

Är det samhällsekonomiskt lönsamt att odla soja i Sverige?

FELIX SUNESEN 2020
MVEM30 EXAMENSARBETE FÖR FILOSOFIE MASTEREXAMEN 30 HP
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



Är det samhällsekonomiskt lönsamt att odla soja i Sverige?

Kostnads-nyttoanalys över
vertikal hydroponisk sojaodling

Felix Sunesson

2020



LUNDS
UNIVERSITET

Felix Sunesson
MVEM30 Examensarbete för masterexamen 30hp, Lunds universitet
Intern handledare: Fredrik Wilhelmsson, AgriFood, Lunds universitet

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning
Lunds universitet
Lund 2020

Abstract

The aim of this study was to analyze if soya farming would be nationally-economical to produce with a vertical hydroponic system, compared to being imported from Brazil. With the intention to study the production cost and climate impact effects of local production. The costs and benefits of the culture have been analyzed and compared to imported soya from Brazil. In order to answer the questions of the study, climate effects have been converted into economic values. Information about the Brazil soya is based on different LCA of the production and effect of land change. Since soya has not been produced with the help of a vertical hydroponic system in Sweden, different assumptions have been made to complete the different calculations. Different benefits of local production in Sweden have been categorized as benefits and compared to the actual cost of the project. The result of the comparison has been interpreting over a period of 50 years to make it possible to see the effect over time. With the available information, this study has reached the result that this form of culture is not sustainable socially-financially or climatically. Regarding the results, the factor that stands out the most is the energy use and cost from the lighting. It's important to take considerations of the fact that the information regarding lights needs more research and specific testing on soya.

Keywords: soya, Sweden, Brazil, land change, hydroponic farming, vertical farming.

Innehållsförteckning

Abstract IV

Innehållsförteckning VI

1. Inledning 1

2. Syfte och frågeställning 3

2.1. Avgränsning 3

3. Forskningsläge 5

3.1 Tidigare forskning 5

3.2 Begreppsförtydligande 7

Hydroponisk odling 7

Sojabönor 7

4. Metod 9

4.1 Forskningsdesign 9

Reliabilitet 11

Validitet 11

4.2 Litteraturstudie 12

4.3 Samhällsekonomisk nyttoanalys 13

4.4 Känslighetsanalys 17

4.5 Metoddiskussion 18

4.6 Etisk reflektion 19

5. Klimateffekter 21

5.1 Sojaodling i Brasilien 21

5.2 Inomhusodling i Sverige 23

5.3 Utsläpp från hydroponisk odling 25

6. Utsläppsvärde	27
6.1 ASEK	27
6.2 EU ETS	28
6.3 Svensk koldioxidskatt	29
7. Produktionskostnader	30
7.1 Hydroponisk odling	30
7.2 Växthus	35
8. Antaganden	36
8.1 Personal	36
Lönekostnaderna	36
Personaltimmar	38
8.2 Hydroponisk sojaodling	39
Soja	39
Markanvändning	40
Växtnäring	41
Växthusodling	41
Belysning	42
8.3 Transporter	43
8.4 El	43
8.5 Byggnad	44
9. Samhällsekonomiska kostnader och nyttor	46
9.1 Samhällsekonomisk analys	46
Vad är det vi ska värdera?	46
Vems nyttor och kostnader ska räknas?	47
Identifiera kostnader och nyttor	47
9.2 Värdering av nyttorna och kostnaderna	48
Diskontering	54
10. Diskussion (risk och osäkerhet)	59
11. Slutsats	63
Tack	65

Referenser **67**

Bilaga 1 – Kostnader för byggnation och drift **72**

Bilaga 2 – Personalkostnader **74**

Bilaga 3 – Belysning **77**

Bilaga 4 – Brasiliens utsläpp från sojaodling **78**

Bilaga 5 – Utsläpp från odling i Sverige **82**

Bilaga 6 – Diskonteringsräntan **85**

1. Inledning

Soja och andra former av proteingrödor har en central betydelse för matproduktionen i Europa. På grund av dess betydelse har EU arbetat fram en strategi över hur odling av proteingrödor ska främjas. Strategierna fokuserar på livsmedel och premiumfoder (Europeiska kommissionen, 2018). Detta ledde fram till att Europaparlamentet antog rapport (2017/2116(INI)) för att främja europeiska proteingrödor. Sverige har genom sin livsmedelsstrategi uttryckt att sårbarheten inom livsmedelskedjan ska minska. Minskningen ska delvis ske genom minskad import och ökad svensk produktion (Miljö- och jordbruksutskottet, 2016).

När det kommer till soja så är det den proteingröda som har lägst andel EU-ursprung. Detta produktionsunderskott har lett till ett stort behov av importerad soja, vilket i dag står för över 90 % av den totala förbrukningen. I takt med att sojans användning förväntas öka har EU tagit fram sojadeklarationen som bygger på att öka produktionen inom Europa och stödet av hållbar certifiering (Europeiska kommissionen, 2018).

Det som gör soja till en så betydelsefull gröda är dess höga proteinhalt och energivärde, vilket gör den lämplig för både livsmedel och foder. I Sverige används soja till höns- och grisfoder, samt livsmedel (Heimer, 2010). Det finns också en ökad efterfråga på vegetariska alternativ bland konsumenter där allt fler vill se grödan som ett direkt alternativ i sin lunchlåda (Zachrisson, 2019).

Enskilda individers ökade intresse för soja har vuxit fram genom medvetenheten kring matens påverkan på klimatet. Enligt Vermeulen m.fl. (2012) står världens matproduktion för ca: 30 % av växthusgasutsläppen och inom denna kategori är ca: 80–86 % direkt kopplat till jordbruket. Detta inkluderar jordbruksproduktionen och indirekta utsläpp från förändring av markanvändning. Siffrorna förväntas öka i takt med att människans välbefinnande fortsätter att växa (Röös, 2013). Detta gör att förändringar i individers kost och var maten kommer ifrån kan få en stor påverkan på klimatutsläppen. Det är därför viktigt att undersöka var maten kommer ifrån (Heimer, 2010). Så gott som all soja som används i Sverige är importerad på grund av vårt nordiska klimat som inte är lämpligt för traditionell sojaodling.

Argentina, Brasilien och USA är de största sojaproducenterna i världen. Brasilien är dock det land som har den snabbaste expansionen av produktionen och framgången med gödningsmedel har gjort det möjligt att odla på platser där det inte tidigare var möjligt. Den ökade efterfrågan på soja har lett till exploatering av regnskog och andra utsatta områden (de Waroux, 2019, Adams, 2018). Att soja från Brasilien och andra sydamerikanska länder kan bidra till en större klimatpåverkan på grund av avverkning av regnskog är väl dokumenterad (Pat, 2007). Detta betyder att det skulle kunna vara samhällsekonomiskt lönsamt att satsa på svenskodlad soja om det minskar klimatpåverkan, trots att produktionskostnaderna sannolikt vore högre.

I dagsläget odlas det inte soja i någon större utsträckning i Sverige. Flera forskningsstudier har gjorts både på Öland och i Västra Götaland. Odlingsförsöken har kommit fram till att det är möjligt att odla soja, dock med betydande risker (Fogelberg, 2009). Det kalla nordiska klimatet gör det svårt att få varma jordar i tid vilket kan resultera i att sojan inte mognar och därmed blir obrukbar. De låga temperaturerna gör att sojans växtperiod blir utdragen och då finns ingen tid att hinna så spannmål (Davis m.fl., 2006). För att öppna upp möjligheterna för sojaproduktion i Sverige krävs det andra odlingssätt än de konventionella. Hydroponisk teknik som bygger på att grödorna odlas inomhus under optimala förhållanden, skulle kunna vara ett alternativ för sojaproduktion. Genom att odla inomhus med begränsad påverkan från yttre faktorer öppnas nya möjligheter upp för att producera grödor som tidigare behövdes importeras (Hjelm, 2018).

Det hydroponiska systemet har många olika varianter av utförande. Vanligtvis påminner det om ett traditionellt växthus. Skillnaden mellan ett så kallat traditionellt system och hydroponiskt är många. De stora skillnaderna är den konstgjorda solenergin med hjälp av belysning, samt att växterna planteras i näringsberikat vatten som pumpas runt i ett vertikalt system. Hydroponiska system öppnar upp möjligheten att odla vertikalt med flera våningar av växter, vilket minskar behovet av stora markområden (Andrew m.fl., 2019).

De geografiska begränsningarna är den orsakande faktorn till att soja är svårt att odla i Sverige. Vad finns det då för klimatmässiga vinningar samhällsekonomiskt att odla grödan i ett slutet system? Hur skulle ett hydroponiskt odlingssystem påverka sojans klimateffekt vid odling i Sverige? Vad finns det för klimatmässiga vinningar med att bygga upp storskaliga hydroponiska system jämfört med att importera? Har närproducerad soja en större lönsamhet som livsmedel än foder, på grund av efterfrågan på närodlat mat?

2. Syfte och frågeställning

Syftet är att undersöka om det är samhällsekonomiskt lönsamt att odla soja i Sverige med hjälp av ett hydroponiskt system. Detta kommer att göras genom att besvara följande frågeställningar:

Hur ser climateffekterna ut från svensk hydroponisk odlad soja ut i jämförelse med importerad soja?

Utifrån skillnaderna i klimatpåverkan och produktionskostnader, vad är den samhällsekonomiska nyttan/kostnaden av att bygga hydroponiska system för sojaodling i Sverige?

2.1. Avgränsning

Studien anlägger ett samhällsekonomiskt perspektiv för att undersöka om det finns någon klimatomfattig samhällsnytta av svensk sojaproduktion, med fokus på samhällsekonomiska effekterna av att producera soja i Sverige inom ett klimatperspektiv. Värdet på sojan kommer beräknas utifrån det förväntade marknadsvärde som en närproducerad produkt kan ge. Studien kommer inte att analysera om odlingen i Sverige är kostnadseffektiv rent klimatpolitiskt. Detta beror på tidsbristen att kunna göra utförliga jämförelser med andra investeringar.

På grund av den tidsmässiga begränsningen kommer studien att avgränsas till produktionskostnader och climateffekter. Faktorer gällande biologisk mångfald kommer inte tas med i uträkningarna. Utsläppen kommer att mätas i kg växthusgaser. Utsläppen kommer sedan ställas i relation till ekonomiska faktorer för att få fram nyttan. Det problematiska kan dock vara att systemet är för kostsamt i relation till nytta. Metoden gör det möjligt att undersöka om samhället borde investera i hydroponisk inomhusodling. Det kommer dock inte vara möjligt att ta med alla effekter i uträkningarna på grund av olika osäkerheter och bristande information.

Undersökningen kommer att fokusera på Sverige och Brasilien. Detta beror på Brasiliens massiva expansion av sojaodling och att landet sannolikt kommer bli en ännu större aktör i framtiden. Även om Sverige importerar soja från andra länder idag är det troligt att mängden kommer öka från Brasilien i takt med deras expansion. Sveriges och den globala efterfrågan blir indirekt en drivkraft för Brasiliens ökade produktion.

Beräkning av byggnads- och driftkostnaderna gällande odlingen kommer att kräva flertalet förenklade antaganden. De olika antagandena beror på bristande underlag och kommer därför att kompletteras med annan relevant information. Den information som kommer att behöva kompletteras presenteras i ett eget stycke t.ex. kostnaden för byggnadskonstruktionen. Faktorer gällande markanvändning och markpriser i Sverige kommer inte att tas med i beräkningarna på grund av för stora osäkerheter och antaganden, dock kommer ämnet att diskuteras.

Avgränsnings diskussion

Genom att inte inkludera biologisk mångfald kan många viktiga aspekter gå förlorade. Ett fungerande ekosystem har en indirekt påverkan på klimatförändringen, då alla delar spelar en viktig roll i en väl fungerande skog. Det ekonomiska värdet på nyttor från t.ex. prolongering och mångfald tas därmed inte med i studiens beräkningar, och det är därför viktigt att vara medveten om vad som inte har inkluderats i studien, innan resultaten används i andra syften.

Eftersom studien enbart undersöker odling av soja, går det inte att utesluta att andra grödor skulle leda fram till ett annat resultat. Detta innebär att resultatet inte bör ses som en generell utvärdering av hydroponiska system i Sverige, då det kan vara mer fördelaktigt för andra odlingar än soja.

Den geografiska avgränsningen till Sverige och Brasilien gör att resultatet inte är direkt applicerbart på andra länder. Om det finns ett intresse av att använda informationen för andra länder, så behöver värden för t.ex. utsläpp från el och uppvärmning modifieras, eftersom dessa kan variera stort mellan olika nationer.

3. Forskningsläge

Nedan följer en genomgång av forskningsläget och betydelsefull information gällande hydroponisk odling och grödan soja.

3.1 Tidigare forskning

Med ett allt växande miljö- och klimatproblem krävs det att mänskligheten börjar värna om den enda jord som vi har. Forskare Despommier (2013) anser att vertikal odling kan vara lösningen på dessa problem. Genom att låta jordbruket flytta in till städerna, kan man låta de nuvarande uppodlade åkrarna återfå den växtlighet som de en gång hade, och återställa dem i det skick som marken hade före det att den blev brukad. En sådan återställning kommer ge upphov till ett mer levande ekosystem samt bidra till en minskad klimatpåverkan. Den frigjorda marken möjliggör en ökning av den biologiska mångfalden och genom uppkomst av ny skog kommer även den globala uppvärmningen att minska.

Den globala matproduktionen har en stor påverkan på miljön och klimatet. Av jordens totala yta nyttjas hela 40 % till jordbruk, vars verksamheter står för 30 % av de globala utsläppen (Foley m.fl., 2005). För att minska den stora globala påverkan som jordbruken genererar, kommer det att krävas en förändring av hur dessa bedrivs. Bosona & Gebresenbet (2018) studie gällande inomhusodling av tomater lyfter fram att den största påverkan härrör från bevattning och uppvärmning, även om minskad produktionsförlust också spelar en viktig roll. Förnybara energikällor och en förändring av odlingsprocessen skulle kunna leda till en mer hållbar odlingskedja.

Hydroponisk odling av soja är ett relativt nytt fenomen, därför är tillgången till tidigare forskning inom detta område mycket begränsad. Framtiden för denna form av odling ser däremot lovande ut enligt Despommier (2013). Det har inte utförts

några studier gällande vertikalt odlad soja, dock finns det ett privat projekt ”the soya project”¹ som har påbörjat olika typer av odlingsförsök.

För att kunna klara det framtida matbehovet, kommer jordbruksproduktionen att behöva utvecklas. Despommier (2009) förklarar att vi idag globalt sett har lika mycket åkermark motsvarande hela Sydamerikas yta. Om vi skulle fortsätta att öka produktionen i takt med jordens befolkningstillväxt, kommer det att krävas en ökad odlingsareal motsvarande samma storlek som Brasiliens yta. Även om ambitionen skulle varit att öka upp odlingarna med så mycket som krävs, så är det en omöjlighet eftersom det inte finns så mycket tillgänglig odlingsmark kvar på jorden. Om den lilla odlingsbara marken som finns kvar exploateras, så skulle det medföra mer skada än nytta. Detta då den idag till stora delar består av skog, och en omvandling till åkermark skulle skada den grundpelare i jordens ekosystem som skogen utgör. Hydroponisk odling skulle däremot frigöra mark, vilket skulle innebära att den istället kan bevaras och skyddas från exploatering (Despommier, 2013).

Tekniken som krävs för att odla i städer är relativt ny, och därför krävs det andra drivkrafter än de marknadsekonomiska. Flera studier visar att hydroponisk odlingsteknik förbrukar 70–90 % mindre vatten än vad konventionell odling gör. Andra fördelar är att odlingarna inte behöver besprutas med bekämpningsmedel, vilket minskar mängden gift som rinner ner i grundvattnet och på så sätt skadar den biologiska mångfalden (Despommier, 2013).

CBA (kostnadsnyttoanalys) är välanvänt sätt att utvärdera projekts nyttor och kostnader på inom forskning. Lopez-Marin m.fl. (2019) använder CBA för att undersöka nyttan med skydd till tomatodlingar. Studien går ut på att undersöka hur skydden påverkar produktionens lönsamhet och odlingsavkastningen. Benis m.fl. (2018) studerar skillnaden i att anlägga solceller eller en odling på hustak inne i städer. Studien använder sig av CBA för att få fram hur de olika nyttorna skiljer sig mellan olika odlingsalternativ, t.ex. hydroponisk odling i flera våningar.

¹ The soya project - <https://www.soyaproject.org>

3.2 Begreppsförtydligande

Hydroponisk odling

Odling med hjälp av hydroponisk teknik kan göras på flera olika sätt. Det som de olika metoderna har gemensamt är att odlingen sker utan jord. Istället för att odla i jord planerats fröet vanligtvis i en torvbrikett som sätts ner i en vattenfylld pluggbox. Det går att odla utan torvbriketter, dock underlättats processen av att de används. Vissa odlingar sätter torvbriketten direkt i ett större odlingsystem och hoppar över steget med pluggbox (Molin & Martin, 2018).

Då den hydroponiska odlingen sker i ett slutet system krävs det att näring tillsätts. Detta kan ske på många olika sätt, t.ex. genom att tillföra konstgjord näring i vattnet, koppla en fisktank till det hydroponiska systemet m.m. Att odla i ett slutet system minimerar risken för näringsläckage (Molin & Martin, 2018).

Bevattning av systemet är mycket snarlik mellan de olika teknikerna. Det vanligaste alternativet är att bevattningen är kopplad till en pump som pumpar runt vattnet mellan odlingslådorna. Detta syresätter vattnet och minskar risken för att oönskade bakterier ska bildas. Pumpsystemet underlättar också processen att förse odlingen med näring (Molin & Martin, 2018).

Det som gör hydroponisk odling unikt är att det går att bygga vertikala odlingar. Detta system gör det möjligt att odla grödor på flera våningar utan att göra anspråk på mer mark. För att detta ska vara möjligt krävs det konstgjord belysning. Att ersätta solljus gör det möjligt att förlänga odlingsperioden och skapa goda förhållanden var än odlingen är i världen. Konstruktionen kan dock se olika ut beroende på vad som är tänkt att odlas. Vanligtvis används odlingslådor som sätts in i ett horisontellt hyllsystem. Andra alternativ är ett vertikalt system som efterliknar en cylinder, vatten droppas då ner på insidan för att näringsberika rötterna. Det vertikala cylindersystemet kan ha mindre behov av växtbelysning (Gentry, 2019).

För att göra det möjligt att odla utan att ta hänsyn till områdets förutsättningar krävs det att odlingen kan förvaras i en klimatkontrollerad byggnad. Detta gör det möjligt att odla utan bekämpningsmedel och skörda året om (Molin & Martin, 2018).

Sojaböner

För denna studie kommer uträkningarna att bygga på den konventionella sojabönan (*Glycine max*) då det inte finns någon böna som är framtagen för just inomhusodling. Detta betyder att bönan över tid kan utvecklas för att passa bättre för inomhusodling. Idag kan sojan odlas i både högre och lägre temperaturer, dock minskar tillväxten i temperaturer lägre än 18°C och högre än 35°C. Temperaturer under 24°C kan leda till en senare blomning. Vanligvis tar växtperioden 100–130 dagar. Vid goda förhållanden och områdesanpassade sorter är avkastningen mellan 2,5 och 3,5 ton/ha. Under ej optimala förhållanden kan skörden uppgå till 1,5 och 2,5 ton/ha (FAO, u.å.). Grödan rekommenderas att odlas med ett radavstånd på 18 cm, vilket ger 50 – 60 plantor per kvadratmeter. Vanligtvis blir plantorna 50–100 cm höga beroende på omgivning och sort (Fogelberg, 2009).

