellan sig, detta kan väl anses vara en direktkoppling men i dagsläget sker den via energibolaget Långhult biogas AB.

Själva anslutningen mellan en leverantör och en mottagare beror på ett flertal faktorer, dels lokaliseringen av industrin som levererar värmen och avstånd till fjärrvärmenätets ledningar, vid användning av returvärme och/eller fjärrvärme. Vidare är temperaturen på den värme som kan levereras in i växthusets värmesystem en viktig parameter för vilka tekniska applikationer som krävs. För att klara en temperaturhöjning av den industriella restvärmen eller returvärmen från fjärrvärmen, krävs avancerad värmeväxlingsteknik. God värmeöverföring är en mycket viktig faktor för att få bra energiekonomi i värmeväxlarna.

Några av de tekniska applikationerna som bör utredas vidare vid en investering av ett värmesystem är typ av värmefördelningssystem, val av värmeväxlare, val av rör, val av styrsystem, val av lagringsmetod för värme vid lågtempererad restvärme etc. Ska det vara ett vatten- eller luftburet värmesystem med mera, är ytterligare frågor att ställa sig.

I ett examensarbete från Luleå universitet, Öhrwall (2012), tas ett kostnadsförslag fram för en investering i en restvärmeöverföring från Bodens Energi AB till ett garage ägt av Fortifikationsverket på 623m². Vattnet som ska användas till uppvärmningen är kondensatvatten från rökgasreningen vid Bodens Energi och vattnets leds bort genom dagvattenledningen till en brunn och sedan vidare ut i Luleå älv, anslutningslängden mellan

garaget och dagvattenledningen är 33m. Vattnet har en temperatur på 38°C. I förslaget så behövs en effekt på 40kW för att hålla en temperatur på 5 – 8 grader i garaget. Den varierande flödesmängden från Bodens Energi AB gör att direkt inkoppling på ledningen inte kan åstadkommas och därför behövs en ackumulatortank för att kunna lagra det varma vattnet vid lågt flöde från rökgaskondenseringen och ytterligare krävs det en installation av en pump för att pumpa vattnet vidare in i plattväxlaren. I detta exempel så består kostnaderna av följande:

Plattvärmväxlare: 31 000kr

Ackumulatortank (10 m³): 60 225kr

Schaktning för ackumulatortanken: 25 000kr

Betongplatta för ackumulatortanken: 15 000kr

Indragning av rörledningar (33m rör): 36 300kr

Pump: 10 000kr

Radiatorer: 10 000kr

Summa: 151 702kr

Detta är ett bland de fåtal ekonomiska exemplen som redovisas i detalj i litteraturen

3.3 Ekologisk odling och eller konventionell odling

De senaste åren har efterfrågan på ekologiska och lokala produkter ökat starkt. Försäljningen av ekologiska produkter har de senaste åren ökat hos de stora dagligvarukedjorna. Svenska konsumenter har förtroende för lokalproducerade och svenska produkter och är beredda att betala ett visst merpris för dem (Jordbruksverket, 2013).

Odlingstekniken i en ekologisk växthusodling liknar en konventionell odling men det finns några avgörande skillnader. Ett exempel på skillnader är gödselanvändningen som i ekologiska odlingar till huvuddel består av stallgödsel och i konventionell odling är gödselanvändningen beroende av import av handelsgödselkväve (Jordbruksverket, 2013). Både konventionell och ekologisk odling är beroende av fosfor och frågan i båda systemen är hur en framtida hållbar fosforförsörjning kan se ut. Kemisk bekämpning är förbjudet inom ekologisk odling och biologiska metoder ska användas istället. Konventionella odlare

använder också biologiska bekämpningsmetoder men har möjlighet att ta till kemiska metoder.

Forskare vid Cambridge och Oxford har visat att det ekologiska jordbruket har de lägsta kväveförlusterna per hektar mark, på grund av att gödselanvändningen är låg, i ett ekologiskt jordbruk göds grödorna dels med hjälp av växter som kan ta upp kväve ur luften, dels med stallgödsel. Forskarna visar också att resultatet skiljer sig beroende på om de räknar på läckage per skördemängd eller läckage per hektar. Räknar man på läckage i förhållande till skördarnas storlek, så har det konventionella jordbruket det minsta kväveläcket (detta på grund av att konventionellt jordbruket använder konstgödsel vilket tas upp effektivt av grödan och bidrar till stora skördar per hektar). Forskarna är oense om huruvida läckage av näringsämnen ska beräknas i förhållande till skördemängd eller per hektar åkermark (Forskning och framsteg, 2014-08-07).

När det gäller bekämpningsmedel så har finns en rapport från Livsmedelverket (2008) som visar på att bekämpningsmedelsrester hittades i 71 procent av proverna som de tog på frukt och grönt. En senare utkommen rapport, Livsmedelsverket (2014), som under 2011–2012 analyserade ca: 450 substanser i 3313 stickprov av färska, frysta eller bearbetade livsmedel där det ingick 1308 prov av frukt och bär samt 954 prov av grönsaker visar på att flest överskridanden av bekämpningsmedelsrester fanns i grönsaker, 54 av 954 prov (6 procent). I frukt och bär hittades överskridanden i 41 av 1308 prov (3 procent). Proverna togs på svenska varor, varor från ett EU-land samt varor från ett land utanför EU (Livsmedelsverket, 2014). Med gränsvärden menas ”Maximum Residue Level, MRL” den maximala mängd av ett ämne, i mg/kg, som tillåts i ett livsmedel och sedan den 1 september 2008 är gränsvärdena för bekämpningsmedelsrester i eller på livsmedel fullständigt harmoniserade inom EU (Livsmedelsverket, 2014). Provtagningen som livsmedelsverket genomfört baseras på EU-bestämmelser vilket i detta sammanhang betyder att den provmängd som ska tas ut varierar beroende på partiets storlek och produkt. Ett samlingsprov erhålls genom att blanda ihop de olika delproven och det är samlingsprovet som sedan representerar hela partiet.

På EU nivå godkänns de substanser som får finnas i ett bekämpningsmedel medan själva produkterna måste godkännas i varje medlemsstat. Detta betyder att ett visst ämne kan till exempel vara godkänt för användning i spanska grönsaker men inte för svenska grönsaker.

Inom EU bedöms substanser som får användas i bekämpningsmedel utifrån hälsa, miljö, effektivitet och mängden resthalter. Kemikalieinspektionen ansvarar för detta medan livsmedelsverkets roll är att bedöma konsumentsäkerheten (Livsmedelsverket, 2014).

Under 2011-2012 togs det 96st prover på tomater vilket gav ett resultat på 1 fall där rester av bekämpningsmedel *överskred* gällande gränsvärde. Av dessa 96 stickprov på tomater var 30st av dessa från svensk odling där det påträffades bekämpningsmedelsrester i 10 procent av fallen dock inget som *överskred* gränsvärdena. I tomater från annat EU-land återfanns rester av bekämpningsmedel i 70 procent av proven och i provet av tomater från land utanför EU var bekämpningsmedelsresterna 85 procent, det var också i ett av dessa prov som gränsvärdet överskreds (Livsmedelsverket, 2014).

När det gäller slanggurka (som i denna rapport benämns som gurka) togs det 92st stickprover mellan 2011-2012 varav 2 procent hade rester av bekämpningsmedel som överskred gränsvärdet. Av dessa 92st prover var 43st prov på svenska gurkor och det återfanns rester av bekämpningsmedel i 53 procent av proven, dock inget som *överskred* gränsvärdena. I slanggurkor från EU-land påträffades rester av bekämpningsmedel i 82 procent av proven och i gurkor från land utanför EU hittade Livsmedelsverket rester i 100 procent av proverna som togs och det var också i dessa prover de hittade överskridning av gränsvärdena (Livsmedelsverket, 2014).

Rapporten återger inte lika utförligt när det gäller bekämpningsmedel i paprika men det togs 55st prover totalt under 2011-2012, varav inget i Sverige, 35st i EU-land och 20st utanför EU. Paprika från Spanien, Jordanien och Turkiet har det funnits prover som överskridit gränsvärdena (Livsmedelsverket, 2014).

En förklaring enligt Livsmedelsverket (2014) till att det återfinns lägre resthalter i svenskodlade tomater och gurkor kan vara att odlarna i Sverige odlar dessa i en mer skyddad miljö än andra länder, i form av växthus eller tunnlar och då är de inte lika utsatta för angrepp.

När det gäller skördenivåskillnader mellan konventionell odling och ekologisk odling så är litteraturen knapphändig gällande skillnader i skördenivåer per kultur, det finns exempelvis ingen fakta kring en ekologisk paprikaodlings skördenivå i jämförelse med en konventionell paprikaodling. Forskares beräkningar visar att produktionen skiljer sig åt beroende på

utgångspunkt och i de senaste två identifierade studierna gjorda inom detta område visar på att skörden vid ekologisk odling i genomsnitt är ca: 20-40 procent lägre än vid konventionell odling. Dessa studier bygger på ett flertal jämförelser som sinsemellan skiljer sig avsevärt åt för olika grödor och odlingsförhållanden (EPOK, SLU 2012-06-19. Små skördeskillnader mellan eko och konventionellt för perenner och baljväxter, EPOK, SLU 2012-05-24. Skördeskillnad mellan konventionell och ekologisk odling).

När det gäller en långsiktig hållbar utveckling där växthuset ska vara en del i en industriell symbios (som har sitt ursprung i industriell ekologi) där sekundär energi ska vara huvudvärmekällan ter sig det relativt logiskt att växthuset ska odla ekologisk. Det som talar mot en ekologisk odling är att den ekonomiska avkastningen i olika studier visar på en lägre skörd än konventionell odling. Det är inte helt enkelt att bedöma detta utifrån en rent ekonomisk kalkyl, då ekonomiska kalkyler inte tar med värden som kontaminerad jord, kemikalieläckage etc. (de Ponti et al., 2012). Ska man undersöka detta på djupet bör en systemanalys av varje enskild kultur genomföras. Detta ryms tyvärr inte inom ramen för detta uppdrag, men innan odlaren bestämmer sig för vilket av de två alternativen är detta av stort intresse för odlarens eget intresse och för "odlaremenskapens" intresse att genomföra en sådan.

3.4 Ägarförhållanden

Det finns olika exempel på ägarförhållanden i dag i Sverige. Några hyr, några har byggt sitt växthus själva och några arrenderar. När det gäller hyra av växthus har det varit svårt att få fram en kostnad på vad det kostar att hyra enbart ett växthus då de flesta fall även ingår andra typer av fastigheter, mark och ett växthus. Vid intervjuer av odlare framkom att en odlare hyrde ett växthus för 50kr/m² (kallhyra). Odlaren tog hand om all skötsel själv och driftkostnaderna tillkom, men inventarierna ingick. Det finns också exempel på arrende av mark till en relativt låg kostnad, en uppskattad kostnad för att arrendera mark för en växthusbyggnation som bygger på intervju med en markägare är 10kr/m² (Claar & Larsson, 2009). Enligt jordbruksverkets sammanställning så kostar en hektar åkermark Sverige 0,17kr/m² att arrendera. Att kostanden skiljer sig beror på många faktorer men typ av mark som arrenderas och vad marken ska användas till är två av faktorerna. Att vid en

växthusbyggnation återställa marken till dess tidigare ursprung vid en avveckling är betydligt mer kostsamt än om du arrenderar mark för att t.ex. odla säd. Det finns även odlare som arrenderar marken gratis, detta är i de flesta fall pga. goda (släkt) relationer till ägaren av marken.

Utifrån detta kommer kalkylerna i de olika koncepten vara att antingen köper odlaren mark och bygger ett växthus på det, eller så hyr odlaren växthus för 50kr/m² inkl. inventarier exkl. drift och underhåll, eller så arrenderar odlaren marken för 10kr/m² och bygger ett växthus.

När det gäller investeringskalkyler och eget ägande av mark och markvärdet bör det behandlas i en separat analysen. Markens värde avspeglas inte i den aktuella användningen. Markvärdet finns ju kvar även när Växthuset är. I kalkylen antas en värdeförändring för marken vara konstant.

Vid arrende av mark och hyra av växthus behandlas de kostnaderna under samkostnader och inte som en del av investeringskostnaden.