4. Metod

Metoddelen tar upp information rörande insamling och granskning av litteraturinsamlingen. Hur den samhällsekonomiska uträkningen ska genomföras presenteras i detalj och diskuteras.

För att besvara frågeställningen har en CBA (Kostnadsnyttoanalys) utförts. Valet av metod bygger på att ta fram nyttorna av undersökningen. Analysen grundas på tidigare forskning över svenska växthus, hydroponisk odling och sojaodling i Brasilien. För att kunna utföra en CBA har fokus för datainhämtningen varit klimateffekter och kostnader för de olika odlingarna i Sverige och Brasilien. De företagsekonomiska faktorerna har ställts emot klimateffekterna. Detta har lett fram till det slutliga resultatet. Processen för studiens arbete presenteras i figuren nedanför.

Figur 1

Processkartläggning över undersökningen.



Note: Eget klargörande.

4.1 Forskningsdesign

Studien har utförts genom en grundlig genomgång av själva CBA metoden. Detta har gett kunskap över vad som krävs för att ta fram nyttor och kostnader för ett projekt. Processen gick sedan över till datainsamlingen. Insamlingen av information

bygger på en kvalitativ metod där materialet har samlats in och noggrant undersökts. Bryman (2018) anser att detta görs genom att skapa en helhetsbeskrivning av forskningen och ta med relevanta delar.

Kostnadsnyttoanalysen kommer struktureras enligt följande:

1. Klimateffekter
 - Soja i Brasilien
 - Växthusodling i Sverige
2. Utsläppsvärde
 - Svenska samhällsekonomiska analyser (ASEK)
 - Marknadsvärde (EU ETS)
 - Koldioxidskatt
3. Produktionskostnader
 - Hydroponisk odling
 - Byggnation
4. Antaganden
5. Samhällsekonomisk analys

Den tidigare forskningen bygger på information kring sojans klimatpåverkan i Brasilien och utsläppen från inomhusodling i Sverige. Den hydroponiska odlingen kommer att grundas på data över energiförbrukningen för anläggningen, byggnadskostnaden, samt vilka extra näringsbehov som behövs t.ex. näring, vatten m.m. Information gällande odlingarna i Brasilien kommer att bestå av data gällande avverkning av skog, markförändring, transport till grossister i Sverige m.m.

Hydroponisk odling är inte så utbrett i Sverige och därför finns det inte någon större mängd forskning kring ämnet. Detta har gjort att underlaget kommer bygga på både tidigare forskning och information från energiförbrukning av traditionella växthus. Informationen gällande de traditionella växthusen kommer kompletteras med faktorer som särskiljer en hydroponisk odling. På grund av den bristande informationen gällande hydroponisk odling kommer flera antaganden att krävas gällande personalkostnaderna, energiförbrukningen m.m.

Underlaget gällande de två länderna och deras odlingar kommer ställas emot varandra för att jämföra klimateffekterna. Den insamlade datan kompletterades sedan med olika antaganden för att kunna utföra analysen. Nyttorna och kostnaderna i båda länderna kommer analyseras utifrån den samhällsekonomiska metoden. Detta

för att undersöka om inomhusodlad soja i Sverige ger positiv eller negativ samhällsnytta.

Reliabilitet

Bryman (2018) anser att reliabilitet är högst essentiellt när en studie ska utföras. Detta för att studien ska kunna ses som pålitlig. Bristande reliabilitet skulle kunna leda till ett ej användbart resultat. Syftet med detta är att, om studien hade gjorts om, bör samma resultat uppnås. Om inte samma utfall går att uppnå betyder det förmodligen att slumpen är den huvudsakliga orsaken till resultatet (Bryman, 2018). Bryman (2018) lyfter också fram att det därför är väsentligt vid en kvalitativ studie att resultatet tas fram genom att observera eller identifiera det som sägs mätas.

Denna studie anses ha en hög reliabilitet då den bygger på forskning som har blivit publicerad och granskad i vetenskapliga tidskrifter. Underlaget bygger inte på information som riskerar ha en stor mängd inter-rater variabler, utan går att återskapa genom likvärdiga undersökningar. För att öka reliabiliteten bygger underlaget på en sammanställning av flera olika studier gällande samma område. Där det inte har varit möjligt att finna information har olika antaganden gjorts, dessa är väl specificerade i texten och uträkningarna. Information som inte kommer från tidigare forskning är tagen från Statistiska centralbyrån, Jordbruksverket och Naturvårdsverket, samt andra statliga myndigheter. Rapporterna och informationen från de olika myndigheterna har varit offentlig information som har blivit granskad av deras anställda. För att ytterligare minska osäkerheten har en känslighetsanalys gjorts då delar av underlaget bygger på andra grödor som inte är helt likvärdiga med soja. Detta genom att räkna ut olika kostnader med olika antaganden och förutsättningar t.ex. med information från växthus i Sverige. Med dessa åtaganden som beskrivits ovan är sannolikheten hög att likgiltiga resultat hade uppnåtts om studien hade gjorts om.

Validitet

Validitet innebär att studien undersöker det som den utger sig för att göra. Enligt Bryman (2018) finns det olika former av validitet, intern och extern. Intern validitet bygger på att det finns överensstämmelse mellan observationen och teoretiska uppfattningar. Den externa validiteten grundas i utsträckningen som resultatet kan generaliseras i olika situationer och miljöer, vilket kan vara en svårighet för kvalitativ forskning på grund av dess begränsade urval (Bryman, 2018).

Den här studien bedöms ha en hög validitet då studiens frågeställningar har besvarats och betydande faktorer har tagits i beaktan när resultat har beräknats. Studien använder en beprövad metod som är möjlig att göra och uppnå likgiltigt resultat. Underlaget presenteras utförligt vilket gör det utförbart att återskapa resultatet med andra metoder. Resultat grundas på information från trovärdiga källor som är offentligt tillgängliga. I de fall datan varit mindre exakt eller krävt större antaganden har detta redovisats tydligt och byggt på rimliga grunder.

4.2 Litteraturstudie

Materialinsamlingen inleddes med en kvalitativ litteratursökning. Då det var intressant att hitta artiklar inom ämnet som hade relevant kontext. Bryman (2018) lyfter fram den kvalitativa metoden för att finna information inom specifika ämnen och inte enbart enstaka ord. Sökningarna gjordes utifrån relevansen för studiens frågeställning och syfte. För att få en överblick av ämnet gjordes större sökningar på huvudämnet soja med diverse synonymer med olika avgränsning. En separat sökning gjordes för att finna information om tekniken för den hydroponiska odlingen. Alla sökningar är gjorda i Web of Science, dock har LUBsearch och Google Scholar används för att finna den fullständiga texten. Andra källor som har använts är statliga myndigheter och företag inom relevanta branscher. Informationen från företag specificeras tydligt i texten.

Tabell 1

Litteraturundersökning om soja i svensk kontext.

	Sökning 1	Sökning 2
<i>Begrepp</i>	Soja	Sverige
<i>Alternativ</i>	"soy" "soybean" "soya"	"Sweden"
<i>Relation</i>	"soy*" OR "soybean*" OR "soya*"	"Sweden*"

Not: Egen sammanställning.

Tabell 2

Sökning av forskning gällande utsläpp från soja i Brasiliens regnskogsområden.

	Sökning 1	Sökning 2	Sökning 3	Sökning 4
<i>Begrepp</i>	Soja	Brasilien	Utsläpp	Djungel
<i>Alternativ</i>	"soy" "soybean" "soya"	"Brazil"	"emision" "grennehouse" "carbon" "co2"	"forest" "jungle"
<i>Relation</i>	"soy*" OR "soybean*" OR "soya*"	"Brazil"	"emision*" OR "greenhouse*" OR "carbon*" OR "co2*"	"forest*" OR "jungle*"

Not: Egen sammanställning.

Tabell 3

Sökningen för att finna forskning kring hydroponisk odlingsteknik.

	Sökning 1	Sökning 2
<i>Begrepp</i>	Hydroponisk odling/system	Energi
<i>Alternativ</i>	"hydroponic" "farming*" "cultivation*" "planting*"	"energy*" "power*" "intensity*" "efficiency*"
<i>Relation</i>	("hydroponic*") AND ("farming*" OR "cultivation*" OR "planting*")	"energy*" or "power*" or "intensity*" or "efficiency*"

Not: Egen sammanställning.

I alla tre sökningar har specifika urvalssökningar gjorts på termerna "cost", "LCA" och "CO₂". Detta för att finna artiklar som antingen har använt metoden eller presenterat resultat inom ämnet.

4.3 Samhällsekonomisk nyttoanalys

Syftet med en nyttoanalys är att utskilja vad som bör prioriteras. Samhället har begränsade resurser och därför måste olika val göras för att maximera nyttan (Bångman, 2012). Valet att använda just denna metod är för att undersöka om Sverige borde satsa på inomhusodling av soja eller om den importerade sojan är ett bättre alternativ för klimatet. Olika alternativ redovisas av Kågebro m.fl. (2008) som

menar på att de vanligaste ekonomiska beslutsmodellerna är CBA (cost benefit analysis), CEA (cost-effectiveness analysis) och MCA (multi-criteria analysis). Den här studien kommer dock att enbart fokusera på CBA då de andra metoderna inte bedöms vara adekvata givet studiens syfte att bedöma de samhällsekonomiska effekterna av en specifik åtgärd. Detta på grund av att CBA är den enda metoden som undersöker nyttorna av en satsning och går i linje med syftet med uppsatsen. Metoden gör det möjligt att sammanväga samhällsnyttan och företagsekonomiska effekter. De andra metoderna analyserar inte det ekonomiska värdet av en nytta och kan därför inte besvara syftet av uppsatsen.

CBA bygger på nyttan sätts i relation till kostnaden. Detta betyder att under idealiska förutsättningar skulle åtgärden som har den största nyttan och samtidigt den lägsta kostnaden utföras, eftersom det ger den största ökningen av samhällsnyttan. Begränsade resurser gör vanligtvis att åtgärder med lägre investeringskostnader är mer intressanta, vilket leder till en minskad nytta. Detta kallas för netto social förmån (NSB = net social benefit). Uträkningarna räknas ut genom projektets sociala nytta (B) minus sociala kostnader (C), vilket ger en NSB. Värdet för varje NSB jämförs sedan med varandra för att hitta det mest samhällsekonomiska alternativet (Boardman m.fl., 2018).

Ekv. 1
$$NSB = B - C$$

För att göra en CBA finns det flera olika tillvägagångsätt. Kågebro m.fl. (2008) och Boardman m.fl. (2018) delar upp CBA i tio steg. Det som skiljer deras struktur är att Kågebro m.fl. (2008) har ett större fokus på klimateffekter. Nedan presenteras de tio olika punkterna:

1. Vad är det vi ska värdera?

Precis som det låter så ska det specificeras vad det är som ska värderas, samt vad det har för syfte.

2. Vems nyttor och kostnader ska räknas?

Vilka olika faktorer, projekt eller handlingar ska beräknas. Detta steg handlar om att minimera alternativ för att göra mätningen så specifik som möjlig.

3. Identifiera kostnader och nyttor

Vilka nyttor och kostnader som skall tas i beaktande eller väljas bort. Syftet med detta är att avgränsa sig till faktiska mätetal, t.ex. nyttan är värd X och kostnaden är Y. Dock handlar det inte bara om att avgränsa sig, utan även skapa sig en förståelse över om det identifierade ger en rimlig beskrivning över investeringen.

4. Påverkan och tidshorisont

Då faktorer förändras över tid är det viktigt att undersöka vilka grupper som kommer påverka över tid t.ex. minskade utsläpp idag kommer leda till positiva effekter över tid och för flera grupper i samhället. Detta betyder att kostnaden är i nutid medan nytta inte uppstår förens om flera år. Det är därför viktigt att använda relevanta tidsperioder för undersökningen.

5. Värdera effekterna i en och samma enhet

För att göra nyttorna jämförbara krävs det att de räknas om till samma enhet, fördelaktigt för detta är enheten pengar. Detta för att kunna sätta saker i relevans till varandra, t.ex. går det inte att anta att 10 SEK har samma värde som 10 kg. För att sätta ett värde på något används vanligtvis betalningsvilja som ett instrument. Den baseras på information över hur villig någon är att betala för en nytta t.ex. minskade utsläpp, vilket kan både vara företag eller samhällen m.m. Om det inte finns någon betalningsvilja så är denna nytta värd noll i CBA.

6. Val av diskonteringsränta

För att kunna räkna på nyttor som sker över tid så behöver de räknas om i dagens värde. Det som gör just denna del så komplex är att det krävs en uppskattning av vad något kommer vara värt i framtiden idag.

Boardman m.fl. (2018) grundar sina uträkningar på att kostnaden eller nyttan uppstår under år t det omvandlas till sitt nuvarande värde genom att dela det med $(1+s)^t$, där s är diskonteringsräntan. För att kunna jämföra de olika aspekterna behöver både kostnaden och nyttan räknas om till nuvärde. Om ett projekt har livslängd av n år och nyttan och kostanden med tid t betecknas B_t och C_t skulle formeln för nuvärdet på $PV(B)$ och $PV(C)$ vara:

$$\text{Ekv. 2} \quad PV(B) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+s)^t}$$

$$\text{Ekv. 3} \quad PV(C) = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+s)^t}$$

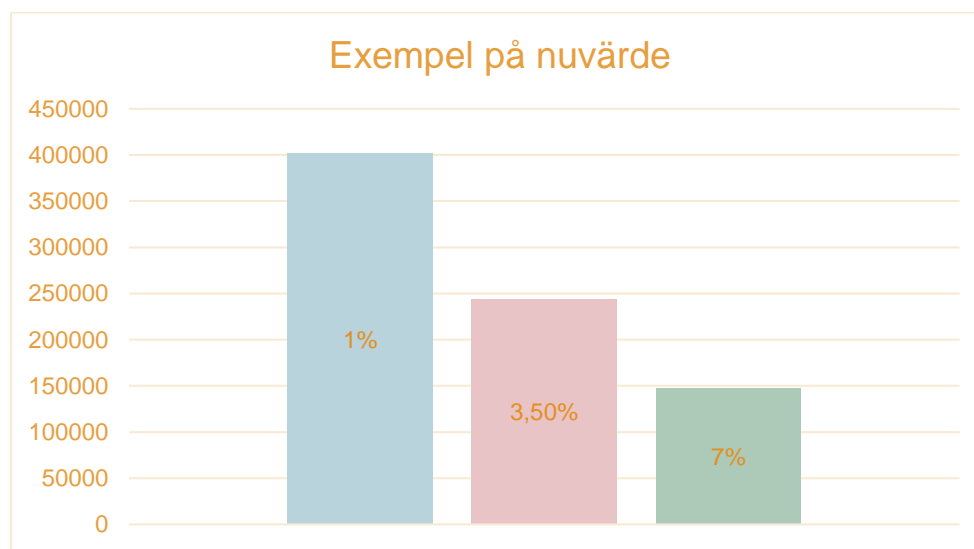
Diskonteringsräntan rekommenderar Boardman m.fl. (2018) skall sättas till 3,5 % för projekt som är kortare än 50 år. Då syftet med räntan är att avspegla vad något kommer vara värt i framtiden har den en stor betydelse för t.ex. infrastrukturprojekt, då de vanligtvis är mycket svåra att ändra över tid. Detta gör att diskonteringsräntan kan ha en stor variation beroende på den förväntade livslängden av investeringen (Svensson & Hultkrantz, 2004). Det är dock av stor vikt att analysera effekten av den valda räntan över tid, eftersom även ett lågt värde får betydande effekter.

Tidsperspektivet har en avgörande roll vid analysering av nyttan då det avgör om något är värt att satsa på eller inte. Det svåra är att vi inte med säkerhet kan veta hur människor kommer värdera saker i framtiden, vilket betyder att diskonteringsräntan inte kan bli helt korrekt. För att minska osäkerheten i räntan så gäller det att göra trovärdiga antaganden gällande människors beteende och värderingar (Boardman m.fl., 2018).

I figur 2 ges tre olika exempel på vad effekten blir på nuvärdet av en inbetalning på 10 000 kr per år i 50 år, utifrån tre olika diskonteringsräntor. Detta avspeglar vad man tror att inbetalningarna är värda om 50 år i dagens penningvärde. Bara skillnaden mellan 1 % och 7 % ger en effekt på över 250 t.kr.

Figur 2

Exempel på utfall med antagen diskonteringsränta.



Not: Eget exempel.

Boardman m.fl. (2018) efter uträkningarna av diskonteringen bör uträkningarna beräknas om till nuvarande nettovärde (NPV = net present value). NPV är lika med skillnaden av $PV(B)$ och $PV(C)$.

Ekv. 4

$$NPV = PV(B) - PV(C)$$

Grunden till att välja ett projekt bygger på att det ska ha ett positivt NPV. Detta betyder att analytikern bör rekommendera att gå vidare med ett projekt om fördelarna tar ut kostnaderna:

Ekv. 5

$$PV(B) > PV(C)$$

Om det finns flera olika projekt med ett positivt NPV så ska det med högst värde väljas (Boardman m.fl., 2018).

7. Räkna med ändrade relativpriser

Pengarnas värde behöver ha ett basår. Detta görs genom att räkna om alla värden till samma prinsnivå. Detta är inte nödvändigt om pengarna i uträkningarna är framtagna inom rimligt tidsspann.

8. Räkna med risk och osäkerhet

Risken räknas ut utifrån sannolikheten att något inträffar och vad det blir för konsekvenser av händelsen. Då det inte går att veta om något kommer inträffa eller inte så finns det en osäkerhet. Detta behöver man ta hänsyn till, då det påverkar trovärdigheten av risken. För att minska osäkerheterna kommer flertalet antaganden att göras för att förstärka underlaget.

9. Vem vinner och vem förlorar?

Även om det kan finnas en oklarhet i vem som kommer dra mest nytta av något så behövs det ändå tas i beaktande. Det finns alltid någon grupp eller individ som påverkas mer eller mindre av ett beslut.

10. Sammanfattning och vägledning till beslutsfattare

När nyttan och kostnaderna har blivit identifierade i relation till pengar så skall de jämföras med andra alternativ. För att något ska ses som samhällsekonomiskt måste nyttans nuvärde vara större än nuvärdet av kostnaderna.

4.4 Känslighetsanalys

Eftersom analysen delvis bygger på osäkra antaganden är det viktigt att vid utförandet av en CBA göra en känslighetsanalys. Detta för att tydliggöra betydelsen av gjorda antaganden samt osäkerheten i beräkningarna. Vid alla former av uträkningar uppstår det olika osäkerheter kring informationen som används, dock löper CBA större risk på grund av en stor mängd okänd information. Boardman m.fl. (2018) belyser att för att kunna minska osäkerheterna gäller det att lokalisera

och förtydliga dem t.ex. hur stor skörden kan förväntas bli i en hydroponisk odling. Detta kan göras genom olika antaganden som underbyggs av tidigare forskning eller annan relevant information.

På grund av syftet för denna studie kommer det krävas flera antaganden för att kunna utföra de slutliga uträkningarna. Detta beror på den begränsande mängd forskning inom ämnet. För att minska osäkerheten kring de olika antagandena kommer flera olika projektioner att räknas på. De olika projektionerna kommer bygga på liknande företag eller studier som har undersökt liknade saker men med andra grödor än soja.

4.5 Metoddiskussion

Boardman m.fl. (2018) poängterar att svårigheterna med en CBA är att identifiera alla kostnader och nyttor. Kritik lyfts emot problematiken att värdera en persons nytta mot en annans kostnad. Andra aspekter som Boardman m.fl. (2018) ser som problematiska är uträkningarna om framtiden då dessa siffror vanligtvis bygger på historiska grunder. Boardman m.fl. (2018) kritiserar vikten av olika antaganden då varje siffra har en betydelse för uträkningarna. Detta betyder att även mindre antaganden kan skapa stora förändringar i resultat och betydelsen av dessa kan lätt underskattas.

Kågebro m.fl. (2008) anser att de största svårigheterna med en CBA är värdering av nyttorna och hanteringen av osäkerheterna. Det gäller att nyttan går att värdera rent ekonomiskt på ett tillfredställande sätt. Om nyttorna förväntas vara desamma men har olika kostnader då anser Kågebro m.fl. (2008) att en CEA är mer användbart. Kågebro m.fl. (2008) lyfter med fram att utifrån den ekonomiska aspekten så kritiserar CBA vanligtvis utifrån sina antaganden, medan ekologer kritiserar aspekter inom etiska dilemman, ej jämförbara effekter, fördelningseffekter över tid m.m.

I denna studie kommer nyttorna bestå av minskade koldioxidutsläpp och konsumentvärdet i form av intäkter. Värdet på utsläppen kommer bygga på Trafikverkets ekonomiska värdering av nyttan. Då utsläppen har en global effekt kan det tolkas som att det kommer påverka samma individer som får ta kostnaderna och det globala samhället i helhet. Antaganden kommer grundas på tidigare forskning eller myndighetsinformation och kommer vara väl specificerade för att förtydliga dess påverkan på resultatet.

4.6 Etisk reflektion

Studien kommer inte innefatta någon känslig information rörande enskilda individer eller aktörer. Underlaget för studien kommer bygga på generell information över ett system eller land. Om det blir relevant för studien att undersöka enskilda individer eller aktörer som inte går att anonymisera kommer de etiska tillvägagångssätten att ses över tillsammans med en sakkunnig.

Det är av stor vikt att göra försiktiga tolkningar och belysa osäkerheterna på ett korrekt sätt för att inte övertolka resultatet. Anlaysen leder inte fram till en heltäckande bild av effekterna av sojaproduktion i Sverige då inte alla berörda aspekter är med i analysen, t.ex. välfärdsförändringar i andra länder, miljöeffekterna.

Ökad arbetslöshet i Brasilien till följd av minskad sojaproduktion, anses inte vara ett problem i en samhällsekonomisk analys. Detta på grund av den omfattande produktionen av soja i Brasilien inte är optimal ur ett klimat- och miljöperspektiv. Däremot kan det i praktiken vara ett problem.

5. Klimateffekter

Nedanstående del presenterar den forskning som kommer ligga till grund för analysen av utsläppen som kommer från odlingarna. Brasiliens utsläpp bygger på olika LCA studier gällande soja. Utsläppen för Sverige bygger på information gällande hydroponisk odling och traditionell växthusodling.

5.1 Sojaodling i Brasilien

1. Sojaodling

Kamali m.fl. (2017) LCA studie undersökte klimatpåverkan från odling av soja och vad det skulle vara för skillnader om Sverige tillät GMO-grödor (Genetiskt modifierad organism). LCA:n bygger på själva produktionen och inte hela livsmedelkedjan. Undersökningen fokuserar på soja producerad i Brasilien. Resultatet blev 277,77 kg CO₂-ekvivalenter (CO₂-e) ton⁻¹ för GMO-soja och 278,18 kg CO₂-e ton⁻¹ för icke GMO-soja. Studien innehåller påverkan från bränsle, bekämpningsmedel, gödningsmedel, transport och den faktiska odlingen. Utsläppen från transporten bygger på internationella medeltal och inkluderar endast inhemsk transport. Detta betyder att transporten från Brasilien till Sverige är exkluderad. Utsläpp från förändring av markanvändning är inte inkluderat.

2. Sojaodling och förändring av markanvändning

Galford m.fl. (2010) har undersökt markförändringen mellan 2001 och 2006. Exploateringen av skogen har ökat i takt med att odlingsmarken nästan har fördubblats under de år som studien har gjorts på. Utsläppen från markförändring av 1 500 km² uppskattas vara 179,3 Tg CO₂-e år⁻¹ (0,644 kg CO₂-e per m²). Detta inkluderar koldioxidförlust från exploatering av skog till åkermark. Resultatet bygger på data från koldioxidförlust, odling och förbränning av marken. Undersökningen tar inte hänsyn till några andra gaser än koldioxid.

Tabell 4 bygger på data från Novaes m.fl. (2017) studie. Informationen är framtagen genom en LUC (land-use-change), vilket bygger på att en mark görs om för att odla

soja på. Uträkningarna bygger på tre olika scenarier som sätts i relation till hur många ton soja som kan produceras per hektar varje år. Scenarierna bygger på data gällande förändring av markanvändning i relation till utsläppshastighet utifrån vad marken användes till innan det blev odlingsmark.

Tabell 4

Sammanställning över utsläppen från markförändring för framtagning av sojaodling i Brasilien.

Gröda	Utsläppsnivå (t CO ₂ -e ha ⁻¹ år ⁻¹)
Sojabönor i BR	4,5 – 6,7
Sojabönor i RS (Rio Grande do Sul)	1,3 – 2,0

Källa: Novaes m.fl., 2017.

3. Sojaodling, förändring av markanvändning och transport till Portugal

Utifrån Castanheira (2013) studie finns det ett stort utsläppsspann inom sojaproduktion. Detta spann beror till stora delar på vad marken användes till innan. Utsläppen går ifrån 0,6 till 17,8 kg CO₂-e kg⁻¹, där det högsta vädret är från regnskog som har blivit omgjord till sojaplantering. Resultatet är framtaget med hjälp av en LCA och består av data över själva odlingen av soja, transporten från planteringen till hamnen i Portugal och exploateringen av marken, t.ex. effekten av att regnskog görs om till åker.

4. Sojaodling, förändring av markanvändning och transport till Sverige

Eriksson m.fl. (2018) studie bygger på en LCA över GMO-soja från Brasilien och icke GMO från Argentina. Informationen gällande transporten bygger på utsläppen från upphämtning av grödan på gården till foderleverantörerna i Sverige. Uträkningarna är uppdelade i två olika LCA dock kommer endast den ena används då den bygger på export till Sverige. ALCA (attribitional LCA) bygger på transporten av sojan Argentina → Nederländerna → Sverige. Den totala LCA inkluderar faktorer som gödning, bekämpningsmedel och bearbetning. Resultat presenterar de totala utsläppen från LCA och av dessa står transporten för 46 % (icke GMO) respektive 47 % (GMO).

Tabell 5

Ton utsläpp per kg GMO och icke GMO-soja.

ALCA		
Enhet	Icke GMO-soja	GMO-soja
Kg CO ₂ -e ton	845	609
Kg CO ₂ -e ton	388,7 (46 %)	286,23 (47 %)

Källa: Eriksson m.fl., 2018.

5.2 Inomhusodling i Sverige

Då det inte finns kommersiell inomhusodling av soja kommer information från andra odlingar att användas. Detta betyder att data från växthus som t.ex. odlar tomater kommer vara en del av studiens underlag. Valet att använda data från odlingar med andra grödor skapar en viss osäkerhet, dock ger det en svensk kontext som kan ses som snarlikt ett tämligen troligt utfall.

Molin och Martin (2018) har gjort en LCA över basilikaplantor som odlas i ett vertikalt system i Stockholm. Odlingen producerar ca: 60 000 plantor per år. Energiförbrukningen bygger på data över uppvärmning, ventilation och LED-belysning. LCA:n använder Xydis m.fl. (2017) studie över vad en hydroponisk odling har för energibehov gällande lampor och vattenpump, vilket anses vara mellan 14–17 kWh/m². Odlingens energivariation beror till stora delar på valet av belysning. Belysningen för basilikaplantorna är aktiv ca: 12 timmar per dag och uppvärmningen likaså. Påverkan av energianvändningen sätts i en nordisk kontext vilket motsvarar 100 g CO₂-eq/kWh. Molin och Martin (2018) menar på att en nordisk kontext ger ett mer generellt resultat istället för att enbart räkna på påverkan av svensk elproduktion. Den faktiska energiförbrukningen per år resulterade i 82 222 kWh (296 000 MJ) vid användning av plastkruka och 79 444 kWh (286 000 MJ) vid papperskruka, av den totala energianvändning står 47 % av jorden i krukorna som ställs ner i vattenbadet, 8 % förpackning m.m. (Molin och Martin, 2018).

Martin m.fl. (2019) gjorde om LCA-studien gällande basilikaplantor dock enbart på papperskrukor och fick fram ett snarlikt resultat. Energianvändningen uppgår till 32 460 kWh per år, denna inkluderar inte energi från jorden. Informationen som presenteras i tabell 6 är för odling av 60 000 st. basilikaplantor årligen i Stockholm i ett vertikalt hydroponiskt system.

Tabell 6

Årliga resursbehovet av en hydroponisk odling som odlar basilika.

	Antal	Enhet
Vattenspump	2 190	kWh
Värme och teknik	3 290	kWh
Ventilation	490	kWh
Belysning	26 490	kWh
Vattenförbrukning	144 890	liter
Papperskrukor	223	kg
Jord	12 350	kg

Källa: Martin m.fl., 2019.

Jordbruksverkets (2015a) rapport delar upp den totala energiförbrukningen utifrån olika grödor. Rapporten bygger på växthusens totala energiförbrukning, vilket inkluderar uppvärmning och el. Elen inkluderar i somliga fall belysning och olika system. Tomater har den högsta förbrukningen på 264 kWh/kvm och övriga odlingar har en relativ energiförbrukning på 137 kWh/kvm. Energislagen har förändrats under det senaste seklet, fossilbränslen har minskat från 77 % ner till 28 % (2014).

Tabell 7

Energibehovet vid växthusodling i Sverige.

Odling	kWh/kvm
Rapportens medelvärde	158
Tomatodling	264
Gurkodling	204
Genomsnitt	209

Källa: Jordbruksverket, 2015a.

Boverkets (2015) byggregler har allmänna råd och föreskrifter gällande energikraven på en industrilokal. Detta används då växthus och industrilokaler har olika regler och energibehov. Beroende på var bygganden är uppförd så är det olika krav. Sverige är uppdelat i fyra olika zoner I i Norr till IV i Söder. Specifikationer för lokaler i zonerna III och IV presenteras i tabell 8. Värdena presenteras i Atemp, vilket är den area som beräknar byggnadens energiprestanda.

Tabell 8

Byggreglerna för uppvärmning av industrilokaler inom olika zoner.

Lokaler	Ej elvärme (kWh/m ² Atemp och år)	Elvärme (kWh/m ² Atemp och år)
Zon III (T.ex: Kronoberg)	70	50
Zon IV (T.ex: Skåne)	65	45

Källa: Boverket, 2015.

5.3 Utsläpp från hydroponisk odling

Rufi-Salís m.fl. (2020) studier tar fram sitt resultat med hjälp av en livscykelanalys (LCA). Utsläppen presenteras utifrån 1 kg ätbara gröna bönor. Klimatpåverkan räknades ut genom "CC – kg CO₂ e.". LCA:n bygger på information gällande näring, bekämpningsmedel och energi. Det är dock oklart om energiförbrukningen huvudsakligen består av uppvärmning eller nedkylning, dock är det förmodligen nedkylning då odlingen befinner sig i Barcelona. Ingen form av belysning eller liknade system nämns.

Tabell 9

Klimatpåverkan från per kg gröna bönor.

ENHET	GRÖNA BÖNOR
Kg CO ₂ e/kg produkt	3,1

Källa: Rufi-Salí m.fl., 2020.

Sanjuan-Delmás m.fl. (2018) har gjort en LCA-studie gällande tomater odlade i ett hydroponisk system, som är placerat högst upp i ett våningshus. LCA:n grundas på data över energin till pumparna och näring. Odlingen är 84,34 m² stor och består enbart av tomater. Systemet kom upp i en odlingsgrad av 30,1 kg per m². Medeltemperaturen varierade från 19,5–21,3 °C beroende på säsong, vilket till stora delar regleras med hjälp av spilluften från resten av byggnaden. Systemet använder inte någon konstgjord belysning. Undersökningen kommer fram till den totala klimatpåverkan per kg tomater. Datan i tabell 10 är uppdelad på vår 1 och 2, samt vinter. Enheten är kg CO₂-e.

Tabell 10

Utsläppen från tomaterna under studiens gång.

Period	kg CO ₂ -e/kg tomat
Vår 1	0,61
Vinter	1,41
Vår 2	0,56
Genomsnitt	0,86

Källa: *Sanjuan-Delmás m.fl., 2018.*

Klimatpåverkan från olika värmekällor presenteras i tabell 11. Utsläppen beräknas i CO₂-e.

Tabell 11

Utsläppen från olika former av uppvärmning.

	g CO ₂ -e/kWh
Eldningsolja 1 (Eo 1)	288
Träpellets	19
El	125
Fjärrvärme (rikssnitt)	69

Källa: *Naturvårdsverket, 2018.*

6. Utsläppsvärde

I detta kapitel presenteras två värden för minskade utsläpp av växthusgaser. De bygger på svenska förhållanden (ASEK) respektive marknadsvärdet i EU (EU ETS), vilket är två alternativ för att värdera växthusgasutsläpp.

Vid samhällsekonomisk värdering av klimatförstörendade utsläpp finns det olika principer för att bestämma värdet på utsläppen. Detta beror på att det inte finns något faktiskt värde på skadekostnaderna för utsläppen. En utgångspunkt kan vara att utsläppsminskningar ska göras på ett kostnadseffektivt sätt. För att det ska vara möjligt att uppnå en kostnadseffektiv minskning av utsläppen behöver värdet vara detsamma över alla sektorer, vilket EU ETS (Emissions Trading System – ETS) bygger på. Ytterligare alternativ för att värdera utsläppen är att utgå ifrån politiska beslut i Sverige, vilket kan ses som en avspeglning av svenska folkets värderingar. Det skulle då vara möjligt att grunda värdet på utsläppen utifrån koldioxidskatten eller använda samma värden som vid offentliga projekt t.ex. utvärdera svensk infrastruktur. Det innebär att de värden som tagits fram inom ramen för ASEK (Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn) skulle kunna användas då det förväntas avspegla betalningsviljan för att minska utsläppen.

I den här studien används både värden från koldioxidskatten och ASEK som tagits fram för användning i Sverige och EU ETS för att både ha med en lokal och internationell kontext. De olika värdena grundas på politiska värderingar och beslut. Detta betyder att värdena både kan öka och minska över åren, samt skilja sig åt.

6.1 ASEK

Trafikverket (2018) har tagit fram ASEK för att analysera om ett projekt är samhällsekonomiskt eller inte. I rapporten tas kostanden för climateffekter fram. ASEK rapport 6.1 har tagit fram två värden rekommenderad och känslighetsanalyserat (Trafikverket, 2018). Kostnaderna presenteras i tabell 12 utifrån prisnivå 2014 och framtida prisnivå för 2020.

Tabell 12

Trafikverkets prisnivå på utsläpp från 2014 och 2020.

	Koldioxidvärde
<i>Rekommenderat</i>	1,14 kr/kg
<i>Känslighetsanalyser</i>	3,50 kr/kg
<i>Förväntat värde 2020</i>	7 kr/kg

Källa: Trafikverket, 2018; Trafikverket, 2019.

Trafikverket poängterar att osäkerheten kring de långsiktiga effekterna är mycket stor. Detta försvårar processen med att beräkna framtida samhällsskador och produktionsminskningar. Skadekostnaderna har därför värderas utifrån närliggande tid och värderas utifrån marknadspriser (Trafikverket, 2018).

6.2 EU ETS

EU har implementerat ett system för att möjliggöra handel med utsläppsrättigheter. Syftet är att minska utsläppen genom att prissätta dem och begränsa den totala mängden utsläpp. Systemet omfattar EU- och EES-länder, dock gäller det inte alla företag utan huvudsakligen energiintensiva verksamheter och produktionssektorn. Varje utsläppsrättighet gör det möjligt för företaget att släppa ut 1 ton CO₂-e (Europeiska kommissionen, u.å.). Priset bestäms av marknaden då det är möjligt att sälja och köpa utsläppsrätter. Under det senaste året har priset varierat mellan 220–330 kr² (Markets insider, u.å.-a). I tabell 13 presenteras värdena både i ton och kg, omräknat till SEK.

Tabell 13

Priset på EU ETS den 23 mars 2020 och hur mycket utsläppen kostar per kg.

	Koldioxidvärde kr/ton	Koldioxidvärde kr/kg
<i>ETS 1</i>	220	0,22
<i>ETS 2</i>	330	0,33

Källa: Europeiska kommissionen, u.å.

² Valutakurs € 1 = 11 kr (9 april 2020)

6.3 Svensk koldioxidskatt

Olika former av politiska instrument kan användas för att minska utsläppen t.ex. ekonomiska. Sveriges riksdag har beslutat om en koldioxidskatt på 1,19 kr CO₂-e kg (1 190 kr CO₂-e ton). Skatten har höjts gradvis över tid för att låta företag och hushåll ha tid att anpassa sig. All form av fossila bränslen berörs utifrån proportion av koldioxidhalt, då denna påverkar mängden koldioxid i bränslet (Regeringskansliet, 2020).

7. Produktionskostnader

Nedanstående avsnitt går igenom vad hydroponisk respektive traditionell odling kan förväntas ha för byggnation- och driftkostnader.

7.1 Hydroponisk odling

Byggnationskostnader

Kostnaden för att bygga en hydroponisk odling varierar. I en fallstudie från Brasilien studerar Souza m.fl. (2019) hydroponisk odling. I studien delar de upp kostnaderna i två delar, byggnations- och produktionskostnader. Bygget består av sju växthustunnlar med hydroponiska system. Odlingen består av grödorna sallad, vattenkrasse, grönkål och rucola. Totalt blev de sju tunnlarna 2 475 kvadratmeter och kostade ca: 896 540 kr³. Detta inkluderar material, montering, markberedning, tillstånd m.m.

Fuldauer m.fl. (2018) kom i en annan fallstudie fram till att ett hydroponiskt system med 21 kvadratmeter odling kostade 156 504 kr⁴. Undersökningen är gjord genom en fallstudie i London som under studien odlade sallad. Kostnaderna inkluderar inte den faktiska byggnaden utan enbart den tekniska utrustningen. Tabell 14 specificerar de olika delarnas kostnader.

³ Valutakurs \$ 1 = 10 kr (9 april 2020)

⁴ Valutakurs £ 1 = 12 kr (9 april 2020)

Tabell 14

Byggnationskostnaderna för det hydroponiska systemet.

<i>Kapitalkostand</i>	<i>Belopp kr</i>
<i>Sensorsystem</i>	69 000
<i>Utrustning och maskiner</i> <i>(vattentankar, näringstankar, vattenvärmare, rörledningar, sensorsystem)</i>	27 924
<i>Växsystem</i>	39 180
<i>Utrustningskostnader, t.ex. ljus</i>	2 400
<i>Installation</i>	6 000
<i>Övervakning</i>	12 000
<i>Totala kapitalkostnader</i>	156 504

Källa: *Fuldauer m.fl., 2018.*

För att producera mat till 15 000 personer hade det enligt Banerjee och Adenaeyer (2014) krävts en byggnad på 37 våningar med hydroponisk odling som motsvarar 9,27 hektar. Odlingen är tänkt att producera diverse olika grönsaker, rotfrukter och spannmål, samt någon form av fisk. Detta beräknas vara likvärdigt med 68 hektar odling, på grund av möjligheten att stapla odlingarna på varandra och flertalet skördar. Uträkningen bygger på att det behövs 28 m² stor inomhusodling för att producera 3000 kcal per dag. Detta räknas sedan om till att varje individ endast äter 2000 kcal per dag.