3.5 Kortfattat information om olika kulturer

I uppvärmda växthus är det i princip möjligt att odla precis vad som önskas. Val av växthus och olika växthustekniker kan generera. För att kunna genomföra beräkningar så har det tagits fram siffror för skördenivå och energiåtgång för tomat, gurka och paprika/chilifrukter. Informationen kring skördenivåer och energiåtgång för ex paprika är inte fullständig för alla vilket innebär att en del generaliseringar måste göras. Tomat, gurka och paprika har ungefär samma värmeenergibehov, detta underlättar vid en uppskattning kring hur mycket restvärme/returvärme som går åt till uppvärmning av växthus med dessa kulturer (Nilsson & Nimmermark, 2012).

Paprika odlas främst i Peru och Kina och dessa två länder är de stora leverantörerna till världsmarknaden. Spanien har en begränsad produktion, men är den största leverantören, då de importerar hel röd paprika och flingor samt bearbetar och återexporterar. De producerande länderna förbrukar inte själv sin paprika utan exporterar i stort sett allt (undantag chili). Tomaterna importeras till största del från Holland och Spanien och gurkan likaså. Sverige

importerar färsk frukt och grönsaker till ett värde av 10 miljarder kronor per år, 40 procent står för grönsaker (Jordbruksverket, 2013).

Självförsörjningsgraden för Sverige av tomater är 13 procent och har minskat med 7 procent från 20 procent 2004 till 13 procent 2011. Under januari, februari och december är självförsörjningsgraden av tomater 0 procent och för mars, april och november är självförsörjningsgraden kring 10 procent. Under maj, juni, juli, augusti och september är graden av självförsörjning kring 20 procent. En andledning till tomaternas nedgång är att det är svårt att hävda sig i konkurrensen samt att konsumenterna efterfrågar mer specialtomater än förr vilket inte odlas i någon större utsträckning i Sverige. Självförsörjningsgraden för gurka har däremot ökat från 44 procent 2004 till 48 procent 2011, däremot är det svårt att utläsa vad som är orsaken till ökningen då den förhåller sig kring 50 procent hela perioden. Självförsörjningsgraden för gurka är under januari, februari, november och december 0 procent och under mars och oktober håller den sig kring 20 procent. Under maj, juni, juli och augusti är graden av självförsörjning kring 50 procent. Paprika finns inte med i statistiken (Jordbruksverket, 2013).

Tittar man på konsumtionen av tomater så konsumerar svensken i snitt 10kg tomater per år (Tjärnemo et.al., 2010). Växjö kommun köper in ca: 28 000kg/år tomater varav 47 procent är ekologiska, 30 000kg gurka/år varav 16 procent är ekologiska samt 9 000kg paprika per år varav 16 procent är ekologiska (personlig kontakt med Marita Johannesson och Ulrika Nord, Växjö kommun). I och med att nya försäljningsformer har etablerats såsom ex prenumerationslådor medför det en ökad efterfrågan på växthusgrönsaker som ex tomat, gurka och paprika då de förväntas ingå i grönsakssortimentet året runt. Enligt branschorganisationer så fortsätter efterfrågan på svenskodlade grönsaker. Särskilt ökar efterfrågan på cocktailtomater och kvisttomater, något som fortfarande odlas i liten skala i svenska växthusodlingar (Claar & Larsson, 2009). Förutom de mer traditionella grönsakerna ses även en trend mot ökad efterfrågan på mer ovanliga och smakrika produkter från växthusodling ex olika slags sallater och örtekryddor (SCB Trädgårdsproduktion 2005; Jordbruksverket, 2013).

I denna rapport kommer ett minvärde, medelvärde och ett maxvärde för skördenivån av tomat, gurka och paprika att användas baserat på ett flertal olika kg/m² som redovisats i befintlig

litteratur. När det gäller ekologisk paprikaodling kommer de ekologiska skördenivåerna beräknats fram genom att de konventionella nivåerna multiplicerats med skillnaden (20-40 procent) mellan ekologisk och konventionell odling. Detta pga. av att det inte finns någon tillförlitlig statistik för skördenivåer av ekologisk odlad paprika. Nedan presenteras information om olika grönskaker som kan tänkas vara lämpliga för odling i ett växthus som värms upp med restvärme/returvärme.

Paprika och chilifrukt: Skördenivån i en paprikaodling varierar mycket beroende på vilken sort som odlas. I konventionell odling i ett uppvärmt växthus kan plantering ske i februari och med 30 skördeveckor, då kan vi räkna med en skördenivå på 12–18 kg/m². Vid längre kultur kan skördenivån bli runt 19-20 kg/m². I Holland får många odlare 25 kg/m² och vid odling av enbart grön paprika kan de komma upp i 30kg/m². Den optimala lufttemperaturen för odling av paprika är 22-24 °C (Jordbruksverket 2007/2008).

Tomat: Konventionell tomatodling påbörjas i mitten av januari och pågår oktober ut, detta på grund av begränsade ljusförhållanden. Vid starkare instrålningen kan högre temperatur tillåtas i växthuset, upp till en nivå på 26–27 °C (förutsatt att koldioxidnivån kan hållas på 400–450 ppm.). Temperaturen bör vara anpassad efter den aktuella instrålningen och genom att ha en ljusstyrd temperaturreglering kan en god anpassning uppnås. Med tillväxtbelysning är det även möjligt att bedriva åretruntproduktion. Konventionell odling bedrivs i huvudsak i varmhus men även i hus med viss värmeförsel, dock i mindre omfattning än i varmhus, det finns även de som odlar i rena kallhus. Ekologiska odlingar har vanligen en kortare odlingssäsong med senare utplantering än en konventionell odling. Skördenivån för tomater i uppvärmda växthus ligger mellan 34-68 kg/m² för konventionell odling och 12-39 kg/m² för ekologisk odling. Traditionellt sett så har den svenska odlingen inriktat sig på odling av vanliga runda röda tomater(90–110 gram). Under senare år har sortimentet breddats både när det gäller storlek, form och färg och det är vanligt att odlare odlar flera olika tomatersorter i ett och samma företag. Vanliga runda (70–120 gram), plommon, cocktail (35–50 gram), körsbär (15–20 gram) och biff är de som huvudsakligen odlas, kvisttomater förekommer i alla huvudgrupperna fränsett biff (Jordbruksverket, 20-2007).

Gurka: I konventionell odling är det vanligast att odla två kulturer per år. Den första planteras i januari/februari och den andra i mitten av juni till slutet av juli. Det finns några

företag som planterar tre kulturer, i januari, i början av maj och kring första dagarna i augusti. Ett flertal kulturer per år ger en bättre sommarskörd, bättre höstskörd och bättre fruktkvalitet. Den ekologiska gurkodlingen stod för 2 % (13 657 m²) år 2007 av den totala gurkodlingen i Sverige. I Östergötlands län finns en stor odling på 3 300 m², med försäljning till grossist. Övrig ekologisk gurka säljs huvudsakligen lokalt i butik eller direkt till konsument. I Skåne, där den konventionella gurkodlingen finns, är arealen ekologiskt odlad gurka endast 600 m². Skördenivån för konventionell odlad gurka är 26-96 kg/m² och för ekologisk odling 25-32 kg/m². I tabell 3 nedan presenteras olika värdena för skördenivåer (Jordbruksverket, 2009).

Konventionell odling (kg/m ²)	Minvärde	Medelvärde	Maxvärde
Tomater	34	46	68
Gurka	26	54	96
Paprika	12	18	30
Ekologisk odling (kg/m ²)	Minvärde	Medelvärde	Maxvärde
Tomater	12	27	39
Gurka	25	28,5	32
Paprika	8,4	12,6	21

Tabell 3, min, medel och maxvärden för skördenivå.

Övriga intressanta kulturer som vid litteraturgenomgång kan tänkas vara en del i odlingen är:

Svamp: De i växthus Odlingsbara svampar idag är av arten saprofyter, vedsvampar som tofsskivling, kragaskivling, ostronskivling och den japanska svampen shiitake (ekmussling), och hummusvampar som champinjon, stenmurkla, stolt fjällskivling, fjällig bläcksvamp och blåmusseron. Svampar har inget stort ljusbehov, dock växer vissa svampars fruktkroppar ut snabbare och får en finare färg om de har en belysning motsvarande svagt dagsljus eller helt vanlig rumsbelysning. Svampar kräver hög luftfuktighet alternativt ett välfuktat substrat, och temperaturen bör under hela odlingsfasen kunna varieras mellan sval och het rumstemperatur, 15-25 grader. Svamp kan odlas i s.k. skräputrymmen i ett växthus t.ex. i lagerytan med små fönstergluggar, eller i varma pannrum och liknande utrymmen. Försäljningspriset på

ekologiska champinjoner i en livsmedelsbutik ligger kring 120kr/kg, konventionellt odlad ligger mellan 35kr/kg till 54kr/kg. Ostronskivlingar, konventionellt odlad, kan du köpa i livsmedelsbutiker för ett pris på ca 140kr/kg. Shi-take svamp konventionellt odlad kostar kring 200kr/kg i livsmedelsbutiker. I förhållande till vad det kostar att producera svamp så kanske svamp kan vara ett komplement till den storskaliga odlingen.

Physalis: Physalis är en exotisk frukt med en god marknad, det finns knappast ekonomi i ett bygga växthus för enbart produktion av physalis, men det kan vara ett bra komplement till den huvudsakliga odlingen. Plantering kan ske i februari och har då ca 20 skördeveckor. Skördenivån kan bli upp till 0,3kg/m². Försäljningspriset på physalis ligger mellan 100-200kr/kg. Ekologisk torkad physalis säljs på marknaden för 556,25kr/kg. I intervju med en lokal odlare framhåller han just enkelheten att odla physalis och priset man kan få för det vid direktförsäljning till bland annat restauranger eller genom och torka det och sälja till grossist.

Utifrån växthuset lokalisering kan utnyttjandegraden av växthuset optimeras baserat på olika typer av kulturer som odlas utifrån deras värmebehov. På så sätt kan ex Örtekryddor, svampar som kan odlas i svalare temperatur och kanske till och med snittblommor med fördel odlas de veckor då temperaturen i växthuset riskerar att bli lägre på grund av kyligare väder, eller planerade driftstopp på industrin som levererar restvärmen. På så sätt kan det skapas en åretruntproduktion med mindre värmekrävande grönsaker/växter under den kallare delen av året och mer värmekrävande växter under den varmare delen av året.

3.6 Avtalsprinciper och prissättning för restvärme/returvärme

När det gäller avtalsprinciper mellan leverantören och mottagaren av restvärmen/returvärme så varierar det, det finns avtal där leverantören av restvärmen står för hela värmebehovet av mottagarens anläggning, även toppförbrukningen. En rapport som Jan Fors, EnerGia Konsulterande Ingenjörer AB, gjorde 2004 genom intervjuer med fem olika restvärmesamarbeten, belyste vikten av att ta fram tydlig och tillgänglig energifakta, att tillåta att alla parter tjänade pengar. Däremot uppkom det genom de intervjuer Jan Fors genomförde att ekonomi inte ska diskuteras i ett tidigt skede utan att det var viktigt att utforma långsiktiga avtal som överblickar en tidsperiod på 5-10 år (värmen är en mycket viktig del för mottagaren och inte lika viktig del för leverantören av restvärmen). Vidare skriver han att det är viktigt att

fokusera på totala vinster med industriella symbioser (inte enbart ekonomiska utan även miljövinster och PR vinster) och sist men inte minst skriver Jan Fors betydelsen av att komma ihåg att från idé till förverkligande alltid tar längre tid än man tror.

I restvärmesamarbeten finns några avgörande frågor som hur investeringarna ska fördelas mellan leverantör och mottagare samt hur restvärmen ska värderas (Christiansen, 2012). Vanligt är att vinsterna fördelas i enlighet med den investering man har gjort. Andra viktiga faktorer är långsiktighet och konkurrens, men också personkemin mellan de olika avtalspartnerna, vilket utgör en del av de sociala förutsättningarna (Christiansen, 2012).

I litteraturen så finns det stor oklarhet i hur avtalen i industriella symbioser ser ut generellt, när det kommer till avtal mellan leverantör av restvärme (industrin) och mottagaren (odlaren), detsamma gäller avtalen för returvärme. Litteraturen är mycket ofullständig då sådana samarbeten och systemlösningar är väldigt ovanliga, i Sverige finns det fyra identifierade samarbeten mellan en leverantör av restvärme/returvärme och en mottagare av restvärme/returvärme (Söderlinds ekologiska grönsaker, Trollåsens tomat, Slite växthus och Elleholms tomatodling). Det som kan tänkas vara lämpliga avtalsprinciper är ex. fast årsavgift, långtidskontrakt eller ingen avgift för restvärmen pga. ömsesidigt beroende av värmeväxlingen etc. Vidare är det viktigt att avtalen motsvarar i tid den tid det tar för investeringen att återbetala sig (Danielsson & Torgnysson, 2014).