Den totala kostnaden för byggnaden specificeras i tabell 15. För att få fram kvadratmeterpriset kommer kostnaden att delas på 9,27 hektar (92 700 m²).

Tabell 15

Kostnaderna för att bygga ett höghus med hydroponisk odling.

<i>Invenstering</i>	<i>Kostnad Mkr</i>	<i>kr per m²</i>
<i>Byggnad</i>	1 227	13 244
<i>Hydroponiska utrustningen</i>	994	10 725

Källa: *Banerjee och Adenaeyer, 2014.*

Lamporna till det hydroponiska systemet kan bli mycket kostsamt. Kong m.fl. (2019) har studerat salladsodling i ett hydroponiskt system. Studien utförde två olika test med olika typer av LED växtbelysning, för att undersöka skillnaden i energiförbrukningen. Första testet hade lampor med ett inköpspris på 2 070 kr till 5 690 kr per kvadratmeter. Andra testet hade lampor från en kostnad på 5 470 kr till

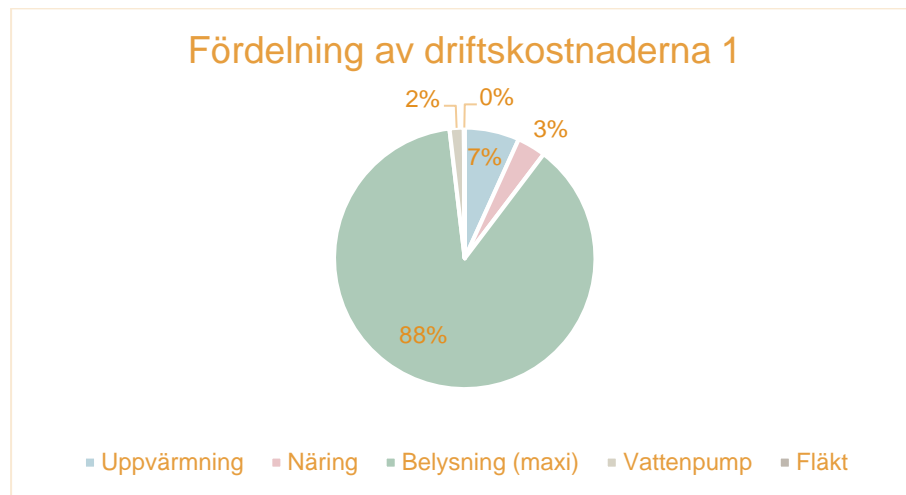
5 690 kr per kvadratmeter. Experimentet kom fram till att kostnaden på lamporna har betydande påverkan på driftkostnaderna.

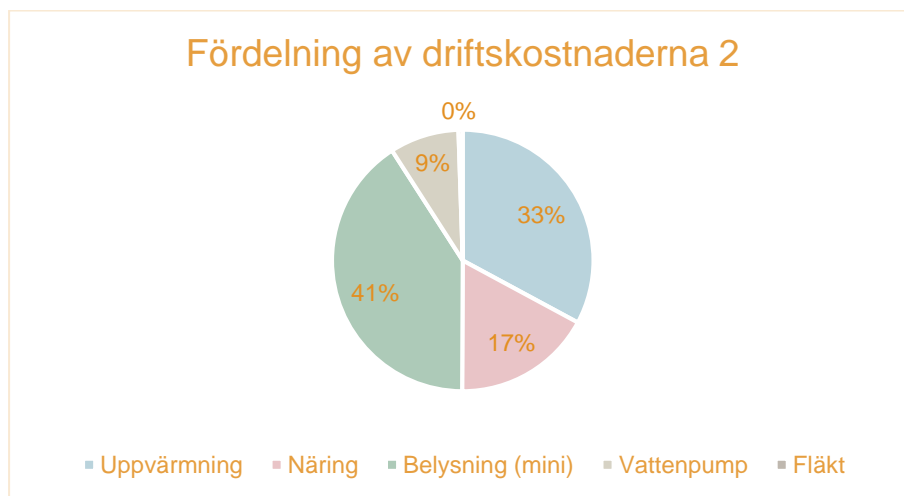
Driftkostnader

Figur 3 presenterar fördelningen av driftskostnaderna för odlingen. Flätkostnaderna är så låga att de blir 0 % då de andra faktorerna är markant större. Kostnaden för belysningen är av stor betydelse och därför redovisas två diagram baserade på min respektive maxantaganden i Figur 3.

Figur 3

Fördelningen över odlingens driftkostnader, med olika antaganden för belysningen.





Not: Se bilaga 1 för detaljer om beräkningarna.

Produktionskostnaderna för de sju växthustunnlarna beräknades till ca: 151 400 kr, vilket inkluderar frön, bevattning, näring, paketering m.m. Näringen står totalt för ca: 26 650 kr. Kostnaderna för denna anläggning inkluderar inte någon uppvärmning eller nedkylning, inte heller någon form av växtbelysning (Souza m.fl., 2019).

Energin till lamporna i det hydroponiska systemet kan bli mycket kostsam, speciellt om odlingen är belägen inomhus utan några möjligheter till naturligt ljus. Kong m.fl. (2019) studie kom fram till en stor skillnad i lampornas energiförbrukning. Under första testet var grödorna upplysta 16 timmar per dag. Energiförbrukningen blev då 95,8 till 174,5 watt per m² och dygn, variationen berodde på typen av LED-lampa och färgsättningen. Andra testet visade en förbrukning på 175 till 178 watt per m² och dygn. För detta test var belysningen aktiv 24 timmar per dag. Skillnaden i de båda testerna var att experiment 1 hade billigare lampor och en kortare belysningstid.

Fuldauer m.fl. (2018) 21 m² stora odling hade en årlig driftkostnad på 123 732 kr. Driftkostnaden inkluderar 79 188 kr för arbetskostnaden, med en timlön på 180 kr. Det framgår inte om detta inkluderar semesterersättning och sociala avgifter. Elkostnaden är baserad på 16 timmar belysning per dag, samt en dagstemperatur på 24 °C och 19 °C under natten. Inköpskostnaden för själva systemet tar inte hänsyn till lokal, mark, värmesystem till lokalen m.m. Den årliga underhållskostnaden beräknades vara 10 % av investeringskostnaden. Detta fördelades sedan lika mellan material och arbetskraft.

Tabell 16

Årliga driftkostnaderna för en hydroponisk odling.

Årliga driftkostnader	Belopp kr
Underhåll	14 976
Arbetskraft	79 188
Material (löst syre, odlingsmedium, frön, kompletterande gödselmedel)	10 080
Värme och el	19 488
Totalt årliga driftkostnader	123 732

Källa: Fuldauer m.fl., 2018.

I Arizona U.S. utfördes ett test med en hydroponisk odling i en 30 m² stor container. Odlingen hade en odlingsareal på 205 m² fördelat på sju våningar. Energiförbrukningen är presenterad i tabell 17, det finns dock ingen data över uppvärmning då detta inte behövdes i studieregionen (Gentry, 2019).

Tabell 17

Energiförbrukningen för en hydroponisk odling i en container.

Resurser	Förbrukning
Belysning	20 000 kWh
Fläktar (cirkulation/CO ₂)	1 616 kWh
Vattenpump	2 600 kWh
Näring	2 200 kr

Källa: Gentry, 2019.

Driftkostnaderna för Banerjee och Adenaeuer (2014) hydroponiska odling presteras i tabell 18. Kostnaderna bygger på den 9,24 hektar stora odlingen som är fördelad på 37 våningar. Under kategorin energi framgår det inte om det endast inkluderar odlingsbelysningen eller också värme m.m.

Tabell 18

Driftkostnaderna för en hydroponisk odling i ett höghus.

Diftkostnad	Kostnad Mkr	Kr per m ²
Energi	59	638
Näring	4	55

Källa: Banerjee och Adenaeuer, 2014.

7.2 Växthus

Större inomhusodlingar som är tänkta att leverera till grossister beräknar jordbruksverket behöver vara 5 000 m² eller större. För storskalig odling av tomater och gurka har en investerings- och driftkalkyl tagits fram. Uträkningarna tar inte någon hänsyn till inköp eller förberedelse av mark. Investeringarna uppgår till 5 300 tkr (1 040 kr/m²), vilket inkluderar kostnader på 850 tkr för värmepannan. Kalkylerna bygger på växthusmodellen Venlo som har väggar av 16 mm polykarbonat och glastak. Bygganden värms upp av ett vattenburet värmesystem. Vattnet värms upp med flis, gas och olja (Jordbruksverket, 2007b).

Jordbruksverket (2007b) beräknar driftkostnaderna för en konventionell tomatodling på 5 000 m² uppgår till 1 866 548 kr. Kostnaderna som är intressanta för denna studie presenteras i tabell 19. Denna fördelning av bränsle tyder på att olja står för mindre än 1 % av förbrukningen.

Tabell 19

Årliga driftkostnader för personal, värme och el i ett traditionellt växthus.

	Åtgång	Pris per enhet kr	Total kostnad kr
Arbetskraft	4 969 timmar	160	795 040
Bränsle, flis	2 470 m ³	140	345 800
Bränsle, olja	7 m ³	4 000	28 000
El	60 000 kWh	0,50	30 000

Källa: Jordbruksverket, 2007b.

Priset för trädbränsle och torv är satt till 0,233 kr/kWh (SCB, u.å.).

8. Antaganden

I denna del presenteras olika antaganden som krävs för att göra mer exakta uträkningar. Antagandena bygger på de luckor som finns i den insamlade informationen för att genomföra uträkningarna.

8.1 Personal

Lönekostnaderna

Lönekostnaden bygger på flera olika antaganden och källor, uträkningarna presenteras i bilaga 2. Uträkningarna har gjorts utifrån fem olika antaganden för att skapa olika scenarier. Detta på grund av den begränsade tillgången på information över personalbehovet för att odla soja med hydroponisk teknik. De olika behoven grundas på hydroponisk odling av andra grödor och traditionell växthusodling i Sverige.

Tabell 20

Sammanställning av de olika exemplen för personalkostnaden.

	Total personalkostnader	Antaganden
Exempel 1	2 609 464 kr	Halv personalen har eftergymnasial utbildning och medianinkomst för Sverige, samt pålägget i tabell 21
Exempel 2	18 840 000 kr	Gör inga antaganden då den bygger på hydroponisk odling, dock med andra grödor.
Exempel 3	1 210 000 kr	
Exempel 4	1 295 783 kr	Att odlingen skulle ha liknade kostnader som en traditionell växthusodling i Sverige.
Exempel 5	1 096 922 kr	Medellönen utifrån kollektivavtalet och pålägget i tabell 21
Genomsnitt (exempel 2 ej)	1 553 060 kr	

inkluderad)

Not: Se bilaga 2 för detaljer om beräkningarna.

Exempel 2 tas inte med i de slutliga uträkningar då det är för avvikande. Uträkningarna finns i bilaga 2 och bygger på följande antaganden:

Exempel 1

- Antar att odlingssystemet behöver personal med olika inriktningar och utbildningsnivå t.ex. trädgårdsingenjör, biolog, odlingstekniker m.m. Då det finns oklarheter i hur sammansättningen av personalstyrkan kommer att se ut grundas uträkningarna på antagandet att hälften av de anställda har tre års eftergymnasial utbildning. Fördelningen av personalens utbildningsnivå bygger på genomgång av svenska företag⁵ som jobbar med hydroponisk odling. Kostnaden för personalen bygger på SCB (2019b) medianinkomst för individer med och utan eftergymnasial utbildning. Pålägget från tabell 21 läggs på kostnaden för att representerar de olika kring utgifterna som vanligtvis finns i Sverige.

Exempel 2 och 3

-Inga större antaganden görs då det bygger på ett hydroponiskt system, dock behöver ta tas i beaktande att odlingen inte odlar soja.

Exempel 4

-Antar att ett traditionellt växthus har liknade kostnader som ett med hydroponisk teknik. Underlaget kommer ifrån Jordbruksverket (2007b) rapport och bygger på en svensk kontext. Utgår ifrån att kostnaderna har någon from av lönepåslag och behöver därför inte kompletteras med pålägget i tabell 21.

Exempel 5

- Odlingen antas följa kollektivavtalet för växthuspersonal enligt fackförbundet Kommunal (u.å.). På lönekostnaden läggs pålägget i tabell 21 på för att ta fram den totala kostnaden för odlingen.

Enligt Arvidsson m.fl. (2018) består personalkostnaderna av flera olika faktorer, vilka också kan se olika ut beroende på avtal och förmåner. De grundläggande kostnaderna består vanligtvis av:

- Lön
- Semesterlön
- Arbetsgivaravgift
- Övriga avgifter t.ex. tjänstepension, försäkring

⁵ Informationen kommer från företagen Bonbio och Grönskas egna hemsidor.

För att räkna ut den totala personalkostnaden kommer flera olika pålägg att läggas på lönen. Sammanlagt kommer pålägget att vara 52,92 % av den totala lönekostnaden. De olika delarna av pålägget presenteras i tabell 21.

Kostnaden för tjänstepension kommer enbart att räknas utifrån ITP1 då ITP2 bygger på flera individuella faktorer. ITP1 kan variera något men premien för 2020 är vanligtvis 4,5 % för inkomst upp till 41 750 kr/mån (7,5 inkomstbasbelopp) och sedan höjs den till 30 % (Collectum, u.å.).

Tabell 21

Pålägg som förväntas tillkomma på lönen.

Pålägg	Procent	Källor
Arbetsgivaravgift	31,42 %	Skatteverket, u.å.
Tjänstepension	4,5 % eller 30 %	Collectum, u.å.
Semesterlön	12 %	Verksamhet, u.å.
Försäkringskostnader	5 %	Verksamhet, u.å.
Summa	52,92 %	

Not: Egen samanställning.

Personaltimmar

Antal arbetade timmar och anställda som krävs för att driva odlingen bygger på statistik från konventionell odling av krydd-, tomat- och gurkodling i växthus. Vid beräkningarna behöver man beakta att det kan finnas skillnader i odlingsteknik mellan grödor. Hydrologiska systemet har ett integrerat bevattnings- och gödningssystem, vilket kan minska behovet av personal. Tillsyn kan komma att ta längre eller kortare tid då det kommer behöva göras på flera plan då odlingen sker vertikalt. Jordbruksverkets underlag består av planteringar med grödor som har både fler och färre odlingscykler än soja, vilket skapar ett medelvärde som kan vara avvikande.

I tabell 22 specificeras arbetstimmar per år och yta. Ytan i tabellen utgår från det område som den faktiska odlingen sker på. Arbetade timmar bygger på tid för plantering, beskärning, tillsyn, gödning, skörd, packning och avbladning per år (Jordbruksverket, 2018a). Medelvärdet för antal arbetade timmar per kvadratmeter blir 1,46 tim./m².

Tabell 22

Arbetade timmar i växthus beroende på yta och gröda.

Yta	Arbetade timmar	Arbetade tim. per m ²	Gröda
50 000 m ²	51 253	1,02	Tomater
10 000 m ²	10 625	1,06	Tomater
2 000 m ²	2 616	1,30	Tomater
10 000 m ²	10 276	1,02	Gurkor
2 000 m ²	3 281	1,64	Små tomater
300 m ²	347	1,15	Gurkor
300 m ²	913	3,04	Kruddodling

Källa: Jordbruksverket, 2018a.

8.2 Hydroponisk sojaodling

Soja

Som tidigare nämnt i delen om tidigare forskning kan soja bli upp till en meter hög. På grund av detta kommer beräkningar utgå ifrån att det är möjligt att odla på två våningar och hålla sig inom tre meters takhöjd. Detta skapar även ett utrymme för vattenrör, belysning och odlingslådor m.m. Att hålla odlingsystemet under tre meter grundas i svårigheterna med uppvärmningen, samt att hålla nere byggnationskostnaderna. Även om det skulle kunna vara möjligt att odla i flera våningar eller lägre avstånd mellan våningarna finns det inte tillräckligt med information för att kunna styrka ett sådant antagande.

Mängden soja kommer att bygga på möjligheten att få ut tre odlingscykler. Växtperioden för soja är 100–130 dagar och att få in tre odlingscykler bör därför vara möjligt. Som presenterat tidigare ligger avkastningen på 2,5 till 3,5 ton per hektar, under optimala förhållande (Fogelberg, 2009). För att minska risken av missledande resultat kommer beräkningarna att göras utifrån en avkastning på 2,5 ton per hektar. Vid omräkningen till kg per m² blir det 0,25 kg/m².

Priset på soja på den globala marknaden är 86,3 kr per bushel⁶ (Markets insider, u.å.-b). Detta ger ett kg pris på 3,17 kr/kg. Priset bygger på vad soja säljs för till företag som antingen förädlar det till andra produkter eller säljer det direkt till konsumenter. Det finns en osäkerhet i vad soja från Sverige kan vara värt då det skulle kunna kvalificeras som en premiumprodukt som t.ex. ekologiskt eller närproducerat. Martinez-Ribaya & Areal (2020) kom fram i sin enkätstudie att konsumenter som är beredda att betala ett premiumpris för soja är villiga att betala upp till 50 % mer. Det är dock viktigt att belysa att premium i den studien är icke-GMO-soja. I dagsläget är det endast tillåtet att importera icke-GMO soja till Sverige.

Markanvändning

Antaganden gäller endast Sverige då den insamlade forskningen bygger på den brasilianska markanvändningen och information om deras befintliga sojaodling.

I beräkningarna kommer inte kostnader för markanvändningen i Sveriges tas med. Detta beror på svårigheten att uppskatta ett rimligt pris på grund av osäkerheterna kring priserna t.ex. på grund av stora skillnader i priser, behovet av närhet till växtnärlingsleverantörer och grossist. Närheten till olika aktörer kan ha en stor ekonomisk påverkan över lång sikt. Även om en vertikal odling kräver mindre mark än en traditionell odling krävs det noggrann genomgång över var anläggningen ska byggas. Skåne har goda förutsättningar för många soltimmar, vilket kan leda till ett minskat behov av belysning.

Jordbruksverket (2014) menar i sin rapport att jordbruksmark behöver skyddas för att kunna utveckla en hållbar matproduktion. För att kunna säkra behovet för goda möjligheter till matproduktion under mycket lång tid framöver (Jordbruksverket, 2014). För att inte ta i anspråk någon värdefull mark som anses vara en god åkermark krävs det att anläggningen byggs på en plats som har dåliga förutsättningar för traditionell odling. Målet är att bygga odlingen på en plats som tidigare har varit bebyggd för att inte behöva exploatera mer jordbruksmark.

Med syftet att uppföra odlingen på redan använd mark kommer odlingen behöva placeras på redan exploaterad yta. Detta gör att priset på marken varierar beroende på om marken säljs av kommunen eller privata aktör. Det är således komplicerat att fastställa ett representativt markpris som är användbart i beräkningarna.

⁶ 1 ton = 36,74 bushel

Jordbruksverket (2015b) lyfter fram att nyodling är en kostsam process. Kostnaden ligger på 100 000 kr per hektar och det tar flera decennier innan marken är lika bördig som äldre marker. Det genomsnittliga priset av befintlig åkermark under 2018 var 90 700 kr per hektar, vilket ger ett kvadratpris på 9,07 kr/m² (Jordbruksverket, 2018b).