Enligt Svensk Fjärrvärme (2005) är några av de nuvarande principerna för värdering av restvärme som levereras till fjärrvärmenätet nedan några av de mest frekvent använda principerna:

- Värdering ”i förhållande till kostnaden för den fjärrvärme som istället skulle ha producerats om restvärmen inte utnyttjats”, 40 %
- Värdering utan uttalad princip för värderingen, 30 %
- Värdering efter marginalkostnaden för produktionen, drygt 10 %
- Värdering i förhållande till fjärrvärmepriset, ca 6 %.

När det gäller returvärme från fjärrvärmenätet visar ett flertal studier på att det finns stora besparingar att göra i produktionsanläggningarna om returtemperaturen kan sänkas. I Umeå Energis anläggningar innebär en sänkning av returtemperaturen med 5°C en möjlig besparing

på 3,9 miljoner kronor. För Umeå Energis del är det främst i rökgaskondenseringen samt i värmepumparna som besparingen sker, men även värmeförlusterna och behovet av pumpenergi minskar (Hedman, 2005). Alltså borde priset på returvärme från fjärrvärmenätet hållas på en mycket låg nivå då fjärrvärmen tjänar på låga returtemperaturer.

I många av de symbioser som existerar där restvärme eller returvärme används är kostnaderna och/eller priset på restvärme/returvärme inte offentliga. Några av fallen har specialavtal som inte kan anses stå som modell för en kommersiell prissättning. I vissa fall har leverantören av värmen bekostat utrustning och installation i andra fall har det varit en gemensam investering medan i andra fall är det mottagaren som har bekostat hela systemet. För att det ska vara kommersiellt gångbart med restvärme för en odlare krävs det att alternativet inte är dyrare än konventionell uppvärmning. Enligt de intervjuer Danielsson & Torgnysson (2014) genomfört sägs att i fallet mellan en växthusodlare och ett gjuteri så föreslår växthusodlaren ett fast pris då det är lättare för dem att ta fram lönsamhetskalkyler för restvärmeutbytet. Industrin tycker dock att ett fast pris är svårt att jobba med eftersom det är de som står för backupsystemet (oftast med olja som bränsle). Vidare finns det förslag på att dela upp månaderna med olika prissättning. Priset är då högst under vintermånaderna och gratis under sommarmånaderna. En prissättning som samtliga växthusodlare som intervjuats av Danielsson & Torgnysson (2014), är att restvärmepriset baseras på grönsakspriset. Detta har tagits emot med blandade känslor i industrin.

Ett vanligt sätt att välja mellan olika investeringsalternativ när energi och underhållskostnaders ska tas med i beräkningarna är att utföra en Livcykelkostnadskalkyl (LCC) för leverantören av värmen och en LCC för mottagaren av värmen. Det skulle kunna varit ett alternativ i denna rapport men ryms inte inom ramen för uppdraget. Det är även svårt att genomföra då det finns väldigt lite eller ingen data från företag med restvärme i Kronobergs län.

Slutligen, Fors (2004) lyfter fram idéer kring ett kompetenscentrum för stöd i de olika skedena i ett restvärmesamarbete där diskussioner om ex värdering av restvärme kan tas, hans idéer gäller restvärme-fjärrvärme-samarbeten, men skulle mycket väl kunna omfatta fler typer av restvärmesamarbeten som restvärme/returvärme/fjärrvärme – samarbeten.

3.6.1 Investeringskostnader för restvärme/returvärme

I koncept 1 är det värme från restvärme med returvärme som backup som kommer utgöra värmekostnaderna. I detta koncept krävs anslutningar från två olika leverantörer, en från industrin och en från fjärrvärmeverket. I de två koncepten ingår det värmepaket. Värmepaket antas bestå av en värmeväxlare, en cirkulationspump, ett expansionskärl, ventiler, mätare samt styrsystem.

I koncept 1 består investeringskostnaderna för restvärmen av:

- Värmepaket
- Rör och rördragning mellan industrin och växthuset
- Värmefördelningssystem (i detta fall rördragning i växthuset)
- Ackumulatortank
- Värmeväxlare

Med returvärme som backupsystem så tillkommer fasta kostnader i form av:

- Värmepaket (inklusive grundinstallation vilket innebär att du får returvärmen dragen fram till ditt växthus och värmecentralen monterad)

Rördragning och rör är kostsamt och beräknas i denna rapport uppgå till 1500kr/m rör, den kostnaden innebär schaktgrävning och arbete sen tillkommer själva rörkostnaden som är 4000kr/12m rör (Agestam & Karlström, 2009). I denna rapport räknas rördragningen inte vara längre än 100m. Ovanstående antaganden görs i både koncept 1 och koncept 2. I tabell 4 nedan sammanställs investeringskostnaderna för koncept 1 och summeras för ett växthus på 1000m²:

	Pris (kr)	Källor:
Värmepaket restvärme	$40\text{kr/m}^2 + 1500 \cdot 100$ (grävning) + $4000 \cdot 8$	Agestam & Karlström (2009), Öhrwall (2012), Danielsson & Torgnysson (2014), Claar & Larsson (2009)
Akkumulatortank	40 kr/m^2	Jordbruksverket (2007), Öhrwall (2012), Lantz (2006), Agestam & Karlström (2009)

Värmeväxlare	50 kr/m ²	Öhrwall (2012), Agestam & Karlström (2009)
Värmefördelningssystem	250kr/m ²	Lantz (2006), Danielsson & Torgnysson (2014)
Värmepaket för returvärme som backup	40kr/m ² + 1500*100 (grävning) + 4000*8	Agestam & Karlström (2009), Öhrwall (2012), Danielsson & Torgnysson (2014), Claar & Larsson (2009)
Summa (1000m²):	222000+40000+50000+250000 222000 = 784 000kr	

Tabell 4, sammanställning av investeringskostnader för ett värmesystem för ett växthus på 1000m² för koncept 1

I koncept 2 är värmekällan returvärme med fjärrvärme som backup, i detta fall krävs anslutning från en och samma leverantör. När det är returvärmen från fjärrvärmen som utnyttjas i växthuset, så antas det att en s.k. områdescentral ägs av fjärrvärmeleverantören och att en s.k. abonnentcentral (värmecentralen i bild 2) ägs av växthuset och bekostas således av växthuset (som vid en normal installation av fjärrvärme).

I koncept 2 består investeringskostnaderna för returvärme av:

- Värmepaket 1 (inklusive grundinstallation vilket innebär att du får returvärmen dragen fram till ditt växthus och värmecentralen monterad)
- Värmefördelningssystem (i detta fall rördragning i växthuset)

Med fjärrvärme som backupsystem så tillkommer fasta kostnader i form av:

- Värmepaket 2 (inklusive grundinstallation vilket innebär att du får fjärrvärmen dragen fram till ditt växthus och värmecentralen monterad)

I tabell 5 nedan sammanställs investeringskostnaderna för koncept 2 och summeras för ett växthus på 1000m²:

	Pris (kr)	Källor:
Värmepaket returvärme	40kr/m ² + 1500*100 (grävning) + 4000*8	Agestam & Karlström (2009), Öhrwall (2012), Claar & Larsson (2009)
Värmefördelningssystem	250kr/m ²	Lantz (2006), Danielsson & Torgnysson (2014)
Värmepaket för returvärme som backup	40kr/m ² + 1500*100 (grävning) + 4000*8	Agestam & Karlström (2009), Danielsson & Torgnysson (2014), Öhrwall (2012), Claar & Larsson (2009)
Summa (1000m²):	222000+250000+222000 = 694 000kr	

Tabell 5, sammanställning av investeringskostnader för ett värmesystem för ett växthus på 1000m² koncept 2

Eftersom kostnader kring installation av restvärme är mycket svåra att finna i befintliga samarbeten och litteratur så baseras beräkningarna för restvärme, returvärme och fjärrvärme mycket på kostnader kring anslutning av fjärrvärme. I och med att det i denna rapport utgår från att det är ett vattenburet system som kommer användas i växthuset så anses jämförelsen kring kostnader för investering mellan fjärrvärme och restvärme vara rimliga att göra.

I värmepaket 2 är det oklart om det behövs ytterligare en värmecentral eller om de kan anslutas i samma central men med ytterliga en värmeväxlare kanske. I beräkningarna kommer priset som används vara inklusive en värmecentral. Vidare är det möjligt att ytterligare ett flertal värmeväxlare tillkommer till systemet.

När det gäller priset på värmen i de olika koncepten kommer 0,24kr/kWh att användas i fallet med restvärme och returvärme (i samråd med Sarah Nilsson och Johan Thorsell baserat på vad Elleholms tomater betalar) medan priset på fjärrvärme kommer vara baserat på ett

medelfjärrvärmepris som enligt Svensk Fjärrvärme (2014) är 0,82kr/kWh. Enligt befintlig litteratur bör priset på restvärme och returvärme inte ligga högre än medelpriset på fjärrvärme (Danielsson & Torgnusson 2014).

När det gäller koncept 3 som kommer att användas som referenssystem är följande kostnader framtagna, se tabell 7 nedan:

	Pris (kr)	Källor:
Flispanna skorsten mm	400kr/m ²	Jordbruksverket (2007) Agestam & Karlström (2009), Öhrwall (2012), Claar & Larsson (2009)
Akkumulatortank	40 kr/m ²	Jordbruksverket (2007), Öhrwall (2012), Lantz (2006), Agestam & Karlström (2009)
Värmefördelningssystem	250kr/m ²	Lantz (2006), Danielsson & Torgnysson (2014)
Oljepanna	30kr/m ²	Jordbruksverket (2007)
Summa (1000m²):	720*1000=720 000kr	

Tabell 7, sammanställning av investeringskostnader för ett värmesystem för ett växthus på 1000m² koncept 3

3.7 Prissättning livsmedel (konventionell/ekologisk)

I denna rapport har prissättningen baserats dels på olika försäljningspriser i handeln, där ett minimivärde, ett medelvärde och ett maxvärde per grönsak har tagits fram. Detta kan kallas för värdebaserad prissättning. Värdebaserad prissättning ger det säljande företaget möjlighet att differentiera sitt erbjudande och pris från konkurrerande alternativ genom att påvisa reella kundvärden. Som i detta fall skulle kunna vara närodlat, ekologiskt, lokala arbetstillfällen, transparens etc.

Genom att utföra självkostnadskalkyler för några av de föreslagna grönsakerna, i en självkostnadskalkyl beräknas intäkterna, särkostnaderna och samkostnaderna och resultatet sätts till noll. Då kan vi beräkna det försäljningspris som behövs för att uppnå nollresultat. Detta pris kan sedan jämföras med de priser som har tagits fram genom handelns försäljningspris.

Därmed beräknas ett uppskattat pris per kultur, P_{kultur} , genom formeln:

$$P_{kultur} = \frac{Särkostnader + Samkostnader}{S_{kultur} * A_{odlingsyta}}$$

Där Särkostnaderna är kostnader som belastar den enskilda kulturen och samkostnader är kostnader som berör hela företaget. S_{kultur} är skördenivån per kultur och $A_{odlingsyta}$ är arealen för odlingen (inte densamma som bottenarean av växthuset). I denna rapport har det valts att använda bottenarean som odlingsyta eftersom de kalkyler som Jordbruksverket tillhandahåller odlare i Sverige idag gör på det sättet. Detta är dock diskutabelt men i brist på fakta kring hur stor en odlingsyta är i relation till bottenarean av ett växthus beslutades det för att göra som Jordbruksverket gör.

Prissättningsmodellen går att använda för både konventionella och ekologiska kulturer då det i särkostnaderna och samkostnaderna finns kostnadsposter för båda alternativen.

Utifrån försäljningspris och P_{kultur} kan olika möjliga försäljningspriser tas fram. En sammanställning av försäljningspriser för olika typer av paprikor, tomater och gurkor visas nedan i tabell 8.