Priset på åkermarken blir inte ett representativt, då det skiljer sig för mycket från kostnaden på industrimark och att det inte finns någon garanti för att det skulle vara tillåtet att bygga på den. Den stora prisskillnaden mellan kommunerna och aktörerna gör det komplext att ta fram trovärdiga kostnader som inte har en för stor variation.

Växtnäring

För att sojan ska kunna odlas utan jord med hjälp av ett hydroponiskt system krävs det växtnäring. Näringen blandas ut i vattnet och pumpas runt i systemet (Molin & Martin, 2018). Konventionell sojaodling beräknas behöva 15 till 39 kg/ha P (fosfor) och 25 till 60 kg/ha K (kalium) per år. Grödan kan till stora delar överleva på det kväve som finns i atmosfären, dock är det fördelaktigt att ha en startdos på 10 till 20 kg/ha N (kväve) (FAO, u.å.). Då det finns stor osäkerhet om hur mycket näring som kommer att krävas i ett hydroponiskt system, kommer schabloner från tidigare forskning användas som underlag. Detta kan leda till att beräkningarna av kostnaderna avviker från verkligheten men det bör bli mer korrekt än att utgå från data från traditionell odling.

Växthusodling

Hur stora odlingarna är och vilken avkastning de ger är avgörande information för att kunna analysera dess påverkan. Jordbruksverket (2007a) har i sin rapport tagit med en basilikaodling som producerar 60 000 plantor från v. 4 till 45 på 300 m². Detta är samma mängd basilika som den hydroponiska odlingen som Martin m.fl., 2019 analyserar i sin studie. Skillnaderna på de båda odlingarna är att ena odlar året om och den andra under en begränsad tid. Andra skillnader mellan de båda kan vara utrymmet som respektive odlingssystem kräver. Detta antagande krävs för att kunna uppskatta påverkan från en hydroponisk odling i Sverige. I tabell 23 presenteras ytan av den traditionella odlingen och uppskattningen av den hydroponiska odlingen.

Tabell 23

Antagandet gällande den hydroponiska odlingens yta och den faktiska ytan på en traditionellodling.

Odling	Veckor	Yta
Traditionell	42 st	300 m ²
Hydroponisk	52 st	240 m ²

Källa: Jordbruksverket, 2007a. Not: Egna beräkningar⁷.

Belysning

Växtbelysning är en av de viktigaste komponenterna för att kunna odla vertikalt. Energiförbrukning från dessa lampor har en stor variation beroende på antal timmar som de är aktiva och belysningsstyrkan. Det har också betydelse vilken färg som lamporna ger ifrån sig, men som tidigare nämnt kommer denna studie inte gå in djupare på detta ämne. Tabell 24 bygger på uträkningar från bilaga 3. Antaganden har gjorts gällande hur många timmar som belysningen är aktiv. Studiens antagande att odlingen behöver 16 tim. belysning dagligen bygger på Kong m.fl. (2019) forskning. Detta skulle kunna vara ett för högt värde och ses därför som ett antagande och inte som en faktisk parameter.

Tabell 24

Belysningens förväntade elförbrukningen per år.

Källa	kWh/5000 m ²	kWh/10 000 m ²	Antaganden
Kong m.fl., 2019	2,7 – 5 miljoner	5,5 – 10 miljoner	
Gentry, 2019	0,5 miljoner	1 miljon	Att belysningen är tänd under 16 tim.
Vanhove m.fl., 2011	0,6 – 0,9 miljoner	1,2 – 1,7 miljoner	Att belysningen är tänd under 16 tim.

Not: Se bilaga 3 för detaljer om beräkningarna.

Elförbrukningen hamnar på 0,5–10 miljoner kWh. Variationen beror till stora delar på vilken effekt LED-lamporna har och vad som kan anses vara rimligt per kvadratmeter. Utifrån antagandet att hela odlingen (10 000 m²) behöver belysning

⁷ Resultatet 240 m² beräknas genom att dela 42 med 52 och sedan multiplicera svaret (0,8) med 300 m²

skiljer sig förbrukningen från 1 till 10 miljoner kWh, variationen beror på lampornas effekt. Andra faktorer som påverkar hela spannet beror på osäkerheten i hur mycket ljus som solen kan ge växthuset, därför gjordes uträkningarna på både hela och halva odlingens yta. Industrilokalen kommer att använda de högre siffrorna då inget solljus kommer kunna användas.

8.3 Transporter

Börjesson m.fl. (2010) har gjort en LCA över klimatpåverkan på etanol som använder sockerrör från Brasilien. Deras uträkningar för transporten av etanolen bygger på transport med båt från Brasilien till en hamn i Sverige (1 000 mil), samt att inrikes lastbilar färdas 40 mil. Utsläppen anges per MJ energi i etanol och behöver räknas om till kg CO₂-e per kg och sedan gångas med antagandet om hur mycket soja som kan odlas per m². Tabell 25 presenterar de olika utsläppen från transporten.

Tabell 25

Utsläppen för att frakta sockerrör från Brasilien till Sverige med båt och lastbil.

	kg CO ₂ -e per kg	Kg CO ₂ -e per m ²
<i>Lastbil (40 mil)</i>	0,017	0,004
<i>Båt (1000 mil)</i>	0,16	0,04
<i>Total</i>	0,177	0,044

Källa: Börjesson m.fl., 2010. Not: Egna beräkningar⁸.

8.4 El

För att en vertikal odling med ett hydroponiskt system ska kunna anses vara hållbart gäller det att energin produceras utan eller med minimal mängd fossila bränslen. Om energin till odlingen kommer från produktion med höga utsläpp blir det bara att man flyttar utsläppen till andra sektorer.

Energi- & klimatrådgivningen (2018) redovisar att en svensk el-mix har utsläpp på 13 g CO₂-e/kWh. Elen produceras huvudsakligen med vatten- och kärnkraft, som har låga växthusgasutsläpp.

⁸ Etanol 25 MJ/kg och antagande att det går att få ut 0,25 kg soja per m²

Även om en svensk el-mix har låga utsläpp är det viktigt att vara medveten om effekten av ett ökat elbehov. Vid en ökad efterfrågan på el är risken stor att Sverige kommer vara tvunget att köpa in el från grannländerna. Den nordiska el-mixen har utsläpp på ca: 50 g CO₂-e/kWh, vilket är betydligt högre än den svenska (Energi- & klimatrådgivningen, 2018). Detta betyder att även om odlingen köper miljövänlig el kan det betyda att någon annan behöver använda el med högre utsläpp. Det enda sättet att förhindra den ökade efterfrågan på el är att inkludera någon form av egen produktion till odlingen t.ex. egna solceller eller vindkraftverk m.m.

Kostnaden för elen beräknas vara 0,62 öre/kWh (SCB, 2020). Statistiken gäller industrikunders genomsnittliga totalpris för el.

8.5 Byggnad

Den tidigare forskningen gällande byggkostnader för industrilokalen är baserad på ett höghus och behöver därför kompletteras med ett exempel på en traditionell lokal. Detta beror på att kvadratpriset blir betydligt högre när bygganden har flera våningar. Exemplet grundas på olika företag som bygger isolerade industrilokaler. Tabell 26 presenteras tre olika företag som bygger liknade byggnader. Kostnaderna inkluderar väsentliga saker t.ex. isolerade väggar, port, ventilation m.m. Kapitalkostnad eller avskrivningstid tas inte med i beräkningarna.

Tabell 26

Kostnaderna för att bygga en industrilokal.

Företag	kr/m ²	Oklarheter
Tectum Byggnader AB	1 371	Det framgår inte om detta inkluderar betongplatta
Northpower Stålhallar AB	2 789 + 1 350 (Betongplatta)	
Genomsnitt	3 440	

Källa: Tectum Byggnad AB; Northpower Stålhallar AB⁹.

⁹ Tectum Byggnader AB (<https://www.tectum.se/vara-hallar/industrialhallar/prisexempel-industrialhallar/>), Northpower Stålhallar AB (<https://www.northpower.se/stal/standardhallar/travershallen/>) &

9. Samhällsekonomiska kostnader och nyttor

I denna del presenteras uträkningarna som bygger på siffrorna från den insamlade informationen och antaganden. Uträkningarna leder fram till svaret på den samhällsekonomiska nyttan och kostnaden utifrån värdet på utsläppen och odlingskostnaderna.

9.1 Samhällsekonomisk analys

Vad är det vi ska värdera?

Denna uträkning kommer att jämföra den klimatmässiga samhällsnyttan mellan att odla soja hydroponiskt i Sverige, respektive att importera den från Brasilien. Tänkbara alternativ hade kunnat vara att jämföra med andra länder och odlingsätt.

Uträkningarna kommer att bygga på att investera i ett 5 000 m² stort växthus av modell venlo eller industrilokal. Storleken bygger på Jordbruksverket (2007a) riktlinjer att det i skala krävs en yta på 5 000 m² och uppåt för att kunna leverera till grossister. Odlingen kommer att kräva en takhöjd på ca: 3 meter för att få plats med två våningar sojaodling. Både växthuset och industrilokalen kommer att ha en takhöjd som överstiger behovet för odlingen. Som tidigare nämnts antas odlingen kunna vara aktiv hela året, samt skördas tre gånger per år med en avkastning på 0,25 kg/m². Uträkningarna görs utifrån maximikapacitet av systemet och att det inte är någon uppstartsfas. Detta för att effekterna av avvikelserna i början kommer att försvinna under ett längre tidsspann. Energin för att värma upp anläggningen antas bestå av en mix av flis och torv (Jordbruksverket, 2007b). Elen som används antas motsvara svensk el-mix som har utsläpp på 13 g CO₂-e/kWh (Energi- & klimatrådgivningen ,2018).

Siffrorna som har samlats in under litteraturundersökningen har räknats om till SEK och presenteras utifrån utsläpp eller kostnad per kvm m.m. Omräkningen av enheterna görs för att talen ska bli jämförbara med varandra.

Vems nyttor och kostnader ska räknas?

Nyttorna kommer att tillgodoräknas den odling som har lägst climateffekter utifrån dess koldioxidutsläpp. Kontexten av vilka som kommer att dra nytta av lägre utsläpp kommer att hållas inom Sveriges gränser, dock kommer människor globalt dra nytta av mindre utsläpp. Den globala effekten riskeras dock att vara minimal i jämförelse med andra nyttor och projekt.

Kostnaderna kommer att beräknas utifrån byggnation av anläggningen och driften av odlingen i Sverige. Utsläppen av koldioxid beräknas utifrån en svensk kontext.

Identifiera kostnader och nyttor

Sojabönan är en ytterst efterfrågad gröda. Det är inte bara bönanens höga proteinhalt som är intressant. Soja innehåller inte något kolesterol och har ett rikligt mineral- och vitaminvärde såsom aminosyror. Smaken är neutral och kan därför användas på flera olika sätt i livsmedel eller förtäras direkt. På grund av sojans egenskaper och näringsinnehåll ses den som kostnadseffektiv. Sojans förmåga att ta kväve från luften minskar behovet av gödsling (Davis m.fl., 2006).

För att få fram den samhällsekonomiska nyttan kommer uträkningen bestå av nyttor och kostnader. Dessa presenteras i tabell 27 och behöver särskiljas från uträkningarnas resultat. Det resultat som kommer att tas fram genom att ställa kostnaderna mot nyttor är det underlag som avgör om det finns en samhällsekonomisk vinst med hydroponisk produktion av soja i Sverige eller inte.

Tabell 27

Nyttorna och kostnaderna i uträkningarna.

Kostnader	Nyttor
Utrustningen för det hydroponiska odlingsystemet	Minskad markanvändning
Byggnationen av växthuset	Minskade koldioxidutsläpp
Driften av odlingen	Intäkter vid försäljning

Not: Egen sammanställning.

9.2 Värdering av nyttorna och kostnaderna

De klimatmässiga nyttorna som är identifierade är koldioxidreduktion och minskad markanvändning i Brasilien. Detta blir den huvudsakliga nyttan då syftet med att odla i Sverige är att minska påverkan på klimatet. Koldioxidreduktionen förväntas komma från minskade transporter och förändrad markanvändning. Det kan även finnas andra nyttor t.ex. tar Molin och Martin (2018) upp att hydroponisk odling kräver mindre vatten och inga bekämpningsmedel.

Kostnaderna består av utsläppen från odlingens energiförbrukning, samt den faktiska kostanden för att bygga odlingen i Sverige. Värdena kommer sedan att jämföras med nyttan för att ta fram det slutliga resultatet.

Värdering av nyttorna från minskad import av soja från Brasilien

Den minskade markanvändningen bygger på möjligheten att kunna öka den totala skörden utan att göra anspråk på mer mark eller exploatera skog i Brasilien. Flera av LCA studierna som används har inte med påverkan från transport och därför har antaganden om dessa lagts på. Utsläppen som tidigare presenterats har räknats om till andra enheter, dessa omräkningar finns i bilaga 4 och en sammanställning presenteras i tabell 28 med förtydligade över antaganden som denna studien har gjort.

Tabell 28

Resultatet av utsläppen från sojaodling i Brasilien.

Källa	CO ₂ (kg/m ²)	LCA inkluderar	Antaganden
<i>Kamali m.fl., 2017</i>	GMO 0,1134 och icke-GMO 0,1135	Sojaodling	Transport
<i>Galford m.fl., 2010</i>	0,644	Sojaodling och förändring av markanvändning	Transport
<i>Novaes m.fl., 2017</i>	0,08 - 0,11 eller 0,19 - 0,26	Sojaodling och förändring av markanvändning	Transport
<i>Castanheira, 2013</i>	0,19 - 4,49	Sojaodling, förändring av markanvändning och transport till Portugal	Transport
<i>Eriksson m.fl., 2018</i>	GMO 0,1522 och icke-GMO 0,2112	Sojaodling, förändring av markanvändning och transport till Sverige	Gör inga antaganden

Not: Se bilaga 4 för detaljer om beräkningarna.

Då den hydroponiska odlingen både tar i anspråk mindre mark och kan anläggas överallt så kommer två olika uträkningar att göras. Den första uträkningen bygger endast på hur mycket utsläpp som kommer att sparas genom att odla med två våningar istället för en. Andra uträkningen bygger på data över den totala utsläppsminskningen från odlingens båda plan. Som tidigare presenterat, så bygger uträkningarna på en 5 000 m² stor anläggning, med en odling på 10 000 m². Uträkningarna görs genom att multiplicera odlingens yta med utsläppen per kvadratmeter.

Räkneexempel 1 kommer fram till att med hjälp av vertikal odling sparas 5 000 m² mark genom att odla i två plan. Det minskade behovet av mark och exploatering av skog minskar utsläppen med 400–22 450 kg CO₂-e (se billiga 6).

Räkneexempel 2 bygger på att odlingens totala odlingsyta är 10 000 m² och får fram den maximala utsläppsminskningen som då kan uppnås. Odlingen kommer kunna leda till en utsläppsminskning på mellan 800–44 900 kg CO₂-e (se billiga 6).

För att räkna om nyttorna med exempel 1 och 2 till ekonomiska värden kommer maxvärdena från Trafikverkets ASEK, koldioxidskatt och EU ETS att användas. Uträkningarna presenteras i tabell 29 och räknas fram genom att multiplicera värdet från ASEK, koldioxidskatt och EU ETS med koldioxidutsläppen.

Tabell 29

Det ekonomiska värdet som utsläppsminskning beräknas ha.

Värde kr/kg CO ₂ -e	Exempel 1 (5 000 m ²)	Exempel 2 (10 000 m ²)
0,33	132–7 408 kr	264–14 817 kr
1,19	476–26 715 kr	952–53 431 kr
7	2 800–157 150 kr	5 600–314 300 kr

Not: Se bilaga 5 & 6 för detaljer om beräkningarna.

Värdering av kostnaderna från ökade utsläpp i Sverige

Den klimatmässiga kostnaden är de faktiska utsläppen för odlingsanläggningen i Sverige. Utsläppen från odlingen beräknas som kostnader då det är en negativ effekt från odlingen. Detta visar det ekonomiska värdet på utsläppsminskningen om man väljer att satsa på odlingen.

Tabell 30

Utsläppen från en hydroponisk odling i Sverige.

Källa	CO ₂ (kg/m ²)	LCA inkluderar	Antaganden
<i>Martin, 2019</i>	1,75	Vattenpump, värme och teknik, ventilation, belysning	Svensk el-mix, 240 m ² odling
<i>Molin & Martin, 2018</i>	(Plast) 2 och (Papper) 1,94	Näring, frö, förpackning, vattenpump, värme och teknik, ventilation, belysning	Svensk el-mix, 240 m ² odling
<i>Egeet räkneexempel (bilaga 5)</i>	Industrilokal 14,0–133,6 Växthus 15,9–135,5	Värme, vattenpump, ventilation, näring	Svensk el-mix, utsläppen för soja, belysning

Not: källorna presenteras i tabellen.

Eftersom odlingen är beräknad att byggas i två plan krävs det olika antaganden gällande hur energibehoven kommer att förändrats av detta. Även om odlingens yta fördubblas så kommer inte kostnaderna att göra det, faktorer som uppvärmning och ventilation förväntas vara oförändrade eller ha en minimal förändring då byggnadens storlek inte påverkas. Detta betyder att endast faktorer gällande den hydroponiska tekniken och belysningen kommer att påverkas av att odlingen är i flera plan. Resultatet i egna räkneexemplet gällande belysningen kan vara något lägre vid odling i ett traditionellt växthus på grund av tillgången av solljus.

Utifrån räkneexempel 1 som bygger på att odlingen skulle vara 5 000 m² stor hade utsläppen haft ett spann på mellan 70 250–677 750 kg CO₂-e. Extremvärdena baseras enbart på de egna antagna i bilaga 5, vilket kan ha en högre osäkerhet än de som grundas på de olika LCA-studierna.

Räkneexempel 2 utgår ifrån en 10 000 m² stor odlingsyta. Vid endast en fördubbling av energibehovet för den hydroponiska tekniken och belysningen blir utsläppsspannet 136 300–1 341 600 kg CO₂-e. Detta betyder att faktorer som t.ex. värme inte fördubblas, då lokalens yta är detsamma som i räkneexempel 1.

För att kunna jämföra utsläppen med andra ekonomiska aspekter räknas siffrorna i exempel 1 och 2 om till ekonomiska värden med hjälp av maxvärdena från

Trafikverkets ASEK, koldioxidskatten och EU ETS. Uträkningarna presenteras i tabell 31.

Tabell 31

Den ekonomiska kostnaden för utsläppen från odlingen i Sverige.

Värde kr/kg CO ₂ -e	Exempel 1 (5 000 m ²)	Exempel 2 (10 000 m ²)
0,33	23 183-223 658 kr	44 979 442 728 kr
1,19	83 597-806 522 kr	162 197-1 596 504 kr
7	491 750-4 744 250 kr	954 100-9 391 200 kr

Not: Se bilaga 5 för detaljer om beräkningarna.

Drift- och byggnationskostnaderna för en hydroponisk sojaodling

Byggnationskostnader

I tabell 32 presenteras kostnaderna från flera olika studier, mer detaljerade siffror över de olika exemplen finns i bilaga 1. Kostnaderna är uppdelade i växthus respektive industrilokal. Det som skiljer siffrorna åt i varje exempel är kostnaderna för det hydroponiska systemet. Markkostnader är inte inkluderat i dessa siffror. Exempel tre bygger på antaganden från företag inom byggbranschen av industrilokaler.

Tabell 32

Byggnationskostnaderna.

Total kostnad (SEK)	
Industrilokal	Exmpel 1: 108,9 miljoner Exmpel 2: 125,3 miljoner Exmpel 3: 55-71 miljoner
Växthus	Exmpel 1: 42,4 miljoner Exmpel 2: 58,8 miljoner

Not: Se bilaga 1 för detaljer om beräkningarna.

Kostnaderna för industrilokalen exempel 1 och 2 skiljer sig åt på grund av kostnaderna för det hydroponiska systemet. Exempel 3 får ett spann då det använder samma två uppskattningar av det hydroponiska systemet medan byggnationskostnaden grundas på antagandet för byggnation.

Exemplen för växthusen använder samma kostnader för konstruktionen med olika för det hydroponiska systemet. Skillnaden mellan industrilokal och växthus beror till stora delar på att växthuset enbart består av glas och stålram, medan industrilokalen är en isolerad byggnad med högre standard.

Anledningen till att ta med olika exempel gällande det hydroponiska systemet beror på osäkerheten kring vad som krävs för en sojaodling inomhus och hur mycket det kan kosta att bygga. Kostnaden för växthuset har en mindre osäkerhet än industrilokalen. Detta beror på att Jordbruksverket i sina rapporter tydligt har specificerat vad det kommer att kosta att bygga och att informationen är från en svensk kontext.

Driftkostnader

Driftkostnaderna är uträknade på årsbasis. Tabell 33 grundas på uträkningar från bilaga 1. Driftkostnaderna bygger på data från liknande odlingar som använder den teknik som förväntas behövas i en hydroponisk odling. Beräkningarna har gjorts utifrån två olika räkneexempel. Det som skiljer dem åt är uppvärmningskostnaderna och belysningen. Kostnaderna består av antaganden gällande belysning, näring och el-pris.

Tabell 33

De tekniska driftkostnaderna.

	Kostnad kr
Industrilokal	871 653–6 580 545
Växthus	736 973–3 591 420

Not: Se bilaga 1 för detaljer om beräkningarna.

Kostnaderna för att värma upp anläggningarna bygger på att industrilokalen förväntas ha ett mer effektivt system med mindre spillvärme. Växthuset antas ha en högre värmekostnad på grund av dess konstruktion. Detta skapar den skillnad som finns avseende värmekostnaden. Den stora skillnaden mellan de olika byggnaderna och dess kostnader är belysningen. Skillnaderna beror på antagandet av hur starka (watt) lamporna som kommer att krävas per kvadratmeter. Mellan de båda byggnadskonstruktionerna skiljer sig även energiförbrukningen då växthuset förväntas ha ett lägre behov av växtbelysning på grund av tillgången på solljus.

Personalkostnaden presenteras i tabell 34 och grundas på tidigare studier och egna exempel som bygger på olika antaganden. Dessa finns specificerade i bilaga 2. Fem

olika exempel togs fram, dock kommer inte exempel två att tas med då den har för stora avvikelser.

Tabell 34

Olika räkneexempel gällande personalkostnaden.

	Kostnad kr	Antaganden
Exempel 1	2 609 464	Utbildningsnivå, arbetstimmar
Exempel 3	1 210 000	Utgår ifrån att det inkluderar pålägg
Exempel 4	1 295 783	Att det inte inkluderar pålägg och därför har två beräkningar gjorts, arbetstimmar
Exempel 5	1 096 992–1 375 791	Medellönen, arbetstimmar
Genomsnitt	1 553 060	

Not: Se bilaga 2 för detaljer om beräkningarna.

Uträkningarna innehåller flera antaganden, dock ses arbetstimmar som en av de mest betydande faktorerna. Arbetade timmar bygger på ett spann på 4 969–7 300 timmar då det grundas på traditionell odling och antaganden om hydroponisk odling. Antal timmar per kvadratmeter bygger på traditionell inomhusodling och förväntas skilja sig från en hydroponisk. På grund av den begränsade forskningen har inga fler uträkningar gjorts för att få mer exakta siffror. Den hydroponiska odlingen förväntas ha moment som både går snabbare respektive tar längre tid, vilket i sin tur jämnar ut skillnaderna jämfört med den traditionella odlingen. Andra betydande antaganden gällande utbildningsnivån kan komma att behövas för att driva odlingen. Detta har hanterats med räkneexempel 1 som utgår ifrån att det kommer krävas personal med eftergymnasial utbildning.

Nyttovärdet av intäkterna från försäljningen av sojan

Vid försäljning av soja kommer intäkter att genereras. Dessa intäkter är en nytta. Intäkterna bygger på marknadspriset för soja, samt antagande att premiumsoja kan säljas för 50 % över rådande marknadspris för soja. I tabell 35 nedanför presenteras intäkterna för båda scenarierna.

Tabell 35

Förväntade intäkter från försäljning av soja.

	Kg pris	Totalintäkten per år (7 500 kg)
Marknadspris	3,17 kr/kg	23 775 kr
Premiumsoja	4,75 kr/kg	35 625 kr

Källa: Martinez-Ribaya & Areal (2020). Not: Se bilaga 6 för detaljer om beräkningar.

Siffrorna i tabellen bygger på antagande att odlingen kommer kunna producera lika mycket i växthuset som i en industrilokal. Den årliga produktionen från den 10 000 m² stora odlingen förväntas vara 7 500 kg utifrån ovanstående antagande. Som tidigare nämnts finns det olika antaganden gällande vad svenskodlad soja skulle kunna vara värt bland konsumenterna och om den kan klassificeras som en premiumprodukt.

Diskontering

De ekonomiska utgifterna för byggnaderna kommer att ske i nutid. Detta gäller även för nyttorna av utsläppsminskningen även om minskning leder till utsläppsminskningar varje år. Fast att utsläppen påverkas i nutid kommer inte den klimatmässiga effekten vara mätbar förrän längre fram i tiden. Då investeringen förväntas vara aktiv under flera år behöver faktorerna räknas och uppskattas utifrån ett framtida värde.

För att göra tidsperspektivet mer greppbart kommer ett 50 års spann att presenteras. I tabell 36 presenteras de totala kostnaderna och nyttorna över tid. Driftkostnaderna är adderade tillsammans med kostnaderna för respektive byggnad och personalkostnaderna.

Som tidigare nämnts kommer diskonteringsränta att används för att räkna fram vad framtida nyttor och kostnader är värda i dag. Detta kallas även för nuvärdesberäkning. Diskonteringsräntan är satt till 3,5 % och beräknas på 50 år, resultatet av detta presenteras i tabell 36.

Tabell 36

Kostnaderna och värdet idag respektive nuvärdet över en 50 års period.

	Per år kr	Totala nuvärdet kr
Byggnationskostnader		

<i>Industilokal</i>	1,1-2,5 miljoner	55–125 miljoner
<i>Växthus</i>	0,84-1,16 miljoner	42–58 miljoner
<i>Driftkostnad</i>		
<i>Industri lokal</i>	2,4–8,1 miljoner	56–125 miljoner
<i>Växthus</i>	2,3-5,1 miljoner	59–198 miljoner
<i>Kostnaden för produktionsutsläppen</i>		
<i>Brasilien</i>	132–314 300 kr	3 228–7 686 401 kr
<i>Sverige</i>	23 183–9 391 200 kr	0,56–230 miljoner kr
<i>Intäkter</i>		
<i>Markandspris</i>	23 775 kr	581 432 kr
<i>Premiumsoja</i>	35 625 kr	871 231 kr

Not: Se bilaga 6 för detaljer om beräkningarna.

Produktionsutsläppen i tabell 36 presenterar det totala ekonomiska värdet på utsläppsminskningen i Brasilien och utsläppsökningen i Sverige. Då värdena i tabell 36 har delvis mycket stora spann så har genomsnittsvärden tagits fram som ett alternativ till resultat i tabell 37. Genomsnittsvärdena togs fram genom att addera alla värden inom en kategori t.ex. produktionsutsläpp Sverige, och dela med antalet. Kostnaden för utsläppen har dock endast använt koldioxidskatten på 1,19 kr/kg för att ta fram värdet. Genom att ta fram genomsnittet blir ett enda värde en indikator på vad som kan förväntas. Detta värde kan dock endast ses som ett cirka värde och inte det faktiska utfallet. Tabell 37 presenterar genomsnittet av kostnaderna och nyttorna som har tagits fram i tabell 36.

Tabell 37

Genomsnittet av kostnaderna och värdet idag respektive nuvärdet över en 50 års period.

	Genomsnitt per år kr	Genomsnitt nuvärdet kr
<i>Byggnationskostnader</i>		
<i>Industilokal</i>	1,8 miljoner	44 miljoner
<i>Växthus</i>	1,01 miljoner	25 miljoner
<i>Driftkostnad</i>		
<i>Industri lokal</i>	5,3 miljoner	130 miljoner
<i>Växthus</i>	3,7 miljoner	90 miljoner
<i>Kostnaden för produktionsutsläppen</i>		
<i>Brasilien</i>	4875 kr	119 221 kr
<i>Sverige</i>	879 351 kr	21,5 miljoner kr

Intäkter		
Försäljning av sojan	29 700 kr	726 331 kr

Not: Se bilaga 6 för detaljer om beräkningarna.

Värdena i tabell 37 lyfter fram att det finns flera enstaka extremvärden i tabell 36. Efter att ha analyserat t.ex. kostnaden för produktionsutsläppen i Sverige, så blir genomsnittsvärdet per år 8,5 miljoner lägre än det högsta enskilda värdet. Detta betyder att kostnaden består till stora delar av lägre tal och endast enstaka höga värden.

Med hjälp av siffrorna i tabell 36 & 37 kommer nettovärdet att räknas ut. Detta kommer svara på om den hydroponiska sojaodlingen i Sverige är samhällsekonomiskt lönsamt.

Tabell 38

NPV-värdet som belyser om satsningen är samhällsekonomisk eller inte.

	NPV (min)	NPV (Genomsnitt)	NPV (max)
Industrilokal	-111,97 Mkr	- 194,65 Mkr	-471,44 Mkr
Växthus	-100,97 Mkr	- 135,65 Mkr	-477,44 Mkr

Not: Se bilaga 6 för detaljer om beräkningarna.

Tabell 38 visar på att NPV får ett negativt resultat där kostnaderna är betydligt större än nyttorna. Uträkningarna finns i bilaga 6. NPV max grundas på försiktighetsprincipen och bygger på de högsta värdena i tabell 36, medan NPV min bygger på de lägsta.

Känslighetsanalys)

Eftersom studiens syfte är att undersöka odlingens klimatpåverkan i jämförelse med att importera soja från Brasilien, kommer fyra olika scenarier tas fram utifrån kostnaden för produktionsutsläppens nuvärde i tabell 36. Scenarierna utgår ifrån att ländernas odlingar skulle ha kostnader med minimala eller maximala utfall.

Tabell 39

Utgår ifrån scenariot att Brasilien har minimala och Sverige maximala utsläpp.

	Min	Max	NPV
Brasilien	3 228 kr		-229 Mkr

Sverige		- 230 Mkr	
---------	--	-----------	--

Not: beräkningarna baseras på tabell 36.

Tabell 40

Scenariot utgår ifrån minimala utsläpp i Sverige och maximala i Brasilien.

	Max	Min	
Brasilien	7 686 401 kr		7 Mkr
Sverige		- 0,56 Mkr	

Not: beräkningarna baseras på tabell 36.

Tabell 41

Både Sverige och Brasilien har minimala utsläpp i detta scenario.

	Min	NPV
Brasilien	3 228 kr	- 556 773 kr
Sverige	- 0,56 Mkr	

Not: beräkningarna baseras på tabell 36.

Tabell 42

Utgår ifrån scenariot att Sverige och Brasilien har maximala utsläppen.

	Max	NPV
Brasilien	7 686 401 kr	-222 Mkr
Sverige	- 230 Mkr	

Not: beräkningarna baseras på tabell 36.

Utifrån de fyra olika scenarierna har den svenska odlingen lägst utsläpp i tabell 40. Detta scenario bygger på minimala utsläpp i Sverige och maximala i Brasilien, de andra tre har det motsatta resultatet. Det betyder att det kan finnas omständigheter och förutsättningar som kan göra att odlingen är ett bättre alternativ än importerad soja rent klimatmässigt.

10. Diskussion (risk och osäkerhet)

I diskussionen tas olika osäkerheter upp, som kan finnas bland antaganden och den insamlade informationen som presenteras i resultatets uträkningar.

Uträkningarna för odlingen i Sverige bygger på att odlingen kommer att ha en årlig avkastning på tre skördar. Mängden skördar utgår ifrån en traditionell odling och tar därför inte någon hänsyn till att ett hydroponiskt system kan vara mer effektivt och generera en större avkastning. En ökad årlig avkastning skulle kunna betyda minskade utsläpp och kostnader per kg. Enligt den här studien skulle det dock krävas en mycket stor ökning för att göra odlingen lönsam och mer klimateffektiv. För att minimera risken med att överskatta odlingen togs det inte någon hänsyn till att produktionen kan komma att bli högre än vid traditionell odling.

Antagandena gällande belysningen leder till stora skillnader i både kostnader och utsläpp, vilket beror på den stora variationen i energiförbrukningen. Detta beror på att det inte finns några studier som har undersökt hur mycket belysning som soja kräver för en optimal tillväxt. Osäkerheten bygger därför på att antaganden grundas på odlingar av andra grödor och rekommendationer för inomhusodling. För att ta fram ett så tillförlitligt värde som möjligt har resultaten från de olika källorna lagts ihop och skapat ett spann över den förväntade förbrukningen. Genom att skapa ett förbrukningsspann blir det möjligt att göra flera olika uträkningar utifrån ett mini- och maximumvärde samt ett genomsnittsvärde.

Det som ger ett så negativt NPV är den stora osäkerheten kring elförbrukningen av belysningen. Styrkan och antalet lampor påverkar hur snabbt grödorna kommer att frodas. Risken är dock att om odlingen har för många lampor som hänger för nära växterna så kan grödan brännas och leda till en långsammare tillväxt. Antalet timmar som belysningen är aktiv har en direkt påverkan på växtens välmående och odlingens kostnader.

Andra faktorer som påverkar belysningens förbrukning är tillgången på solljus. Växthus kommer att kräva en mindre andel belysning på grund av dess glasfasad, dock är det oklart hur stor besparingen blir. Underlaget gällande hur mycket mindre belysning som krävs i växthus gentemot en industrilokal kräver mer forskning för att

få fram mer exakt data. Uträkningarna har därför utgått ifrån en odling på 5 000 till 10 000 m². Belysningsytan kan minskas under sommaren då översta odlingen och sidorna av den nedre kan antas överleva på enbart solljus i växthuset, dock blir det motsatt effekt under vintern. På grund av det varierande behovet av belysning som dessutom inte är konstant antas ett förbrukningsspann mellan de olika ytorna istället för ett exakt värde.

De faktiska arbetskostnaderna kan både vara högre och lägre än det som har uppskattats. Antal arbetade timmar bygger på odlingar av andra typer av grödor i växthus. Detta kan leda till en skillnad mot vad sojaodlingen kommer att kräva. Då odlingen kommer att vara i två plan förväntas den ha moment som går snabbare än en traditionell odling t.ex. översyn och inget behov av bekämpningsmedel. Tidsbesparingen skiljer sig beroende på vilken gröda som odlas och därför har inte någon större hänsyn tagits till detta. Personalens utbildningsnivå förväntas vara något högre än i en traditionell odling, dock hur mycket högre råder det en osäkerhet kring. För att ta hänsyn till utbildningsnivån används information från företag som bedriver hydroponisk odling, vilket ger indikation på vad det tekniska systemet kommer att kräva. Det kan finnas en risk att soja som odlas inomhus kommer att kräva personal med annan kompetens. Uträkningarna har därför inte baserats på några antaganden om vad för utbildning som krävs utan istället inkludera exempel på att det kan komma att krävas individer med en högre utbildning och leda till en högre personalkostnad.

Inomhusodlingen kommer att kräva olika former av näring, dock förväntas behovet vara lägre i ett slutet system. Hur mycket lägre näringsbehovet förväntas vara är ytterst osäkert då sojan kommer att ha liknade upptag som i en traditionell odling samtidigt som den överblivna näringen pumpas runt i systemet. För att hantera detta har information från flera olika odlingar med varierande grödor används för att ta fram en uppskattning. Kostnaden och utsläppen från näringsproduktion kan därför variera då det är oklart hur långt det måste transporteras och var i Sverige odlingen skulle ligga. Dessa variationer behandlas inte ytterligare då de förväntas ta ut varandra genom att kostnaderna och utsläppen både ökar respektive minskar.

Att inte ha med priset och användningen av mark i Sverige gör att siffrorna i resultatet grundas på färre osäkerheter, dock är det en kostnad som kommer att uppstå vid en byggnation av odlingen. Den stora osäkerheten i antagandet om marken hade kunnat leda till oerhört missvisande siffror. Detta kunde ha varit lättare att fastställa om ett längre förlopp av produktionskedjan analyserats, dock var inte det syftet med uppsatsen. En kartläggning av produktionskedjan skulle kunna precisera flera platser som hade kunnat vara föremål för byggnation.

Utifrån tabell 40 hade odlingen haft en positiv inverkan på klimatet om scenariet var att Sveriges faktiska värden är de lägsta och Brasiliens de högsta i tabellen ($NPV = 7,6 \text{ Mkr} - 0,56 \text{ Mkr} = 7 \text{ Mkr}$). Det är dock osannolikt att verkligheten skulle ge två extremfall.

För att hydroponisk sojaodling i Sverige skulle få ett mer positivt samhällsekonomiskt resultat krävs flera olika åtgärder. Det hade behövts en vidare utveckling av belysningen för att minska elförbrukningen. Driftkostnaderna och klimatpåverkan från elförbrukningen hade kunnat minskas ytterligare med hjälp av solceller eller annan form av egen elproduktion. Genom att producera egen el skulle problemet med ökad efterfrågan minska, vilket annars skulle kunna leda till att andra verksamheter får köpa el med högre utsläpp. Värdet på de positiva aspekterna av att odla utan bekämpningsmedel skulle kunna räknas med som ett positivt värde. Detta värde kan belysa hur den biologiska mångfalden frodas av minskade utsläpp i naturen.

Det kan finnas en osäkerhet kring påverkan av odlingarna i Brasilien. Även om olika LCA-studier har gjorts kan det finnas en risk att relevanta aspekter inte har tagits med. Klimatpåverkan från exploatering av skog och specifikt regnskog är ytterst komplext och det finns en osäkerhet i att beräkna hur detta kommer att påverka klimatet i framtiden. Det ekonomiska värdet av skogens biologiska mångfald och dess förmåga att ta upp CO_2 är en konstant debatt, vilket skapar en risk för att det kan vara under- eller övervärderat. Hade studierna gällande Brasilien kommit fram till att odlingarna har en större klimatpåverkan skulle NPV kunna vara positiv. Det hade också kunnat vara intressant att undersöka klimateffekterna från att ha den hydroponiska odlingen i andra europeiska länder som har ett varmare klimat, för att på så sätt få ner kostnaderna.

11. Slutsats

Nedanstående text svarar på studiens frågeställning och presenterar förslag på vad det behöver forskas vidare på.

Studiens syfte var att undersöka om det är samhällsekonomiskt lönsamt att odla soja i Sverige med hjälp av vertikal hydroponisk teknik, jämför med att importera från Brasilien. Fokus har varit på klimateffekten och hur den påverkas av minskad import av soja till Sverige. Beräkningarna har baserats på odling i en industrilokal respektive växthus.