Paprika (röd)	Konventionell	Ekologisk	Skillnad i pris (kr/kg)	Skillnad i pris (faktor)
Minvärde	28,90	85,56	56,66	3,0
Medelvärde	33,88	92,70	58,82	2,7
Maxvärde	45,00	99,83	54,83	2,2
Paprika (grön)	Konventionell	Ekologisk	Skillnad i pris	Skillnad i pris (faktor)
Minvärde	25,00	82,25	57,25	3,3
Medelvärde	30,30	82,25	51,95	2,7
Maxvärde	36,00	82,25	46,25	2,3
Paprika (gul)	Konventionell	Ekologisk	Skillnad i pris	Skillnad i pris (faktor)
Minvärde	29,90	85,56	55,66	2,9
Medelvärde	37,13	100,35	63,22	2,7
Maxvärde	48,00	116,33	68,33	2,4
Paprika (orange)	Konventionell	Ekologisk	Skillnad i pris	Skillnad i pris (faktor)
Minvärde	36,90	69,00	32,10	1,9
Medelvärde	44,38	84,34	39,96	1,9
Maxvärde	51,24	99,67	48,43	1,9
Tomat (körsbär)	Konventionell	Ekologisk	Skillnad i pris	Skillnad i pris (faktor)
Minvärde	49,75	79,60	29,85	1,6
Medelvärde	50,37	89,96	39,59	1,8
Maxvärde	51,60	110,48	58,88	2,1
Tomat (runda ej kv)	Konventionell	Ekologisk	Skillnad i pris	Skillnad i pris (faktor)
Minvärde	13,90	31,90	18,00	2,3
Medelvärde	30,75	47,90	17,15	1,6
Maxvärde	49,00	79,90	30,90	1,6
Gurka	Konventionell	Ekologisk	Skillnad i pris	Skillnad i pris (faktor)
Minvärde	16,51	39,90	23,39	2,4
Medelvärde	29,50	52,76	23,26	1,8
Maxvärde	40,00	70,00	30,00	1,8

Tabell 8, sammanställning av ett flertal olika försäljningspriser av paprika, tomat och gurka (priserna är hämtade från ICA, Coop, Willys, Handla24, Mathem mm.)

Som kan utläsas i tabellen ovan är att de ekologiska grönsakerna har en skillnad i pris med lägsta faktorn 1,5, det betyder att prisskillnaden är 50 procent mellan konventionell och ekologisk. Om faktorn är 2,4 betyder det att skillnaden i pris mellan ekologisk och konventionellt är 140 procent. Värdebaserad prissättning i detta fall förutsätter att försäljningen inte sker via mellanhänder. Pratar man med odlare idag är försäljningspriset per grönsak i dessa modeller högt värderade, många av dessa odlare/företag som medverkar i befintlig litteratur är anslutna till en producentorganisation och säljer grönsaker via

organisationen och producentorganisationens kunder är bland annat grossister och eller detaljhandel (Lööv et.al, 2011). Innan 2014 så såldes ex tomater på auktion och det årliga avräkningspriset (pris som producenterna erhåller för sina tomater) låg på 10,48 (Jordbruksverket, 2014c) och gurka låg på 9,02kr. 2014 avskaffades detta auktionssystem och avräkningspriset för ex tomater blev då 11,50kr/kg. Producentorganisationen tar ut 5 procent i försäljningsavgift på avräkningspriset och i grossistledet görs sedan ett prispåslag på grönsakerna innan de säljs vidare. Detta prispåslag motsvaras av kostnader för ex. lagerhållning, lagerhantering, transportkostnader samt ett vinstpåslag (Danielsson och Torgnysson, 2014)

I denna rapport utgår beräkningarna utifrån försäljningspriser baserat på någon typ av direktförsäljning, alltså inte via mellanhänder, det betyder att alla de kostnader som en grossist (eller slutkunden) lägger på försäljningspriset hanteras separat, ex så ingår transportkostnad, emballage och försäljningskostnader i denna kalkyl. Dessa kostnader skulle kunna hanterats genom att minska försäljningspriset på grönsakerna (tillskriva grönsakerna ett lägre värde) men har i denna rapport istället brutits ut för att tydliggöras och för att få en bild över vad vi som konsument är beredda att betala för våra grönsaker. När det gäller försäljningskostnaderna är det svårt att uppskatta dessa i dagsläget och kommer ingå i en kostnadspost för administration.

3.8 Försäljning, transporter

Lokaliseringen av växthuset är av stor betydelse vid beräkning av mängden transporter men även kg som ska transporteras och antalet mottagare som det ska transporteras till. Läget till avsättningsmarknaden bör analyseras innan val av lokalisering bestäms. Det är svårt att få ekonomi i växthuset om transporterna till kunderna blir alltför långa. Kundunderlaget styr i viss mån val av lokalisering och även storleken på huset. Vid direktförsäljning (á la gårdsförsäljning) är val av lokalisering än mer viktigt. Avståndet för transporterna mellan producent och konsument bestämt således av lokalisering av växthuset samt avsättningsmarknaden och spelar roll för den totala transportkostnaden och utsläppen från transporterna.

Förutom ovan nämnda faktorer så styr ett flertal andra faktorer den totala kostnaden för transporterna av produkterna från växthuset såsom vilken typ av produkt, vilket emballage som krävs, vilken temperatur som ska hållas i lastutrymmet, ska lagring ingå i priset etc. Ska transporterna köpas in som tjänst eller ska transporterna ske i egen regi. Vilken typ av bränsle som transportfordonen ska ha, om lagring ska ingå i transportpriset etc.

Transporterna kan delas in i interna och externa transportkostnader gällande ett växthus enligt Jordbruksverket (2007). Interna transporter beräknas enligt Jordbruksverket (2007) uppgå till 333h, 8 333kr/år. Utifrån Jordbruksverkets rapport tolkas det som att kostnaderna har beräknats genom golvarean av växthuset. Det som inte framgår i deras rapporter är om detta i deras kalkyler ingår under arbetstid, de har en kostnadspost i kalkylerna som heter transporter externt men inte internt. I denna modell kommer det antas att det ingår i den totala arbetstiden.

Angående externa transporter har jordbruksverket räknat på en kostnad på mellan 0,2 till 0,5kr/kg. Prisbilden för transporter kan också beskrivas genom antal stopp eller antal körda km, eller vara en sammanvägning av de olika parametrarna. När en lokalisering av växthuset har bestämts kan en ordentlig optimering genomföras och en annan prisbild kan bli aktuell. Men för att få en uppfattning om hur det kan se ut, ekonomiskt, kommer siffror från en offentlig organisations leveranser till sina enheter att användas (Växjö kommun) och jämföras med en konventionell tomatodling som genererar 46 000kg tomater per år. Det kommer alltså att kunna levereras 203kg tomater under 226 dagar (antal veckodagar på ett kalenderår i denna rapport) under ett år. I Växjö kommun kostar det 5,4 miljoner kronor att få 17 000kg levererat per dag (inte enbart grönsaker såklart men priset baseras på kg så vilken typ av varor är mindre viktigt) så på 226 dagar levereras 3 842 000kg. Det kostar alltså Växjö kommun 1,4kr/kg att få varor levererade till sina enheter (kunder). I denna siffra på 1,4kr/kg är hanteringskostnaderna inkluderade, vilket betyder i Växjö kommuns fall där de tillämpar samordnad varudistribution att varorna från kommunens leverantörer går till en distributionscentral för samlastning innan de levereras ut till enheterna (Intervju med Ulrika Nord på Växjö kommun). Jordbruksverkets siffra på 0,2-0,5kr/kg kan kännas låg i förhållande till Växjö kommuns siffror men i Växjö kommuns siffror ligger även en hanteringskostnad och det antas det inte göra i Jordbruksverkets siffror. I Växjö kommuns fall så har kommunen även 450st enheter (kunder) i sitt system, vilket är osannolikt att ett växthusföretag har, och

även detta kan tänkas påverka prisbilden för Växjö kommun. I denna rapport kommer jordbruksverkets siffra 0,5kr/kg att användas då det är den tillgängliga siffran för transportkostnader gällande grönsaker att tillgå.

3.9 Arbetskraft

Arbetskraften är den enskilt största kostnaden i ett växthus, i en ekologisk odling något större än i en konventionell odling. Arbetet i ett växthus är stundtals krävande och det är mycket arbete som ska göras samtidigt som naturen inte väntar när det växer.

I denna modell används en normallön baserad på ordinarie personal, självklart är lönen mer differentierad där ex en förman har högre lön än en praktikant och till exempel en feriearbetare. De stora skördarna och den stora arbetsbelastningen kommer förmodligen att ske under de varma månaderna i Sverige (april till oktober), oavsett åretruntodlingar, och att bemanna växthuset med praktikanter och feriearbetare under denna period är ju ett bra sätt att lösa topparna i personalbehovet.

Det är viktigt att uppskatta den totala arbetstidsåtgången för en kultur eller för de olika kulturerna som planeras att odlas. Det är även viktigt att veta hur fördelningen över personalbehov ser ut över odlingssäsongen. Detta för att kunna planera för personalbehovet så optimalt som möjligt med avseende på antal personer som behövs och vilka kvalifikationer som är nödvändiga (Jordbruksverket, 2007/2008).

Beroende på kultur och storlek på växthuset så har ett värde på antal timmar per m² tagits fram för att kunna användas i beräkningarna (ursprungsdata för tiderna är hämtade utifrån Jordbruksverket (2007) kalkyler). I denna modell kommer 3 olika värden på antal tim/m² att användas, ett maxvärde, minvärde och ett medelvärde, detta för att få en spänst i modellen. På så sätt kan modellen täcka in både konventionell odling och ekologisk odling och även ta hänsyn till om det är en eller flera kulturer som odlas under ett och samma tak. Det är lättare att standardisera arbetet vid odling av enbart en kultur vilken då kan tolkas som att det går åt färre timmar till ett växthus med enbart en kultur som odlas. En odling av t.ex. gurka och tomat och som då kräver mer arbetstimmar än en odling av enbart tomat kan tillämpa maxvärdet vid beräkningar.

I kalkylen baseras timpriset för grönsaksodlare på månadslönen dividerat med antal arbetstimma/månad (176h/månad). Detta har beräknats från en medellön på 20 900kr/månad (SCBs lönedatabas, 2013) och genom verksamt.se kalkylator. En grönsaksodlare kostar enligt dessa beräkningar 160,22kr/h. I denna rapport har ett medelvärde utifrån 6 olika timberäkningar tagits fram. Det högsta värdet låg på 1,337tim/m² och det lägsta på 0,99938h/m², medelvärdet är 1,2012tim/m². Utifrån detta beräknades sedan kostanden per m², se tabell 8.

Arbete	tim/m2	kr/m2
Minvärde	0,99	165,19
Medelvärde	1,20	199,66
Maxvärde	1,34	222,24

Tabell 8, medelvärde tim/ m² samt kr/m²

3.10 Användning av Co2

Koldioxiden som tillsätts i växthus kan vara en restprodukt från andra industriella processer. Tanken i Växjö är att utnyttja den koldioxid som bildas vid rötning i energibolagets biogasanläggning, en i dag outnyttjad resurs. Vid en rågasproduktion på 2000 Nm³/h vid en biogasanläggning kan 1100kg CO₂/h generereras. (Andersson, 2010). Tillförseln av koldioxid till grönsaksodlingar ligger på 7-20 g CO₂/m²/h vilket motsvarar en siffra på 20-60kg/m² om gasen tillförs under 8h per dygn (Lantz, m.fl. 2006).

Om rågasen på biogasanläggningen i Växjö består av ca 30 procent CO₂ och rågasproduktionen per år är 1,6 miljoner Nm³ är det teoretiskt möjligt att utvinna 480000 Nm³ CO₂/år, vilket betyder 384000kg CO₂/år. Om en grönsaksodling i snitt kräver 20-60kg/m²/8h så kan gasen från biogasanläggningen i Växjö förse ett växthus på 6400 m² - 19200m² (för beräkningarna har densiteten 0,8kg/Nm³ använts). Koldioxid kostar 1,5kr/kg enligt Jordbruksverkets (2007) beräkningar, det antas att detta är pris inklusive tub. Denna kostnad kommer att användas i beräkningarna. Se tabell 9 nedan för pris/m².

Koldioxid tillförsel	CO ₂ kg/m ²	Pris/m ²
Minvärde	20	30
Medelvärde	40	60
Maxvärde	60	90

Tabell 9, förbrukning av kgCO₂

4 Resultat för de olika koncepten

Utifrån föregående kapitel har modellen för värdering av restvärme och returvärme som värmesystem för kommersiell odling i växthus utvecklats. Följande koncept kommer att analyseras utifrån annuitetsmetoden, totalkostnadskalkyl, självkostnadskalkyl och återbetalningstid. I samtliga fall kommer ett typväxthus att användas som beskrivits tidigare samt medelvärden för skördenivå, försäljningspriser, arbetstid, som presenterats i rapporten tidigare att användas, arean av växthuset kommer i beräkningarna vara 1000m² och kalkylräntan kommer att vara 6 procent. Försäljningspriserna kommer vara baserade på en värdebaserad prissättning som även det beskrivits tidigare i rapporten. I kapitel 5, känslighetsanalys, kommer dessa parametrar att ändras för att se hur de påverkar koncepten. Varje koncept kommer att få resultat presenterade för konventionell odling och för ekologisk odling. Variablerna, investeringskostnaderna, särkostnaderna och samkostnaderna som används vid kalkyleringen i samtliga koncept visas i tabell 10, 11, 12 och 13. Beroende på konventionell/ekologisk odling, vilken kultur etc. så förändras kostnaderna och intäkterna, detta framgår i resultaten av de olika koncepten.

Variabler	Medelvärde
Area (m2)	1000
Ränta	6,00%
Energibehov (kWh/m2)	450
Energipris restvärme (kr/kWh)	0,24
Energipris returvärme (kr/kWh)	0,24
Energipris fjärrvärme (kr/kWh)	0,82
Energipris flis (kr/kWh)	0,199
energipris olja (kr/kWh)	1,5
Elpris (kr/m2)	10,3728
Försäljningspris Tomat (runda/körsbär 50-50) (kr/kg)	40,56
Skördenivå konventionell odling tomat (kg/m2)	46
Försäljningspris ekologisk Tomat (runda/körsbär 50-50) (kr/kg)	68,93
Skördenivå ekologisk odling tomat (kg/m2)	27
Försäljningspris Gurka (kr/kg)	29,5
Skördenivå konventionell odling gurka (kg/m2)	54
Försäljningspris eko Gurka (kr/kg)	52,76
Skördenivå ekologisk odling gurka (kg/m2)	28,5
Försäljningspris Paprika (medel av röd/grul/grön/oranger) (kr/kg)	36,42
Skördenivå konventionell odling paprika (kg/m2)	18
Försäljningspris eko Paprika (medel av röd/grul/grön/oranger) (kr/kg)	89,91
Skördenivå ekologisk odling paprika (kg/m2)	12,6
Arbetskostnad (kr/m2)	199,66
Plantor konventionell odling tomat (kr/m2)	40
Plantor ekologisk odling tomat (kr/m2)	39
Plantor konventionell odling gurka (kr/m2)	40
Plantor ekologisk odling gurka (kr/m2)	40
Plantor konventionell odling paprika (kr/m2)	50
Plantor ekologisk odling paprika (kr/m2)	50
Substrat konventionell (kr/m2)	10
Substrat ekologisk (kr/m2)	10
Co2 (kr/m2)	60
Hyra (50kr/m2)	50
Arrende av mark (10/m2)	10
Koncept 1 - värmesystem (kr/m2)	784
Koncept 2 - värmesystem (kr/m2)	694
koncept 3 - flis och oljepanna (kr/m2)	720

Tabell 10, Variabler använda i beräkningarna

Investeringskostnader
Värmesystem
Markpris
Markberedning
Geoteknisk undersökning
Växthust (stomme med täckmaterial)
Energiväv
Bevattningsanläggning
Vattenreningsanläggning (konventionell)
Klimatstyrning
Gödselblandare
Vagnar
Sorteringsutrustning
Kyllager
Filmningsutrustning (gurka)

Tabell 11, Investeringskostnader använda i beräkningarna

Särkostnader
Arbete
Energipris (80 procent)
Energipris (20 procent)
El
Vatten
Plantor
Diverse material
Substrat
Gödsel
Co2
Biologiskt växtskydd
Humlor
Analyser
Ränta driftskapital (3%ränta)
Emballage
Transporter

Tabell 12, Särkostnaderna använda i beräkningarna

Samkostnader
Certifiering
Administration (försäkring, redovisning, webb etc)
Underhåll
Hyra
Arrende
Avskrivning växthus mm
Avskrivning inventarier
Avskrivning bevattnings
Räntor

Tabell 13, Samkostnader använda i beräkningarna

I samtliga koncept köper odlaren mark och bygger ett växthus, eller så hyr odlaren växthus för 50kr/m² inkl. inventarier exkl. drift och underhåll, eller så arrenderar odlaren marken för 10kr/m² och bygger ett växthus. Alla koncept behandlar även konventionell odling och ekologisk odling.

4.1 Resultat koncept 1

Anslutning till industriell restvärme med returvärme som backup.

4.1.1 Koncept 1a₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 1a₁ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 1a₂ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 1a₃ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 1a₄ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 1a₁₋₄ visas nedan, i tabell 12, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Restvärme konventionell odling	Koncept 1a1 Tomat	Koncept 1a2 Gurka	Koncept 1a3 Paprika	Koncept 1a4 Tom-Gurk-Papri
Grundinvestering (kr)	4 864 000	4 904 000	4 864 000	4 904 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	505 483	505 483	505 483	505 483
Samkostnader (kr)	450 407	455 841	450 407	455 841
Resultat (kr)	1 009 870	731 676	-200 330	653 292
Återbetalningstid (år)	4,8	7	-	8
Restvärme Ekologisk odling	Koncept 1a1 Tomat	Koncept 1a2 Gurka	Koncept 1a3 Paprika	Koncept 1a4 Tom-Gurk-Papri
Grundinvestering (kr)	4 794 000	4 834 000	4 794 000	4 834 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	504 483	504 483	504 483	504 483
Samkostnader (kr)	440 896	446 331	440 896	446 331
Resultat (kr)	963 931	652 786	287 487	478 055
Återbetalningstid (år)	5,0	7	17	10

Tabell 12, Resultat koncept 1a₁₋₄

Att odla tomat i hela växthuset är det som ger mest fördelaktigt resultat i koncept 1a, att mixa odlingen med runda tomater och körsbärstomater ger ett bättre ackumulerat pris per kg än att odla enbart runda tomater, dock kräver det en högre arbetsinsats vilket inte är inkluderat i kalkylen då det inte finns några faktabaserade siffror att tillgå. Att odla ekologiskt eller konventionellt vid odling av gurka eller tomat har en marginell betydelse för resultatet och återbetalningstiden skiljer sig på två år mellan tomat och gurka i både konventionell och ekologisk odling. Konventionellt odlad paprika får ett negativt resultat medan det får ett positivt resultat i ekologisk odling, dock med en återbetalningstid på 17 år. Även vid en mix av kulturerna blir resultatet i en ekologisk odling och i en konventionell odling positiva. En mixad konventionell odling har ett marginellt bättre resultat i jämförelse med en ekologisk gurkanodling och återbetalningstiden skiljer sig med ett år. På det totala är konventionell odling något fördelaktigare än ekologisk odling i samtliga fall förutom i paprikaodlingen.

4.1.2 Koncept 1b₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 1b₁ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 1b₂ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 1b₃ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 1b₄ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 1b₁₋₄ visas nedan, i tabell 13, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Restvärme konventionell odling	Koncept 1b1 Tomat	Koncept 1b2 Gurka	Koncept 1b3 Paprika	Koncept 1b4 Tom-Gurk-Pap
Grundinvestering (kr)	4 364 000	4 404 000	4 364 000	4 404 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	505 483	505 483	505 483	505 483
Samkostnader (kr)	460 407	465 841	460 407	465 841
Resultat (kr)	999 870	671 676	-210 330	643 292
Återbetalningstid (år)	4	7	-	7
Restvärme Ekologisk odling	Koncept 1b1 Tomat	Koncept 1b2 Gurka	Koncept 1b3 Paprika	Koncept 1b4 Tom-Gurk-Pap
Grundinvestering (kr)	4 294 000	4 334 000	4 294 000	4 334 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	504 483	504 483	504 483	504 483
Samkostnader (kr)	450 896	456 331	450 896	456 331
Resultat (kr)	1 005 731	642 786	277 487	468 055
Återbetalningstid (år)	4	7	15	9

Tabell 13, Resultat koncept 1b₁₋₄

Det som skiljer koncept 1a från 1b är att investeringskostanden minskar med 500 000kr för köp av mark och ett arrende på 10 000kr/år tillkommer i driftskalkylen. Utöver detta är det marginella differenser på variablerna som ingår i kalkylen mellan konventionell och ekologiska odling, vilket kan utläsas genom resultaten i tabell 12. Tomat, oavsett konventionell odling eller ekologisk odling, är fortfarande det alternativ som är mest lönsamt och därefter kommer gurka. I detta koncept är paprikaodling inte heller lönsamt vid konventionell odling medan det har ett positivt resultat i en ekologisk odling, dock med en återbetalningstid på 15år.

4.1.3 Koncept 1c₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 1c₁ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 1c₂ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 1c₃ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 1c₄ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 1c₁₋₄ visas nedan, i tabell 14, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Restvärme konventionell odling	Koncept 1c1 Tomat	Koncept 1c2 Gurka	Koncept 1c3 Paprika	Koncept 1c4 Tom-Gurk-Papri
Grundinvestering (kr)	784 000	784 000	784 000	784 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	505 483	505 483	505 483	505 483
Samkostnader (kr)	160 533	160 533	160 533	160 533
Resultat (kr)	1 299 744	1 026 984	89 544	948 600
Återbetalningstid (år)	1	1	9	1
Restvärme Ekologisk odling	Koncept 1c1 Tomat	Koncept 1c2 Gurka	Koncept 1c3 Paprika	Koncept 1c4 Tom-Gurk-Papri
Grundinvestering (kr)	784 000	784 000	784 000	784 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	504 483	504 483	504 483	504 483
Samkostnader (kr)	160 533	160 533	160 533	160 533
Resultat (kr)	1 296 094	938 584	567 850	763 853
Återbetalningstid (år)	1	1	1	1

Tabell 14, Resultat koncept 1c₁₋₄

I och med att det i koncept 1c hyrs ett växthus minskar investeringskostnaderna rejält då det förutsätts att inventarierna ingår. Skillnaden på resultaten mellan ekologisk och konventionell odling är marginella, förutom konventionell paprika, som är det minst lönsamma alternativ med en återbetalningstid på 9 år jämfört med ekologisk odlad paprika som har en återbetalningstid på 1 år. Tomater är fortfarande i detta koncept det mest lönsamma att odla och skillnaden i konventionell odling och ekologisk odling är ytterst små.

4.1.4 Sammanfattning av resultat Koncept 1a-c

Det mest lönsamma alternativet är att hyra ett kallväxthus och odla ekologiska runda tomater och ekologiska körsbärstomater. När det gäller köp av mark eller ett arrende blir skillnaderna överlag väldigt marginella och beräkningarna genererar resultat som är likvärdiga. Att köpa mark och odla runda tomater och körsbärstomater samt gurka ger positiva resultat i samtliga koncept. Av resultaten framgår att skillnaden i resultat mellan en ekologisk och konventionell

odling är marginell i samtliga koncept. Paprikaodlingar är det som i samtliga koncept genererar sämst resultat och längst återbetalningstid.

4.2 Resultat koncept 2

Anslutning till returvärme från fjärrvärme, med fjärrvärme som backup.

Det som skiljer koncept 1 och 2 mellan varandra är värmesysteminvesteringen på 90 000kr samt energipriset på 52 000kr/år. I koncept 1 är investeringskostnaden 90 000kr dyrare än i koncept 2 medan energikostnaderna är 52 000kr lägre. Så skillnaderna i resultat mellan koncept 1 och 2 blir mycket små. I detta kapitel kommer således inga större beskrivningar av resultaten att göras eftersom det gjorts för koncept 1. Däremot presenteras tabellerna exakt som för koncept 1 och sammanfattas därefter.

4.2.1 Koncept 2a₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 2a₁ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 2a₂ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 2a₃ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 2a₄ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 30 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 2a₁₋₄ visas nedan, i tabell 15, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Returvärme konventionell odling	Koncept 2a1 Tomat	Koncept 2a2 Gurka	Koncept 2a3 Paprika	Koncept 2a4 Tom-Gurk-Pap
Grundinvestering (kr)	4 774 000	4 814 000	4 864 000	4 814 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	557 683	557 683	557 683	557 683
Samkostnader (kr)	442 560	447 995	442 560	447 995
Resultat (kr)	965 517	687 322	-244 683	608 938
Återbetalningstid (år)	5	7	-	8
Returvärme Ekologisk odling	Koncept 2a1 Tomat	Koncept 2a2 Gurka	Koncept 2a3 Paprika	Koncept 2a4 Tom-Gurk-Pap
Grundinvestering (kr)	4 794 000	4 834 000	4 794 000	4 834 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	556 683	556 683	556 683	556 683
Samkostnader (kr)	440 896	446 331	440 896	446 331
Resultat (kr)	963 931	600 586	235 287	425 855
Återbetalningstid (år)	5	8	20	11

Tabell 15, Resultat koncept 2a₁₋₄

I koncept 2a har konventionell och ekologisk odling av tomater likvärdiga resultat med samma återbetalningstid, gurkodlingarna skiljer sig inte heller särskilt mycket åt. Paprikaodlingens resultat blir även här positivt vid ekologisk odling men med en återbetalningstid på 20år. En mixad kultur av tomat, gurka och paprika ger återbetalningstider på 8 respektive 11 år vid konventionell respektive ekologisk odling.