Resultatet har lett fram till negativa slutvärden, vilket innebär att det inte är samhällsekonomiskt försvarbart att bedriva sojaodling i ett vertikalt hydroponiskt system. Att odling inte skulle bli lönsamt rent marknadsekonomiskt var väntat på grund av dess stora kostnader, dock var den negativa inverkan på klimatet oväntad.

Det som gör odlingen samhällsekonomiskt olönsam är de höga utsläppen från energiförbrukningen. På grund av den höga energiförbrukningen bör inte samhället investera i denna form av odling i syfte att sänka de globala utsläppen av växthusgaser. Detta beror på att den importerade sojan beräknas ha lägre klimateffekter än den som odlas inomhus i Sverige.

Värdet på de utsläpp som är beräknade hade inte rent klimatmässigt gjort någon större skillnad även om t.ex. Trafikverket eller koldioxidskatten värderat dem högre. Detta hade enbart förändrat det ekonomiska värdet på utsläppen och inte gjort odlingen bättre rent klimatmässigt. Hade utsläppen värderats högre hade odlingen fortfarande inte varit samhällsekonomiskt lönsam, då kostnaden är så mycket större än nyttan.

För att odlingen skulle bli samhällsekonomiskt lönsam hade det krävts en kraftig minskning av driftkostnaderna. Hade kostnaderna minskat skulle odlingen kunna bli samhällsekonomiskt lönsam rent marknadsmässigt, men inte klimatmässigt. Eftersom odlingen hade högre utsläpp än den importerade sojan krävs det en utveckling av tekniken för att minska energibehoven. Skulle det vara möjligt att minska odlingens energibehov hade odlingen kunnat bli samhällsekonomiskt lönsam rent klimatmässigt.

För att ta resultatet av denna studie vidare krävs mer forskning gällande växtbelysning specifikt för soja. Möjligheterna med solceller bör undersökas som ett alternativ för att minska utsläppen och elkostnaderna. Den förväntade produktionsmängden bör undersökas för att säkerställa utfallet.

Vad climateffekterna från importerad soja och hydroponisk odlad soja i Sverige är, samt dess samhällsekonomiska nyttor och kostnader anser jag att denna studie har svarat på. Detta resultat kommer att kvarstå till dess att framtida forskning guidar oss fram till något nytt.

Tack

Vill börja med att tacka min handledare vid Lunds universitet, Fredrik Wilhelmsson, för all värdefull feedback och stått ut med alla mina frågor. Även om mina uträkningar och text inte alltid har varit helt korrekt har du alltid bistått med konstruktiv kritik och hjälp under hela arbetet.

Med denna uppsats har jag nu avslutat fem års studier och vill med detta tacka er som har stöttat mig under alla år. Vill rikta ett särskilt stort tack till Michael Johansson som har hjälpt till med språk och grammatik.

Lund, 25 maj 2020

Felix Sunesson

Referenser

- Adams, T.C., Brye, K.R., Purcell, L.C., Ross, W.J., Gbur, E.E. & Savin, M.C. (2018). *Soil property differences among high-and average-yielding soya bean areas in Arkansas, USA*. *Soil Use and Management*, 34(1), s.72-84.
- Arvidson, P., Carrington, T. & Johed, G. (2018). *Den nya affärsredovisningen*. Upplaga 21.
- Banerjee, C. & Adenaueer, L. (2014). *Up, up and away! The economics of vertical farming*. *Journal of Agricultural Studies*, 2(1), s.40-60.
- Beacham, A.M., Vickers, L.H. & Monaghan, J.M. (2019). *Vertical farming: a summary of approaches to growing skywards*. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 94(3), s.277-283.
- Benis, K., Turan, I., Reinhart, C. & Ferrão, P. (2018). *Putting rooftops to use—A Cost-Benefit Analysis of food production vs. energy generation under Mediterranean climates*. *Cities*, 78, s.166-179.
- Boardman, A., Greenberg, D., Vining, A. & Weimer, D. (2018). *Cost-benefit analysis*. 5: e upplagan. Cambridge University Press.
- Bosona, T., & Gebresenbet, G. (2018). *Life cycle analysis of organic tomato production and supply in Sweden*. *Journal of cleaner production*, 196, s.635-643.
- Boverket. (2015). *Boverkets författningssamling BBR 24*.
<https://rinfo.boverket.se/BBR/PDF/BFS2016-13-BBR-24.pdf>
- Bryman, A. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder*. 3: e upplagan. Stockholm: Liber.
- Bångman, G. (2012). *Introduktion till samhällsekonomisk analys*. Borlänge: Trafikverket.
- Börjesson, P., Tufvesson, L. & Lantz, M. (2010). *Life Cycle Assessment of Biofuels in Sweden*. Lund University.
- Castanheira, É.G. & Freire, F. (2013) *Greenhouse gas assessment of soybean production: implications of land use change and different cultivation systems*. *Journal of Cleaner Production*, 54, s.49-60.
- Collectum. (u.å.). *Aktuella premier och basbelopp*. <https://collectum.se/foretag/om-itp-itpk-och-tgl/aktuella-premier-och-basbelopp>
- Davis, J., Sonesson, U. & Flysjö, A. (2006). *Lokal produktion och konsumtion av baljväxter i Västra Götaland*. Institutet för livsmedel och bioteknik (SIK) (SIK-rapport: 756).
- Despommier, D. (2013). *Farming up the city: the rise of urban vertical farms*. *Trends in biotechnology*, 31(7), s.388-389.

- Despommier, D. (2009). *The rise of vertical farms*. Scientific American, 301(5), s.80-87.
- de Waroux, Y.L.P. (2019). *Capital has no homeland: the formation of transnational producer cohorts in South America's commodity frontiers*. Geoforum, 105, s.131-144.
- Eriksson, M., Ghosh, R., Hansson, E., Basnet, S. & Lagerkvist, C.J. (2018). *Environmental consequences of introducing genetically modified soy feed in Sweden*. Journal of Cleaner Production, 176, s.46-53.
- Energi- & klimatrådgivningen. (2018). *Miljöpåverkan från el*.
<https://energiradgivningen.se/klimat/miljopaverkan-fran-el>
- Europeiska kommissionen. (u.å). *EU Emissions Trading System (EU ETS)*.
- Europeisk kommissionen. (2017). 2116 IN). *European strategy for the promotion of protein crops – encouraging the production of protein and leguminous plants in the European agriculture sector*.
- Europeiska kommissionen. (2018). 757 final. *Om utveckling av vegetabiliska proteiner i Europeiska unionen*.
- FAO. (u.å.). *Soybean*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/soybean/en/>
- Fuldauer, L.I., Parker, B.M., Yaman, R. & Borrion, A. (2018). *Managing anaerobic digestate from food waste in the urban environment: Evaluating the feasibility from an interdisciplinary perspective*. Journal of Cleaner Production, 185, s.929–940.
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., ... & Helkowski, J. H. (2005). *Global consequences of land use*. Science, 309(5734), s.570-574.
- Fogelberg F. (2009). *Sojaodling i Sverige – erfarenheter av försök och demonstrationsodlingar 2006–2009*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
- Galford, G., Melillo, J., Mustard, J., Cerri, C. & Cerri, C. (2010). *The Amazon Frontier of Land-Use Change: Croplands and Consequences for Greenhouse Gas Emissions*. Earth Interactions, 14(15), s.1-24.
- Gentry, M. (2019). *Local heat, local food: Integrating vertical hydroponic farming with district heating in Sweden*. Energy.
- Heimer, A. (2010). *Soja som foder och livsmedel i Sverige*. Stockholm: Naturskyddsföreningen.
- Jordbruksverket. (2007a). *Goda exempel på rening av returvatten från odlingar av grönsaker och prydnadsväxter i växthus*. ISSN: 1102-8025.
<https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/goda-exempel-pa-rening-av-returvatten.html>
- Jordbruksverket. (2007b). *Ekonomi – ekologisk odling i växthus*. ISSN: 1102-8025.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo07_19.pdf

- Jordbruksverket. (2014). *Väsentligt samhällsintresse? – Jordbruksmarken i kommunernas fysiska planering*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/vasentligt-samhallsintresse-jordbruksmarken-i-kommunernas-fysiska-planering.html>
- Jordbruksverket. (2015a). *Energianvändning i växthus 2014*. Statistikrapport 2015:04 <https://djur.jordbruksverket.se/download/18.6112a59e1513fb76f9912475/1448523666439/201504.pdf>
- Jordbruksverket. (2015b). *Jordbruksmarkens värden*. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr362.html>
- Jordbruksverket. (2018a). *Ekonomi i växthusodling – kalkyler för tomat, gurka och örtkryddor*. https://www2.jordbruksverket.se/download/18.620be87916320c7a6ea27a13/1525324418546/jo18_10.pdf
- Jordbruksverket. (2018b). *Priser på jordbruksmark 2018*. https://djur.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Priser%20och%20prisindex/JO38/JO38SM1901/JO38SM1901_ikortadrag.htm
- Kamali, F.P., Meuwissen, M.P., de Boer, I.J., van Middelaar, C.E., Moreira, A. & Lansink, A.G.O. (2017). *Evaluation of the environmental, economic, and social performance of soybean farming systems in southern Brazil*. *Journal of Cleaner Production*, 142, s.385-394.
- Kong, Y., Nemali, A., Mitchell, C. & Nemali, K., 2019. *Spectral quality of light can affect energy consumption and energy-use efficiency of electrical lighting in indoor lettuce farming*. *HortScience*, 54(5), s.865-872.
- Kågebro, E., & Vredin Johansson, M. (2008). *Ekonomiska verktyg som beslutsstöd i klimatanpassningsarbete*. FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut.
- Lopez-Marin, J., Rodriguez, M., Del Amor, F.M., Galvez, A. & Brotons-Martinez, J.M. (2019). *Cost-Benefit Analysis of Tomato Crops under Different Greenhouse Covers*. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 21(2), s.235-248.
- Markets insider. (u.å.-a). *CO2 European emission allowances*. <https://markets.businessinsider.com/commodities/co2-european-emission-allowances>
- Markets insider. (u.å.-b). *Soybeans – commodity*. <https://markets.businessinsider.com/commodities/soybeans-price>
- Martinez-Ribaya, B. & Areal, F.J. (2020). *Is there an opportunity for product differentiation between GM and non-GM soya-based products in Argentina?*. *Food Control*, 109, s.106895.
- Miljö- & jordbruksutskottet. (2016). 17: MJU23. *Ett livsmedelsstrategi för Sverige*.
- Martin, M., Poulidikidou, S. & Molin, E. (2019). *Exploring the Environmental Performance of Urban Symbiosis for Vertical Hydroponic Farming*. *Sustainability*, 11(23), s.6724.
- Molin, E. & Martin, M. (2018). *Assessing the energy and environmental performance of vertical hydroponic farming*. IVL Swed. *Environ. Res. Inst*, 2018(36), s.2019.

- Naturvårdsverket. (2018). *Vägledning i Klimatklivet – Beräkna utsläppsminskning*.
- Hjelm, N. (2018). *Hydroponisk odling: köksträdgård utan jord*. Stockholm: Nordstedts.
- Novaes, R., Pazianotto, R., Brandão, M., Alves, B., May, A. & Folegatti-Matsuura, M. (2017). *Estimating 20-year land-use change and derived CO₂ emissions associated with crops, pasture and forestry in Brazil and each of its 27 states*. *Global Change Biology*, 23(9), s.3716-3728.
- Pat, j. (2007). *Soy in the Amazon*. Virginia Quarterly Review.
- Regeringskansliet. (2020). *Sweden's carbon tax*. <https://www.government.se/government-policy/taxes-and-tariffs/swedens-carbon-tax/>
- Rufi-Salís, M., Petit-Boix, A., Villalba, G., Ercilla-Montserrat, M., Sanjuan-Delmás, D., Parada, F., Arcas, V., Muñoz-Liesa, J. & Gabarrell, X.. (2020). *Identifying eco-efficient year-round crop combinations for rooftop greenhouse agriculture*. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, s.1-13.
- Röös, E. (2013). *Analysing the carbon footprint of food*. Uppsala: Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Sanjuan-Delmás, D., Llorach-Massana, P., Nadal, A., Ercilla-Montserrat, M., Muñoz, P., Montero, J.I., Josa, A., Gabarrell, X. & Rieradevall, J. (2018). *Environmental assessment of an integrated rooftop greenhouse for food production in cities*. *Journal of cleaner production*, 177, s.326-337.
- SCB. (2019a). *Medianlöner i Sverige: 2018*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/utbildning-jobb-och-pengar/medelloner-i-sverige/>
- SCB. (2019b). *Genomsnittlig månadslön efter utbildningsnivå 2018*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/arbetsmarknad/loner-och-arbetskostnader/lonestrukturstatistik-hela-ekonomin/pong/tabell-och-diagram/genomsnittlig-manadslon-efter-utbildningsniva/>
- SCB. (2020). *Priser på el för industrikunder 2007-*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/energi/prisutvecklingen-inom-energiområdet/energipriser-pa-naturgas-och-el/pong/tabell-och-diagram/genomsnittspriser-per-halvar-2007/priser-pa-el-for-industrikunder-2007/>
- SCB. (u.å.). *Trädbränsle och torvpriser, per år exklusive skatt, från och med 1993, kronor / MWh fritt förbrukare löpande priser*. https://pxexternal.energimyndigheten.se/pxweb/sv/Tr%3%a4dbr%3%a4nsle-%20och%20torvpriser/-/EN0307_2.px/table/tableViewLayout2/?rxid=79e3c147-398b-4bb3-9b08-517ec64c39d1
- Skatteverket. (u.å.). *Arbetsgivaravgifter*. <https://www.skatteverket.se/foretagochorganisationer/arbetsgivare/arbetsgivaravgifteroc-hskatteavdrag/arbetsgivaravgifter.4.233f91f71260075abe8800020817.html>
- Souza, S.V., Gimenes, R.M.T. & Binotto, E. (2019). *Economic viability for deploying hydroponic system in emerging countries: A differentiated risk adjustment proposal*. *Land use policy*, 83, s.357-369.

- Svensson, M., & Hulkrantz, L. (2014). *Ekonomiska utvärderingar i svensk offentlig sektor – likheter och skillnader*. Ekonomisk debatt 43:40–50.
- Trafikverket. (2018). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1*.
- Trafikverket. (2019). *Åtgärder för ökad andel godstransporter på järnväg och med fartyg*. ISBN: 978-91-7725-493-5
- Vanhove, W., Van Damme, P. & Meert, N. (2011). Factors determining yield and quality of illicit indoor cannabis (*Cannabis* spp.) production. *Forensic Science International*, 212(1-3), s.158-163.
- Verksamhet. (u.å.). *Räkna ut vad en anställd kostar*. <https://www.verksam.se/alla-etjanster/rakna-ut/rakna-ut-vad-en-anstalld-kostar>
- Vermeulen, S.J., Campbell, B.M., & Ingram, J.S. (2012). *Climate Change and food systems*. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 37.
- Xydis, G. A., Liaros, S. & Botsis, K. (2017). *Energy demand analysis via small scale hydroponic systems in suburban areas – An integrated energy-food nexus solution*. *Science of the Total Environment*, Volume 593-594, s. 610-617.
- Zachrisson, J. (2019). *Rekordintresse för vegetarisk mat*. SVT. [Online] Tillgänglig på: <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/rekordintresse-for-vegetarisk-mat> [Hämtad: 2020-01-14]

Bilaga 1 – Kostnader för byggnation och drift

Industrilokal

Det kommer göras två olika uträkningar när det kommer till kostnaderna för det hydroponiska systemet. För själva byggnaden och det ena hydroponiska systemet används Banerjee och Adenaauer (2014). Det andra hydroponiska systemet hänvisar till Fuldauer m.fl. (2018). Räkneexempel 3 bygger på antaganden att en industrilokal skulle ha en kostnad på 3440 kr/m²

Räkneexempel 1

Byggnad	Yta	Summa	Summa total
14 344	5000	71720000	108980000

Hydroponisk	Yta	Summa
7 452	5000	37260000

Räkneexempel 2

Byggnad	Yta	Summa	Summa total
14 344	5000	71720000	125345000

Hydroponisk	Yta	Summa
10 725	5000	53625000

Räkneexempel 3

Byggnad	Yta	Summa	Summa total
3 440	5000	17200000	54460000

Hydroponisk	Yta	Summa
7 452	5000	37260000
10 725	5000	53625000

Växthus

Det kommer göras två olika uträkningar när det kommer till kostnaderna för det hydroponiska systemet. För själva byggnaden används information från Jordbruksverket (2007b); Banerjee och Adenaauer. (2014) Det hydroponiska systemet hänvisa till Fuldauer m.fl. (2018); Banerjee och Adenaauer (2014).

Ränkeexempel 1

Byggnad	Yta	Summa	Summa total
1 040	5000	5200000	42460000

Hydroponisk	Yta	Summa
7 452	5000	37260000

Ränkeexempel 2

Byggnad	Yta	Summa	Summa total
1 040	5000	5200000	58825000

Hydroponisk	Yta	Summa
10 725	5000	53625000

Diftkostnad

Industrilokal

Räkneexempel 1

Närigen bygger på källor från Souza m.fl. (2019); Gentry (2019); Banerjee och Adenauer. Uppvärmnings siffror refereras till Boverket (2015) och belysningen Kong m.fl. (2019). Vattenpumpen och fläktsystemet är från Gentry (stuide). Det har inte gjorts några större antaganden med själva siffrorna förutom belysningen, dock bygger underlaget på andra grödor vilket kan gör att det kan finnas en viss variation från det faktiska utfallet.

Totalkostnaden per år		Genomsnitt	
871653	6580545 Kr	3726099	
Näring		Summa	Delat
11	10,7	55	76,7
			3
			Genomsnitt
			25,5666667 kr / m2
Yta	Genomsnitt	Summa	
5000	25,5	127500 kr	
Uppvärmning	Yta	Summa	
65	5000	325000 kWh / 5000 m2	
Summa	Flis-pris	Summa	
325000	0,233	75725 kr	
Belysning	El-pris	Summa	
975609	0,62	604878	
10183500	0,62	6313770	
Vattenpump	Yta	Summa	kWh/yta
12,7	5000	63500	63500
			El-pris /m2
			0,62
			Summa
			39370 kr
Fläkt (ciruklation /co2)			kWh/yta
7,8	5000	39000	39000
			El-pris /m2
			0,62
			Summa
			24180 kr

Växthus

Räkneexempel 2

Siffrorna gällande uppvärmning bygger på Jordbruksverkets (2015a) rapport, dock finns det en osäkerhet då siffrorna innehåller en del el, dock framgår det inte hur stor del. De andra siffrorna kommer från samma källor som i exempel 1.

Totalkostnaden per år		Genomsnitt	
736973	3591420 kr	2164197	
Uppvärmning	Yta	Summa	
209	5000	1045000 kWh / 5000 m2	
Summa	Flis-pris	Summa	
1045000	0,233	243485 kr	
Näring		Summa	Delat
11	10,7	55	76,7
			3
			Genomsnitt
			25,5666667 kr / m2
Yta	Genomsnitt	Summa	
5000	25,5	127500 kr	
Belysning	El-pris	Summa	
487804	0,62	302438	
5091750	0,62	3156885	
Vattenpump	Yta	Summa	kWh/yta
12,7	5000	63500	63500
			El-pris /m2
			0,62
			Summa
			39370 kr
Fläkt (ciruklation /co2)			kWh/yta
7,8	5000	39000	39000
			El-pris /m2
			0,62
			Summa
			24180 kr

Bilaga 2 – Personalkostnader

Uträkningarna utgår ifrån en hydroponisk odling i ett växthus på 5000 m²

Pålägget som används för att räkna ut avgifterna presenteras nedanför.