4.2.2 Koncept 2b₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 2b₁ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 2b₂ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 2b₃ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 2b₄ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 2b₁₋₄ visas nedan, i tabell 16, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Returvärme konventionell odling	Koncept 2b1 Tomat	Koncept 2b2 Gurka	Koncept 2b3 Paprika	Koncept 2b4 Tom-Gurk-Papri
Grundinvestering (kr)	4 274 000	4 314 000	4 274 000	4 314 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	557 683	557 683	557 683	557 683
Samkostnader (kr)	452 560	457 995	452 560	457 995
Resultat (kr)	955 517	677 322	-254 683	598 938
Återbetalningstid (år)	4	6	-	7
Returvärme Ekologisk odling	Koncept 2b1 Tomat	Koncept 2b2 Gurka	Koncept 2b3 Paprika	Koncept 2b4 Tom-Gurk-Papri
Grundinvestering (kr)	4 204 000	4 334 000	4 294 000	4 334 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	556 683	556 683	556 683	556 683
Samkostnader (kr)	443 049	448 484	443 049	448 484
Resultat (kr)	961 378	598 433	233 134	423 702
Återbetalningstid (år)	4	7	18	10

Tabell 16, Resultat koncept 2b₁₋₄

Koncept 2b genererar nästan identiska resultat som koncept 2a. Även här är således konventionellt och ekologiska odlade tomater det mest lönsamma alternativet.

4.2.3 Koncept 2_{c1-4}

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 2_{c1} – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 2_{c2} – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 2_{c3} – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 2_{c4} – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 2_{c1-4} visas nedan, i tabell 17, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Returvärme konventionell odling	Koncept 2c1 Tomat	Koncept 2c2 Gurka	Koncept 2c3 Paprika	Koncept 2c4 Tom-Gurk-Papir
Grundinvestering (kr)	694 000	694 000	694 000	694 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	557 683	557 683	557 683	557 683
Samkostnader (kr)	152 686	152 686	152 686	152 686
Resultat (kr)	1 255 391	982 631	45 191	904 247
Återbetalningstid (år)	1	1	15	1
Returvärme Ekologisk odling	Koncept 2c1 Tomat	Koncept 2c2 Gurka	Koncept 2c3 Paprika	Koncept 2c4 Tom-Gurk-Papir
Grundinvestering (kr)	694 000	694 000	694 000	694 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	556 683	556 683	556 683	556 683
Samkostnader (kr)	152 686	152 686	152 686	152 686
Resultat (kr)	1 251 741	894 231	523 497	719 500
Återbetalningstid (år)	1	1	1	1

Tabell 17, Resultat koncept 2_{c1-4}

I koncept 2c är resultaten betydligt högre för samtliga kulturer. Inget resultat är negativt men konventionell paprika har en återbetalningstid på 15år.

4.2.4 Sammanfattning av resultat Koncept 2a-c

Även i detta koncept så är det mest lönsamt att hyra ett växthus. Resultaten försämrar något i koncept 2 jämfört med i koncept 1, men det är förhållandevis mycket små skillnader. Återbetalningstiden förskjuts med 1 eller två år i jämförelse med koncept 1 förutom i fallet med konventionell paprikaodling som får en återbetalningstid på 15 år i koncept 2c och 9 år i koncept 1c.

4.3 Resultat koncept 3

Anslutning med flispanna med oljepanna som backup.

I koncept 3 blir inte investeringskostnaderna eller driftkostnaderna särskilt avvikande från koncept 1 och 2. Investeringskostnaden lägger sig på 720 000kr för ett växthus på 1000m², jämfört med 794 000kr för koncept 1 och 694 000kr för koncept 2. Resultaten presenteras på samma sätt som koncept 2s resultat.

4.3.1 Koncept 3a₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 3a₁ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 3a₂ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 3a₃ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 3a₄ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 3a₁₋₄ visas nedan, i tabell 18, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Flis och oljepanna konventionell odling	Koncept 3a1 Tomat	Koncept 3a2 Gurka	Koncept 3a3 Paprika	Koncept 3a4 Tom-Gurk-Papir
Grundinvestering (kr)	4 800 000	4 840 000	4 800 000	4 840 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	604 123	604 123	604 123	604 123
Samkostnader (kr)	444 827	450 262	444 827	450 262
Resultat (kr)	916 810	638 615	-293 390	560 231
Återbetalningstid (år)	5	8	-	9
Flis och oljepanna ekologisk odling	Koncept 3a1 Tomat	Koncept 3a2 Gurka	Koncept 3a3 Paprika	Koncept 3a4 Tom-Gurk-Papir
Grundinvestering (kr)	4 730 000	4 770 000	4 730 000	4 770 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	603 123	603 123	603 123	603 123
Samkostnader (kr)	435 316	440 751	435 316	440 751
Resultat (kr)	963 931	559 726	194 427	384 995
Återbetalningstid (år)	5	9	24	12

Tabell 18, Resultat koncept 3a₁₋₄

Resultaten i koncept 3a skiljer sig inte särskilt mycket åt från koncept 1a och 2a även här är konventionell och ekologisk tomatodling det mest lönsamma med liten skillnad mellan dess resultat.

4.3.2 Koncept 3b₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 3b₁ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 3b₂ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 3b₃ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 3b₄ – Odlaren arrenderar mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 3b₁₋₄ visas nedan, i tabell 19, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Flis och oljepanna konventionell odling	Koncept 3b1 Tomat	Koncept 3b2 Gurka	Koncept 3b3 Paprika	Koncept 3b4 Tom-Gurk-Papr
Grundinvestering (kr)	4 300 000	4 340 000	4 300 000	4 340 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	604 123	604 123	604 123	604 123
Samkostnader (kr)	454 827	460 262	454 827	460 262
Resultat (kr)	906 810	628 615	-303 390	550 231
Återbetalningstid (år)	5	7	-	8
Flis och oljepanna ekologisk odling	Koncept 3b1 Tomat	Koncept 3b2 Gurka	Koncept 3b3 Paprika	Koncept 3b4 Tom-Gurk-Papr
Grundinvestering (kr)	4 230 000	4 270 000	4 230 000	4 270 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	603 123	603 123	603 123	603 123
Samkostnader (kr)	445 316	450 751	445 316	450 751
Resultat (kr)	912 671	549 726	184 427	374 995
Återbetalningstid (år)	5	8	23	11

Tabell 19, Resultat koncept 3b₁₋₄

Resultaten i koncept 3b skiljer sig inte heller särskilt mycket åt från koncept 1b och 2b även här är konventionell och ekologisk tomatodling det mest lönsamma med en mycket liten skillnad mellan dess resultat.

4.3.3 Koncept 3c₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Koncept 3c₁ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Koncept 3c₂ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Koncept 3c₃ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Koncept 3c₄ – Odlaren hyr ett kallväxthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

Resultatet från beräkningarna av koncept 3b₁₋₄ visas nedan, i tabell 20, gällande konventionell odling respektive ekologisk odling.

Flis och oljepanna konventionell odling	Koncept 3c1 Tomat	Koncept 3c2 Gurka	Koncept 3c3 Paprika	Koncept 3c4 Tom-Gurk-Papr
Grundinvestering (kr)	720 000	720 000	720 000	720 000
Intäkter (kr)	1 965 760	1 693 000	755 560	1 614 616
Särkostnader (kr)	604 123	604 123	604 123	604 123
Samkostnader (kr)	154 953	154 953	154 953	154 953
Resultat (kr)	1 206 684	933 924	-3 516	855 540
Återbetalningstid (år)	1	1	-	1
Flis och oljepanna ekologisk odling	Koncept 3c1 Tomat	Koncept 3c2 Gurka	Koncept 3c3 Paprika	Koncept 3c4 Tom-Gurk-Papr
Grundinvestering (kr)	720 000	720 000	720 000	720 000
Intäkter (kr)	1 961 110	1 603 600	1 232 866	1 428 869
Särkostnader (kr)	603 123	603 123	603 123	603 123
Samkostnader (kr)	154 953	154 953	154 953	154 953
Resultat (kr)	1 203 034	845 524	474 790	670 793
Återbetalningstid (år)	1	1	2	1

Tabell 20, Resultat koncept 3c₁₋₄

Inte heller i koncept 3c skiljer sig det övergripande resultat särskilt mycket åt från koncept 1c och 2c, även här är konventionell och ekologisk tomatodling det mest lönsamma med en mycket liten skillnad mellan dess resultat.

4.3.4 Sammanfattning Koncept 3a-c

Resultaten för koncept 3 skiljer sig lite från koncept 1 och 2. Den stora skillnaden ligger i särkostnaderna då energipriset är högre i koncept 3.

4.5 Kortfattad sammanfattning av koncept 1 till 3

Sammanfattningsvis kan sägas att utifrån beräkningarna är det mest ekonomiskt lönsamt att odla konventionella tomater i en mix av runda tomater och körsbärstomater i ett hyrt kallväxthus där inventarierna ingår och endast investering av värmesystem tillkommer. Däremot är skillnaderna i resultat mellan ekologiskt och konventionellt odlade tomater mycket små i samtliga koncept i denna rapport. Detsamma gäller för även gurka och mixad

kultur. Paprikaodlingen är det som genomgående har det mest fluktuerande resultatet mellan konventionell och ekologisk odling samt mellan de olika koncepten. Resultatet kommer att diskuteras vidare under kapitlet slutsatser.

4.6 Resultat koncept 4 - socialt företag

I detta koncept med ett socialt företag, har kostnaderna och intäkterna som kommer med ett socialt företagande inkluderats i beräkningsmodellen för ett kommersiellt företag gällande koncept 1a₁₋₄. Anledningen till att detta koncept valts att anpassas till ett socialt företag är att det konceptet är det som ligger närmast beställarens önskemål om att undersöka kostnader vid en investering i ett växthus med restvärme som värmekälla.

I detta koncept har kostnader och intäkter från Mackens rapport ” En social affärsplan till ett växthusprojekt” (2014) använts, se tabell 21 och 22.

Kostnader
Verksamhetsledare 100%
Handledare/utbildningsansvarig 50 %
Lärare/SFI/yrkessvenska 50%
Ekonomi/administration 50%
Terapeut 500 kr/tim 100 timmar/år
Övrigt Byrå, el, transport, inventarier, Reseräkning, förbrukningsmaterial,
5 anställda med stöd (AF) Lön 17 293 kr/månad

Tabell 21, Kostnader framtagna av Macken

Intäkter
Arbetsförmedlingen
Arbetsprövning, -träning (10 personer)
Pratik (10 personer i heltid)
Anställning (70% lönebidrag, 5 per.
Växjö kommun (VU, heltid, 10 pers.)
Försäljning

Tabell 22, Intäkter framtagna av Macken

I Mackens kalkyler ingår en kostnadspost som heter ”Övrigt hyra, el, transport, inventarier, reseräkning, förbrukningsmaterial”, denna kostnadspost kommer inte att ingå i den beräkningsmodell som är framtagen i denna rapport där denna kostnadspost redan finns (dessa finns inte exakt men många finns uppdelat i olika poster, reseräkning är exempelvis en post som inte finns i denna beräkningsmodell men som inte heller kommer finnas med i modellen för socialt företagande då det inte går att urskilja vad den specifika kostnaden för hyra, el, transport, inventarier, reseräkning, förbrukningsmaterial är). En intäktspost som kommer att tas bort är försäljning då detta ingår i den befintliga modellen, det är även svårt att veta utifrån Mackens kalkyler vad försäljningsintäkterna baseras på. Mackens kostnader är baserade på ett 10 000m² stort växthus och räknas om till kr/m² och detsamma gäller intäkterna. Totalt sett kommer 35 personer som enligt Macken står långt ifrån arbetsmarknaden arbeta på utbildningscentrat/växthuset, 35 personer på 10 000m², vilket blir 3,5 personer på 1000m², dessa kommer att ha ersättning från olika myndigheter och det är detta som kommer att vara intäkterna från det sociala företaget förutom försäljningsintäkterna som är desamma oavsett kommersiellt eller socialt företagskoncept. Förutom dessa 3,5 personer så kommer det finnas andra anställda i form av verksamhetsledare (anställning på heltid), handledare (anställning på halvtid), lärare (yrkessvenska anställd på halvtid), ekonomi (anställd på halvtid), anställda med stöd från arbetsförmedlingen (lönebidrag anställda på heltid) samt en terapeut (anställd på timmar). Detta blir totalt 2,5 anställda (terapeuten är inte inkluderad i detta och inte heller de 5 anställda med lönebidrag då de redan ingår i de 35 anställda) på 10 000m². Dessa kostnader för en verksamhetsledare, handledare, lärare antas inte förändras oavsett storlek på växthus i denna rapport. Både kostnaden och intäkten för de anställda med lönebidrag räknas dock om från kostnader och intäkter på 10 000m² till kostnader och intäkter på 1 000m².

4.6.1 Koncept socialt företag enligt koncept 1a₁₋₄

Följande koncept har kalkylerats:

Socialt företag med koncept 1a₁ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart tomat.

Socialt företag med koncept 1a₂ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart gurka.

Socialt företag med koncept 1a₃ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas enbart paprika.

Socialt företag med koncept 1a₄ – Odlaren köper mark och bygger ett växthus. I växthuset odlas 40 procent tomat, 40 procent gurka och 20 procent paprika.

I tabell 23 nedan visas resultaten för koncepten beskrivna ovan inkluderat de sociala kostnaderna och intäkterna.

Socialt företag med koncept 1 Restvärme konventionell odling	Koncept 1a1 Tomat	Koncept 1a2 Gurka	Koncept 1a3 Paprika	Koncept 1a4 Tom-Gurk-Papri
Grundinvestering (kr)	4 864 000	4 904 000	4 864 000	4 904 000
Intäkter (kr)	2 163 670	1 890 910	953 470	1 812 526
Särkostnader (kr)	1 459 168	1 459 168	1 459 168	1 459 168
Samkostnader (kr)	448 227	453 661	448 227	453 661
Resultat (kr)	256 276	-21 919	-953 924	-100 303
Återbetalningstid (år)	19,0	-	-	-
Socialt företag med koncept 1 Restvärme Ekologisk odling	Koncept 1a1 Tomat	Koncept 1a2 Gurka	Koncept 1a3 Paprika	Koncept 1a4 Tom-Gurk-Papri
Grundinvestering (kr)	4 794 000	4 834 000	4 794 000	4 834 000
Intäkter (kr)	2 159 020	1 801 570	1 430 776	1 870 391
Särkostnader (kr)	1 459 168	1 459 168	1 459 168	1 459 168
Samkostnader (kr)	440 896	446 331	440 896	446 331
Resultat (kr)	258 957	-103 928	-469 287	-35 107
Återbetalningstid (år)	18,5	-	-	-

Tabell 23, Resultat koncept Socialt företag enligt koncept 1a1-4

Resultatet från beräkningarna i konceptet med ett socialt företag visar att det enbart är lönsamt att odla tomater, dock med en återbetalningstid på 19år. Det skiljer sig marginellt mellan konventionell och ekologisk odling. I kalkylerna för ett kommersiellt växthus på 1 000m² finns en arbetskostnad med på 199 669kr. Vid ett socialt företagskoncept blir det en kostnad för arbete men även en intäkt. Intäkten från ”anställningstillfällen” i ett socialt företag blir 297 910kr medan kostnaderna blir 1 110 145kr. Skillnaden mellan kostnader och intäkter blir - 812 235kr, alltså en negativ post i kalkylerna. Självkostnadspriset för tomater i ett Socialt

företagskoncept med restvärme är 34,70kr/kg för konventionellt odlade tomater och 59,39kr/kg för ekologiskt odlade tomater.

5. Känslighetsanalys koncept 1-4

Känslighetsanalysen kan visa på olika risker vid olika scenarion. Eftersom beräkningarna består av totalt 38st variabler så kommer det i denna rapport inte finnas möjlighet att analysera förändringar i samtliga variabler.

Det som är mest kritiskt är skördenivåer och försäljningspriser. Om skördenivån halveras i en konventionell odling genererar det negativa resultat. När det gäller ekologisk odling påverkar skördenivån resultatet än mera. Återbetalningstiden blir fort hög vid sjunkande skördenivåer och lägre försäljningsprisnivåer. Det är således viktigt att ha en stabil produktion av grönsaker. Om energipriserna för restvärme och returvärme höjs till samma nivå som fjärrvärme blir resultaten betydligt sämre i både koncept 1 och 2 och återbetalningstiden längre. Nedan i tabell 24 visas scenario med 4 olika förändringar i modellen av koncept 1a₁ konventionell och ekologisk odling.

Restvärme konventionell odling	Koncept 1a1 Tomat, fördubbling av investeringskostnaden (värmesystemet)	Koncept 1a1 Tomat, fördubbling av investeringskostnaden (värmesystemet) och energibehovet	Koncept 1a1 Tomat, halverat skörd	Koncept 1a1 Tomat, 50% mer arbetskraft
Grundinvestering (kr)	5 688 000	5 688 000	4 864 000	4 864 000
Intäkter (kr)	1 840 000	1 840 000	920 000	1 840 000
Särkostnader (kr)	557 683	717 883	557 683	757 343
Samkostnader (kr)	524 194	524 194	450 407	450 407
Resultat (kr)	758 123	597 923	-88 090	632 250
Återbetalningstid (år)	8	10	-	8
Restvärme ekologisk odling	Koncept 1a1 Tomat, fördubbling av investeringskostnaden (värmesystemet)	Koncept 1a1 Tomat, fördubbling av investeringskostnaden (värmesystemet) och energibehovet	Koncept 1a1 Tomat, halverat skörd	Koncept 1a1 Tomat, 50% mer arbetskraft
Grundinvestering (kr)	5 578 000	5 578 000	4 794 000	4 794 000
Intäkter (kr)	1 861 110	1 861 110	930 555	1 861 110
Särkostnader (kr)	556 683	716 883	556 683	756 343
Samkostnader (kr)	509 249	509 249	440 896	440 896
Resultat (kr)	795 179	634 979	-67 024	663 871
Återbetalningstid (år)	7	9	-	7

Tabell 24, känslighetsanalys av koncept 1a₁ konventionell och ekologisk odling

Eftersom modellen är linjär så genererar den samma resultat vid en fördubbling av energibehovet som energipriset, en halverat skörd eller ett halverat försäljningspris osv. Att resultaten blir likvärdiga för ekologisk och konventionell odling beror på att försäljningspriset för ekologiska grönsaker är generellt kring 30-60 procent högre, vilket kompenserar för en lägre skördenivå hos ekologiska grönsaker.

Utifrån dessa kalkyler är modellen känslig för förändringar i skördenivå och försäljningspris. För konventionella tomater genererar kalkylen ett negativt resultat vid ett försäljningspris på 21,90kr/kg (självkostnadspris) och för ekologiska tomater vid ett försäljningspris på 39,95kr/kg. För konventionella gurkor genererar kalkylen negativt resultat vid ett försäljningspris på 18,75kr/kg och för ekologiska gurkor 35,19kr/kg. För konventionell paprika är resultatet negativt redan vid ett medelförsäljningspris medan det för ekologiska paprikor blir negativt vid ett försäljningspris på 79,60kr/kg, en konventionell odling av paprika har ett självkostnadspris på 55,45kr. Vid en mixad odling där tomater har 40 procent, gurka 40 procent och paprika 20 procent av det totala, kan exempelvis modellen tolerera ett negativt resultat för paprikaodlingen om tomat eller gurkanodlingens positiva resultat väger upp det.

Nedan i tabell 25 kan en jämförelse av medelförsäljningspriset och självkostnadspriset ses, det negativa resultatet i pris visar att medelförsäljningspriset i handeln inte är tillräckligt högt för att kommersialisera en ren paprikaodling enligt dessa beräkningar.

Kultur	Medelförsäljningspris	Självkostnadspris	Skillnad i pris
Konventionell tomat	40,56kr	21,90kr	18,66kr
Ekologisk tomat	68,93kr	39,95kr	28,98kr
Konventionell gurka	29,50kr	18,75kr	10,75kr
Ekologisk gurka	52,76kr	35,19kr	17,57kr
Konventionell paprika	36,42kr	55,45kr	-19,03kr
Ekologisk paprika	89,91kr	79,60kr	10,31kr

Tabell 25, medelförsäljningspris jämfört med självkostnadspris

Självkostnadspriset för tomater i ett Socialt företagskoncept är 34,70kr/kg för konventionellt odlade tomater och 59,39kr/kg för ekologiskt odlade tomater, vilket är betydligt högre än vid ett kommersiellt företagskoncept för samma kulturer.

I följande kapitel kommer en energibalans att redovisa miljöpåverkan av de olika koncepten.

6. Energibalans

Eftersom de olika koncepten (förutom referenskonceptet) bygger på system baserat på sekundär energi kommer resultaten från en energibalans att generera mycket små utsläpp. I koncept 1 blir det inga nya miljöutsläpp alls från värmesystemet då både restvärme och returvärme räknas som sekundär energikälla där den primära energikällan får bära utsläppen. I koncept 2 där fjärrvärme utgör spetslasten så får växthuset på 1000m² ett utsläpp på 6930kgCO₂ per år. Elen bidrar i samtliga koncept med utsläpp på 4,8kgCO₂ per år. Detta betyder att för ett växthus på 1000m² med en skördenivå av tomater på 46000kg bidrar tomaterna med 0,15kgCO₂/kg tomat. I fallet med flis och oljepanna är utsläppen 22500kgCO₂ per år från oljepannan (nettoutsläppet från flis är koldioxidneutral). Detta genererar ett utsläpp på 0,48kgCO₂/kg tomat.

En fördjupad energianalys baserat på hela systemet hade varit intressant att genomföra där miljöberäkningar på exempelvis markingrepp, material, transporter till och från odlingen etc. hade inkluderats för att utvärdera olika koncept mot varandra.

7. Slutsats

Efter kalkyleringarna är det tydligt att skillnaden mellan konventionell odling eller ekologiska odling inte påverkar resultatet särskilt mycket, detta beror på att en värdebaserad prissättningsmetod har använts som kompenserar de lägre skördarna vid ekologisk odling med ett högre försäljningspris. Försäljningspriserna som används i denna kalkyl är höga i förhållande till vad en odlare får betalt för sina ex. tomaterna som säljs via mellanhänder. Däremot så är förutsättningen i dessa kalkyler annorlunda i och med att det finns kostnadsposter i kalkylen som i vanliga fall mellanhänder står för och lägger på det slutliga

försäljningspriset. Ett självkostnadspris för en konventionell tomat är 21,90kr/kg vilket är en skillnad på 10,50kr/kg i jämförelse med det avräkningspris som tomaterna hade 2014 i genomsnitt. Tar vi bort kostnaderna för ex transport, emballage och viss administration (som hänger ihop med försäljningskostnader) och räknar om det till ett pris/kg så minskar skillnaden mellan försäljningspriset i denna modell med avräkningspriset för tomater 2014 och blir 8,50kr. Man kan alltså konstatera att för att kalkylerna utifrån denna beräkningsmodell ska gå ihop vid en investering i ett växthus med restvärme så måste försäljningspriserna vara betydligt högre än vad avräkningspriset på grönsakerna låg på under 2013 och 2014 (Jordbrukets statistik redovisar inte avräkningspris för ekologiska varor vilket gör att den jämförelsen uteblir).

Modellen har testat ett flertal olika scenarion som att exempelvis kostanden för värmesysteminvesteringen fördubblas, minskad skörd och lägre priser. När investeringen för värmesystemen fördubblades påverkades resultatet men inte orimligt mycket, vilket är bra då just investeringskostnaderna för ett restvärmesystem och returvärmesystem är mycket osäkra. Samtidigt som det finns en osäkerhet kring hur dyrt det kan bli så finns det ju även en möjlighet att dessa kostnader skulle kunna halveras p.g.a. en symbios med en industri eller fjärrvärmeleverantör där de ser potentialen i ett sådant samarbete och bidrar med en större del av investeringskostnaden.

Vid beräkning av skördenivåer har golvarean använts i dessa beräkningar. En möjlighet vore att istället använda odlingsarean. Prissättnings har en faktor för själva odlingsarealen i växthuset, och kan användas på det sättet om så önskas. Anledningen till att den inte används så i denna modell är för att den varierar genom skördenivåer. En minskad golvarea på 20 procent är samma sak i modellen som en minskad skördenivå med 20 procent, så använder vi min, medel och maxvärden erhålls samma resultat eftersom det är linjära modeller som beräkningarna bygger på. Om du multiplicera intäkterna med 0,8 så fås intäkterna vid en odlingsyta på 80 procent av golvarean. I samtliga rapporter från jordbruksverket så beräknas skördenivåer genom $\text{golvarea} = \text{odlingsarea}$. Jag anser att detta bör beaktas vid en investering, att den potentiella odlingsarealen i förhållande till golvarealen beräknas.