31,42%	Sociala avgifter	(Skatteverket, u.å.)
12%	Semesterlön	(verksamhet, u.å.)
5%	Försäkringskostnad	(Verksamhet, u.å.)
4,50%	Tjänstepension	(Collectum, u.å.)
52,92%	Totalt pålägg	

Resultat

Räkneexempel 2 kommer tas bort då det är för avvikande.

Den totala personalkostnaden på de fyra uträkningarna delat på sig själva.

Ex: 1	Ex: 3	Ex: 4	Ex: 5	Summa
2 609 464 kr	1 210 000 kr	1 295 783 kr	1 096 992 kr	1 553 060 kr

Årliga personalkostnaden för ett 5000 m² stort växthus med en hydroponisk odling
1 553 060 kr

Exempel 1

Från studiens egna antaganden.

Heltidstjänsterna räknas på 47 veckor då semestern inte är inkluderad istället läggs den som ett pålägg på lönekostnaden.

Detta görs för att kunna ta med kostnaden för personalen som ersätter.

Arbetstimmar per m² gånger storleken på huset för odlingen

tim /m ² / år	m ²		
1,46	5000	7300	

V.exkl semster	Arbetstimmar		
47	40	1880	

Antala arbetstimmar som krävs för hela odlingen delat på en heltidstjänst

7300	1880	3,88
------	------	------

Antal tjänster delat på de två lönegrupperna

3,88	2	1,94
------	---	------

Medianinkomst för sverige gånger antal tjänster

370 800	1,94	719352
---------	------	--------

Medianinkomst för individer med 3 års eller mer eftergymnasial utbildning gånger antal tjänster

508 800	1,94	987072
---------	------	--------

Båda lönegrupperna och samma pålägg (52,92%) som i räkneexempel 5

719352	987072	152,92%	2609464
--------	--------	---------	---------

Den totala personalkostnaden per år

2 609 464 kr

Exempel 2

Från studien av Fuldauer m.fl., 2018.

Totala arbetskostnaden (£) delat på storleken av odlingen
6599 21 314,238095

Arbetskostnaden (£) per m2 gånger odlingens storlek
314 5000 1570000

Räkna om pund till SEK (1£ = 12kr)
1570000 12 18840000

Den totala personalkostnaden per år
18 840 000 kr

Exempel 3

Från studien Basnerjee och Adenaauer, 2014.
Finns en osäkerhet kring vilka pålägg som är inkluderade.

Personalkostnaden (€) per m2 gånger odlingens storlek
22 5000 110000

Räkna om Euro till SEK (1€ = 11kr)
110 000 11 1210000

Den totala personalkostnaden per år
1 210 000 kr

Exempel 4

Från studien Jordbruksverket 2007b.
Finns en osäkerhet kring vad timlönen inkluderar.

Kvadratmeter	5000	5000
Antaltimmar	4969	5623
Tim-lön	160	160
Summa	795 040 kr	899680

Den genomsnittliga totala personalkostnaden per år
847 360 kr

Totala personalkostnaden plus pålägg
1 295 783 kr

	Timmar
Förberedelser	200
Plantering	200
Pincering	1310
Avbladning	618
Tillsyn	334
Skörd	2106
Utrivning	200

Summa	4968
--------------	------

Exempel 5

Timmarna bygger på jordbruksverket (2007b).
 Heltidstjänst räknas på 160 timmar i veckan och 11 månader exkl. semester.
 Medellönen beräknas vara 21 350 kr (133 kr/h) i månaden enligt kollektivavtalet (Kommunal, u.å.).
 Semestern läggs på som en 12% kostnad, samt en 5% försäkringskostnad (Verksamhet, u.å.).
 Sociala avgifter bekänas på 31,42% (Skatteverket, u.å.).
 Tjänstepensionen kommer vara en 4,5% kostnad (Collectum, u.å.).

Timmar	Heltidstjänst	Antala tjänster
4968	1760	2,8

Antala tjänster	Månadslön	Summa
2,8	21350	59780

- 31,42% Sociala avgifter
- 12% Semesterlön
- 5% Försäkringskostnad
- 4,50% Tjänstepension
- 52,92% Totalt pålägg

Totalt pålägg	Länekostnad	Summa
52,92%	59780	91416

Månadskostnad	År	Peronsalkostnad per år
91416	12	1096992

Bilaga 3 – Belysning

Summa för samtliga uträkningar är årsförbuken av hela odlingen.

Maxi och mini värde från de tre studierna

Yta	Mini	Maxi
5000	487804	5091750
10000	975609	10183500

Utsläppen med antagandet att en svensk el-mix används (13 g CO₂-e /kWh).

Talen nedanför är omräknade från g till kg.

Yta	Mini	Maxi	Mini	Maxi
5000	63415	661928	13	132
10000	126829	1323855	13	132

Källa: Kong m.fl., 2019

Belysningen är på 16 timmar per dag och har en watt på 95,8-174,5 per m².

Watt/m ²	kWh/m ²	Yta	kWh/yta	Gånger år	Summa
95,8-174,5	1,53-2,79	5000	7650	13950	2792250
		10000	15300	27900	5584500

Källa: Gentry, 2019

Belysningen drar 20 000 kWh på 205 m².

Odlingen var aktiv i ett år, dock framgår det inte hur många timmar per dygn som belysningen var på.

kWh/205m ²	Yta	kWh/yta	Summa
97,56	5000	487804,9	487804,9
	10000	975609,8	975609,8

Källa: Vanhove m.fl., 2011

Belysningen drar 400 watt på 20 m² och 600 watt på 30 m².

Framgår inte hur många timmar som belysningen var på kommer dock utgå ifrån 16 timmar.

Watt	Yta	Summa	kwh/m ²
400	20	20	0,32
600	20	30	0,48

Yta	kWh/yta	Gånger år	Summa
5000	1600	2400	365
10000	3200	4800	365

Bilaga 4 – Brasiliens utsläpp från sojaodling

Brasilisen utsläpp från sojaodling

Källa: Galford m.fl., 2010

Resultatet togs fram genom att räkna om till kg per m², samt dela värdena med varandra.

Innan omräkning	Efter omräkning
179,3 Tg CO ₂ -e år-1	0,644 kg CO ₂ -e per m ²

Tg	Kg		Resultat
	179,3	1,793E+11	1,802227404
Km ²	m ²		
	99488	99488000000	

Dela resultatet på tre för att ändra så utsläppen inte är per år utan per odling.
Att dela på tre grundas på antagandet att det kommer vara möjligt att ha tre odlingscyklar.

Resultat	Delat med	Summa
1,802227404	3	0,60074247

Plusa på antagandet för transport från Brasilien till Sverige (Börjesson m.fl., 2010).

Summan	Transport	Summa
0,60074247	0,044	0,64474247

Källa: Novaes m.fl., 2017

Resultatet togs fram genom att räkna om till kg per m², samt dela värdena med varandra.

Innan omräkning	Efter omräkning
4,5 - 6,7 t CO ₂ -e ha-1 år-1	0,19 - 0,26 kg CO ₂ -e per m ²
1,3 - 2,0 t CO ₂ -e ha-1 år-1	0,08 - 0,11 kg CO ₂ -e per m ²

T	Kg		Resultat
	4,5	4500	0,45
	6,7	6700	0,67
	1,3	1300	0,13
	2	2000	0,2
Ha	m ²		
	1	10000	

Dela resultatet på tre för att ändra så utsläppen inte är per år utan per odling.
Att dela på tre grundas på antagandet att det kommer vara möjligt att ha tre odlingscyklar.

Resultat	Delat med	Summa
0,45	3	0,15
0,67	3	0,22333333
0,13	3	0,04333333
0,2	3	0,06666667

Plusa på antagandet för transport från Brasilien till Sverige (Börjesson m.fl., 2010).

Summa	Transport	Summa
0,15	0,044	0,194
0,2233	0,044	0,2673
0,0433	0,044	0,0873
0,0666	0,044	0,1106

Källa: Castanheira, 2013

Resultatet togs fram

Innan omräkning	Efter omräkning
0,6 - 17,8 kg CO2-e kg-1	0,19 - 4,49 kg CO2-e per m2

Antaganden att det kommer gå att odla 0,25 kg soja per m2.
Delar de tidigare värden på fyra och man får fram utsläppen per kvadrater utifrån att odligen har en avkastning på 0,25 kg per m2.

Värde	Delat med	Summa
0,6	4	0,15
17,8	4	4,45

Plusa på antagandet för transport från Brasilien till Sverige (Börjesson m.fl., 2010)

Summan	Transport	Summa
0,15	0,044	0,194
4,45	0,044	4,494

Källa: Kamali m.fl., 2017

Innan omräkning	Efter omräkning
277,77 kg CO2-e ton-1	0,0694 kg CO2-e per m2
278,18 kg CO2-e ton-1	0,0695 kg CO2-e per m2

Med antagandet att det går att odla 0,25 kg soja per m2.

Detta betyder att det går åt 4 m2 per 1 kg soja.

Värde	Gånger	Summa
1 ton = 1000kg	4	4000 m2

Detta är 4000 m2

För att räkna om kg CO2 per m2 måste vi dela de totala utsläppen per ton med 4000 m2.

277,77	4000	0,0694425
278,18	4000	0,069545

Plusa på antagandet för transport från Brasilien till Sverige (Börjesson m.fl., 2010).

Summan	Transport	Summa
0,06944	0,044	0,11344

0,06954 0,044 0,11354

Källa: Eriksson m.fl., 2018

Innan omräkning

	ALCA	GMO
Icke GMO		
845 kg CO2-e ton		609kg CO2-e ton

Efter omräkningen

	ALCA	GMO
Icke GMO		
0,2112 kg CO2-e pr		0,1522 kg CO2-e per m2

Med antagandet att det går att odla 0,25 kg soja per m2.

Detta betyder att det går åt 4 m2 per 1 kg soja.

Värde	Gånger	Summa
1 ton = 1000kg	4	4000 m2

Detta är 4000 m2

För att räkna om kg CO2 per m2 måste vi dela de totala utsläppen per ton med 4000 m2.

845	4000	0,21125
609	4000	0,15225

Källa: Kong m.fl., 2019

Utsläpp och elkostnaden från belysningen i en inomhusodling.

Utsläppen bygger på information från Energi- & klimatrådgivningen (2018).

Kostnaden för elen kommer ifrån SCB "Priser på el för industrikunder 2007 -".

Tänd i	Watt/m2
16h	95,8-174,5

Omräkning till kWh/m2

1,53 - 2,79

Utsläpp g CO2-e/m2

19,89 - 36,27

Utsläpp kg co2-e/m2

0,019 - 0,036

kWh/m2

1,53 - 2,79

kr/kWh

Summa

0,62 0,95-1,67 kr/m2

Bilaga 5 – Utsläpp från odling i Sverige

Källa: Molin & Martin, 2018

Det är 45% av energin som gick till Näring, frö, förpackning, vattenpump, värme och teknik, ventilation, belysning. Med antagandet att Grönskas basilikaodling är 240 m², vilket bygger på jordbruksverkets siffror gällande traditionell odling. Energin bygger på en svensk el mix på 13 g CO₂-e / kWh, finns mer information gällande detta under antaganden.

Kruka	Energi	Andel	Summa	Resultat kg CO ₂ -e / m ²
Plats	82 222	0,45	36 999	2,0
Papper	79 444	0,45	35 749	1,94

Energi	yta	Summa
36999	240	154,1625
35749	240	148,954167

kWh /m ²	SWE el-mix	Summa	Konvertera till KG
154	13	2002	2,002
149	13	1937	1,937

Källa: Martin, 2019

Energin för vattenpump, värme och teknik, ventilation, belysning. Med antagandet att Grönskas basilikaodling är 240 m², vilket bygger på jordbruksverkets siffror gällande traditionell odling. Energin bygger på en svensk el mix på 13 g CO₂-e / kWh, finns mer information gällande detta under antaganden.

Energi	Yta	Summa	Resultat kg CO ₂ -e / m ²
32 460	240	135,25	1,75

kWh /m ²	SWE el-mix	Summa	Konvertera till KG
135,25	13	1758,25	1,758

Källa: Jordbruksverket, 2015a

Uppskattning av vad energiförbrukning skulle kunna vara utifrån ett traditionellt växthus i Sverige. Genomsnittsförbrukningen är 209 kWh/m² och med antagandet att en svensk el-mix används (13 g CO₂-e / kWh).

kWh/m ²	SWE el-mix	Summa	Konvertera till KG	Resultat kg CO ₂ -e / m ²
209	13	2717	2,72	2,72

Källa: Boverket, 2015

Uppskattning av vad energiförbrukning skulle kunna vara utifrån en traditionell industrilokal i Sverige. Genomsnittsförbrukningen är 65 kWh/m² och med antagandet att en svensk el-mix används (13 g CO₂-e / kWh).

kWh/m ²	SWE el-mix	Summa	Konvertera till KG	Resultat kg CO ₂ -e / m ²
65	13	845	0,84	0,84

Källa: Rufi-Salis m.fl., 2020

Utifrån att grön bönor och soja skulle ha snarlika utsläpp i en hydroponisk odling. Gröna bönor har en 3,1 kg CO₂-e / per kg produkt och soja beräknas ha en avkastning på 0,25 kg per m²

Gröna bönor	Soja	per m ²	Summa	Resultat kg CO ₂ -e / m ²
3,1	0,25		0,775	0,77

Källa: Sanjuan-Delmás m.fl., 2018

Utifrån att tomater och soja skulle ha snarlika utsläpp i en hydroponisk odling.

Tomaterna har en 0,86 kg co2-e / per kg produkt och soja beräknas ha en avkastning på 0,25 kg per m2

Tomater	Soja per m2	Summa	Resultat kg co2-e / m2
0,86	0,25	0,215	0,21

Belysning

Källa se bilaga 1

Räkneexempel traditionellt växthus

Bygger på siffrorna från jordbruksverket och de två gröndorna.

Växthuset	Bönor	Belysning	Summa kg CO2-e / m2
2,782	0,77	13	132
			16,552
			135,552

Växthuset	Tomater	Belysning	Summa kg CO2-e / m2
2,782	0,21	13	132
			15,992
			134,992

Räkneexempel industrilokal

Bygger på siffrorna från boverket och de två gröndorna.

Industrilokal	Bönor	Belysning	Summa kg CO2-e / m2
0,84	0,77	13	132
			14,61
			133,61

Industrilokal	Tomater	Belysning	Summa kg CO2-e / m2
0,84	0,21	13	132
			14,05
			133,05

Räkneexempel 1

Odlingsyta	kg CO2-e per m2	Summa
5000	16,55	82750
5000	135,55	677750
5000	15,99	79950
5000	134,99	674950
5000	14,61	73050
5000	133,61	668050
5000	14,05	70250
5000	133,05	665250

Räkneexempel 2

Odlingsyta	kg CO2-e per m2	Summa
10000	16,55	165500
10000	135,55	1355500
10000	15,99	159900
10000	134,99	1349900
10000	14,61	146100
10000	133,61	1336100
10000	14,05	140500
10000	133,05	1330500

Endast omräkning av belysning och data från grödorona, faktorer som uppvärmning är inte inkluderat. Detta betyder att utsläppen från jordbruksverket och boverket bygger på 5000 m2

Odlingsyta	kg CO2-e/m2	Summa	Odlingsyta	kg CO2-e/m2	Summa	Summa total	Genomsnitt
5000	16,55	82750	5000	13,77	68850	151600	5911600
5000	135,55	677750	5000	132,77	663850	1341600	
5000	15,99	79950	5000	13,21	66050	146000	
5000	134,99	674950	5000	132,21	661050	1336000	
5000	14,61	73050	5000	13,77	68850	141900	
5000	133,61	668050	5000	132,77	663850	1331900	

5000	14,05	70250	5000	13,21	66050	136300
5000	133,05	665250	5000	132,21	661050	1326300

Räkna om till ekonomiska värden

Källa: Trafikverket, 2018; Europeiska kommissionen, u.å; Regeringskanslitet, 2020.

EU ETS (kr/kg)	Exempel 1	Exempel 2
0,33	23 183 – 223 658 kr	44 979 - 442 728 kr
Koldioxidskatt (kr/kg)		
1,19	83 597 – 806 522 kr	162 197 – 1 596 504kr
Asek (kr/kg)		
7	491 750 – 4 744 250 kr	954 100 – 9 391 200kr

Genomsnitt

Summa total	Antal	Genomsnitt
5911600	8	738950
EU ETS (kr/kg)		
0,33		243854
Koldioxidskatt (kr/kg)		
1,19		879351
Asek (kr/kg)		
7		5172650

Bilaga 6 – Diskonteringsräntan

Diskontering

Ekv. 2 och Ekv. 3 som presenterades i metoden kommer att användas för uträkningar av diskonteringen. Räntan är satt till 3,5%.

Premiumsojan räknas in i NPV (2) då detta anses vara högsta möjliga pris.

Byggnationskostnader	Per år kr		
Industilokal	1,1 - 2,5 miljoner		
Växthus	0,84 - 1,16 miljoner		
Driftkostnad			
Industri lokal	2,3 – 5,1 miljoner		
Växthus	2,4 - 8,1 miljoner		
Utsläppsförändring			
Brasilien	132 – 314 300 kr (minskning)		
Sverige	23 183 – 9 391 200 kr (ökning)		
Intäkter			
Marknadspris		23 775 kr	
Premiumsoja		35 625 kr	
Byggnationskostnader		Totala nuvärde kr	
Industilokal		55	125 miljoner kr
Växthus		42	58 miljoner kr
Driftkostnad			
Industri lokal		56	125 miljoner kr
Växthus		59	198 miljoner kr
Utsläppsförändring			
Brasilien		3228	7686401 kr
Sverige		0,56	230 miljoner kr
Intäkter			
Marknadspris		581 432 kr	
Premiumsoja		871 231 kr	

Nettovärde

Kostnaderna är både driften och byggnationen

Kostnaderna	Nuvärdesberäkningen	
Industri lokal	111 - 250 miljoner	
Växthus	101 - 256 miljoner	
Utsläpp Sverige	0,56 - 230 miljoner	
Nyttan		
Brasilien	3228 - 7686401 kr (minskning)	
Soja intäkter	581 431 - 871 232 kr	
Industri lokal		Summa
(1) NPV	584 659 - 111 560 000	-110975341
(2) NPV	8 557 632 - 480 000 000	-471442368
Växthus		
(1) NPV	584 659 - 101 560 000	-100 975 341
(2) NPV	8 557 632 - 486 000 000	-477442368

Genomsnitt

	Genomsnitt per år kr	Genomsnitt nuvärdet kr
Byggnationskostnader		
Industri lokal	1,8 miljoner	44 miljoner
Växthus	1,01 miljoner	25 miljoner
Driftkostnad		
Industri lokal	5,3 miljoner	130 miljoner
Växthus	3,7 miljoner	90 miljoner
Kostnaden för produktionsutsläppen		
Brasilien	4875 kr	119 221 kr
Sverige	879 351 kr	21,5 miljoner kr
Intäkter		
Försäljning av soja	29 700 kr	726 331 kr

	Kostnaden Mkr	Nyttan Mkr	Summa Mkr	
Industri lokal				
NPV	-195,50	0,85		-194,65
Växthus				
NPV	-136,50	0,85		-135,65



LUNDS
UNIVERSITET

WWW.CEC.LU.SE
WWW.LU.SE

Lunds universitet

Miljövetenskaplig utbildning
Centrum för miljö- och
klimatforskning
Ekologihuset
223 62 Lund