En sammanvägning utifrån teorin och empirin ger ett resultat där både gurka och tomat har ekonomisk potential medan paprikan har lägre ekonomisk potential. Från teorin får vi att

självförsörjningsgraden för tomater i Sverige idag är 13 procent och för gurka 48 procent 2011 (paprika finns inte med i statistiken). Dessa grönsaker efterfrågas av konsumenterna och leder vid en låg självförsörjningsgrad till import (även lägre priser leder till ökad import). I dagsläget utifrån befintlig statistik från jordbruksverket så odlas ekologisk gurka i mindre utsträckning i Sverige jämfört med tomater och detta kan tolkas som att ekologisk gurkanodling kan fylla ett behov som efterfrågas. Kalkylerna för gurka visar inte heller på någon stor skillnad gällande konventionell odling eller ekologisk. Det som utifrån teorin är viktig gällande tomater är att inte enbart odla runda tomater utan att specialisera sig på en mindre variant ex körsbärstomater som har ett mycket högre försäljningspris än runda tomater men kräver större arbetsinsats.

Tittar man exempelvis på Växjö kommuns inköpsstatistik av grönsaker så kan utläsas att utifrån deras inköpsvolymerna att det finns att leverera tomat, gurka och paprika. Tomat och gurka står för den stora delen av inköpen och nästan 50 procent av inköpen av tomater är ekologiska. Då kalkylerna inte visar större skillnader i resultat mellan konventionell odling och ekologisk odling bäddar det såklart för en möjlighet att bedriva ett ekologiskt växthus (detta resultat är ju mycket på grund av den värdebaserade prissättningen av ekologiska grönsaker som är betydligt högre än konventionellt odlade grönsaker). När det gäller paprika finns mycket lite teori att tillgå kring skillnader i konventionell odling och ekologisk och här behöver kontakter tas med erfarna odlare för att få mer kunskap i frågan. Eftersom ekologiska odlingar genererar lägre volymer, sämre skördenivåer, och det är det som kalkylen är känslig för blir låga skördar ett orosmoment för resultatet. Däremot kan det ju finnas en potential att utveckla paprikaodling i Sverige då den utgör en mycket liten del och ändå efterfrågas hos konsumenterna och det är sällan en ser närodlat paprika i butikerna, eller hur?

Den lilla skillnaden i resultat mellan konventionell och ekologisk odling, lägre skördenivåer men högre försäljningspris vid ekologisk odling tillsammans med teorin om att konventionell odling gör det mycket svårt att avgöra vilket investeringsalternativ som bör väljas. I och med detta kanske det kan vara en god idé att odla både konventionellt och ekologiskt.

När det gäller konceptet med socialt företag så visar det enbart positivt resultat när det gäller tomater. Vid en halvering av kostnaderna för verksamhetsledare, handledare lärare och ekonomiansvarig (vilka är parametrar som behållit sitt ursprungsvärde från Mackens kalkyler

som baseras på ett växthus på 10 000m²) fås ett betydligt bättre resultat med självkostnadspriser i nivå med den kommersiella tomatodlingen, åtminstone för konventionell odling i ett socialt företag (24,50kr/kg för konventionell odling i socialt företag jämfört med 21,90kr/kg för konventionellt odlade tomater i ett kommersiellt företag). Däremot finns det ju många faktorer av icke mätbara karaktär i ett socialt företagande, som inte går att få med i en ekonomisk kalkyl. Värdet av att exempelvis få människor som står långt ifrån arbetsmarknaden i arbete, SROI- värdet (social nytta) som Macken refererar till är ett värde på 5:1 vilket betyder att för varje investerad krona i växthusföretaget ger 5 kronor tillbaka i socialt värde. Detta är ju inget som kalkylen tar hänsyn till. Att lägga till en faktor på intäkterna i kalkylen för socialt värde hade varit värdefullt för resultaten.

Sammantaget kan sägas att hur vi än väljer att odla (konventionellt eller ekologiskt) har vi nytta av att spara på insatsmedel som vatten, gödsel och bekämpningsmedel, det förebygger miljöproblem. Frågan kring hur våra livsmedel ska produceras (produceras) är global. I en gemensam rapport från UNEP och ENCTAD så sammanfattas 114 odlingsprojekt i Afrika söder om Sahara där ekologiskt jordbruk har gett väsentliga skördeökningar i förhållande till konventionella jordbruksmetoder. Bekämpningsmedel som används vid konventionell odling bidrar till minskad mångfald och det är även ett hot mot arbetarnas hälsa. I Sverige är det ju ett betydligt mer slutet och kontrollerat system än i många andra länder, dock visade ju livsmedelsverkets rapport angående bekämpningsmedel att rester återfinns även i de svenskodlade grönsakerna.

I rapporten av UNEP och UNCTAD påpekade författarna vikten av mångfunktionalitet, att odlingar inte bara ska leverera skörd utan även borga för arbetstillfällen och bevara viktiga ekosystemtjänster. Visst kommer det vara en global utmaning att klara av att försörja en växande befolkning och på samma gång värna om miljön, den biologiska mångfalden och minska övergödningen av världens hav.

Vill man som organisation ta ett större samhälleligt ansvar vid en investering i ett växthus och väga in ekonomiska, ekologiska och sociala faktorer så kan denna beräkningsmodell och rapport vara hjälpsam att bygga upp sitt koncept kring.

Referenser

- Andersson, S. 2010. *Resurseffektivare energi- och växthusföretag genom industriell symbios*. Master of Science Master Thesis, Linköpings Universitet.
- Ageham, K., Karlström, E. 2009. Utnyttjande av lågtempererad spillvärme. Kandidatarbete inom civilingenjörsprogrammet Maskinteknik. Chalmers Tekniska högskola.
- Ammar, Y., Joyce, S., Norman, R., Wang, Y. & Roskilly, A. P. 2012. Low grade thermal energy sources and uses from the process industry in the UK. *Applied Energy*, 89, 3-20.
- Broberg Viklund, S. & Johansson, M. T. 2014. Technologies for utilization of industrial excess heat: Potentials for energy recovery and CO2 emission reduction. *Energy Conversion and Management*, 77, 369-379.
- Chalmers Magazin. 2014.
- Christiansson, S. 2012. Potentialen för spilluppvärmda växthus i Sverige ur ett hållbarhetsperspektiv. Rapport TRITA-CHB Rapport 2012:84.
- Claar, J. & Larsson, S. 2009. Smaken av fjärrvärme. En studie om den ekonomiska och ekologiska lönsamheten med när odling av tomater baserad på fjärrvärme. Industriell och finansiell ekonomi. Handelshögskolan Göteborg.
- Danielsson, E., Torgysson, E. 2014. Resurseffektiv livsmedelsproduktion. Examensarbete Linköpings Tekniska Högskola.
- De Ponti, T., Rijk, B. & Van Ittersum, M. K. 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*, 108, 1-9.
- Grön Kompetens AB, 2009. Energianvändningen i trädgårdsnäringen.
<http://www.gronkompetens.se/uploads/energieffektiviseringSJV.pdf>
- Fall, C., Nilsson, S., Hansén, M., Bodén, R., Lundgren, V., 2013. Utveckling av LED-baserad odlingsbelysning för kommersiella växthus, Kandidatarbete Teknisk design Chalmers Tekniska högskola.
- Hedman, D 2005. Utnyttjande av fjärrvärmereturen för uppvärmning av bostäder. Examensarbete Tillämpad fysik och elektronik, Umeå Universitet.

Holmgren K., Sjödin, J. 2008. Styrmedel för industriell spillvärme, en förstudie. Statens energimyndighet, ISSN 1403-1892.

Hugosson, R. Schöln, G. 2014. Effektivare energianvändning i växthus Förslag till miljöförbättrande åtgärder för ett hållbart odlande. Kandidatarbete. Kungliga Tekniska Högskolan.

IVNER, J. & HELGSTRAND, A. 2011. *Miljöaspekter på ersättning av konventionell värmeproduktion med industriell restvärme : analys av potential i Östergötland och Örebro län* [Online]. Available:

<http://proxy.lnu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsswe&AN=edsswe.oai.DiVA.org.liu.71680&lang=sv&site=eds-live&scope=site>.

Johansson, K. (2013). Marknadsöversikt 2012 - frukt och grönsaker. Rapport nr.4. Jönköping: Jordbruksverket

Johansson, M. 2014. *Improved Energy Efficiency and Fuel Substitution in the Iron and Steel Industry* [Online]. Available:
<http://proxy.lnu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsswe&AN=edsswe.oai.DiVA.org.liu.105849&lang=sv&site=eds-live&scope=site>.

Jordbruksverket 2007. Ekonomi - ekologisk odling.

Jordbruksverket 2007/2008. Växthusteknik

Jordbruksverket 2007/2008. Ekologisk odling i växthus

Jordbruksverket 2007. Goda exempel på rening av returvatten.

Jordbruksverket. 20 - 2007.

http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo07_20.pdf

Jordbruksverket 2009. Ekologisk odling av växthusgurka.

Jordbruksverket 2011. Kalkylera i växthusföretag.

Jordbruksverket 2012:5 Statistik:

https://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Tradgardsodling/Statistikrapport/Statistikrapport2012_05/201205/201205._kommentarer.htm

Jordbruksverket 2013:4. Marknadsöversikt 2012 frukt och grönsaker.

Jordbruksverket statistik 2014a.

http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Tradgardsodling__4%20Vaxthusinformation/JO0102R4.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625%20?

Jordbruksverket statistik 2014b.

http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Tradgardsodling__4%20Vaxthusinformation/JO0102R4.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625%20?

Jordbruksverket statistik 2014c.

http://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Priser%20och%20prisindex__Priser__Avrakningspriser/JO1001L1.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625%20?

Lantz, M., Larsson, G. & Hansson, T. 2006. Förutsättningar för förnybar energi i Svensk växthusodling. rapport nr 57. Lund: Lunds tekniska högskola.

Livsmedelsverket. 2014. Kontroll av bekämpningsmedelsrester i livsmedel 2011 och 2012

Lööv, H., Stenberg, C., Wretling, C., Nilsson, F., (2011) Svensk Växthusproduktion av tomater - konkurrenskraft och utvecklingsmöjligheter. Rapport 2011:17

Möller Nielsen, J 2009. Rapport 4- Energin i Svenska växthus 2009. PDF. Cascada AB.

Nilsson, U. & Nimmermark, S. 2013. Restvärme för växthusproduktion, rapport 2 Alnarp: SLU

Persson, J. (2012). Energianvändning i växthus 2011 Jordbruksverket.

Persson, S. 2013. *Collaborative development of resource efficient district heating in Sweden* [Online]. Available:

<http://proxy.lnu.se/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsswe&AN=edsswe.oai.DiVA.org.liu.96885&lang=sv&site=eds-live&scope=site>.

RAMBÖLL, S., AB 2014. Restvärme för biologisk försörjning av hållbara städer. Division Energi.

Sethi, V., & Sharma, S. (2006). Experimental and economic study of a greenhouse thermal control system using aquifer water.

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=812040124&_sort=d&view=c&_acct=C000035278&_version=1&_urlVersion=0&_userid=651667&md5=05f7f57d0a02656a7a037dddd1ee0dd8.

SLU 2012. Restvärme för växthusproduktion.

Sturm, B., Maier, M., Royapoor, M. & Joyce, S. 2014. Dependency of production planning on availability of thermal energy in commercial greenhouses – A case study in Germany. *Applied Thermal Engineering*, 71, 239-247.

SKOGFÄLDT, M 2009. Dimensionering av ackumulatortank vid LKABs förädlingsverk i Kiruna – för uppvärmning av processvatten och minskad olje användning - Examensarbete Civilingenjörsprogrammet i energiteknik vid Umeå universitets tekniska högskola

Tjærnemo, H. Rydenheim, L m.fl. 2012. Tomater och gurkor branschen och företagen.

Wik, T., Carstensen, A. och Pocock, T. (2013) Excess light detection for greenhouse illumination

Verma, P. Verun, S. 2008. Review of mathematical modeling on latent heat thermal energy storage systems using phase-change material

Öhrwall (2012), Energieffektivisering med kondensatvatten från Bodens Energi AB. Examensarbete Luleå Tekniska universitet. Intuitionen för samhällsbyggnad och naturresurser.