

# Hönsfoders miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv

LOUISE ENGSMYRE 2023

MVEM02 EXAMENSARBETE FÖR MAGISTEREXAMEN 15 HP  
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



# Hönsfoders miljöpåverkan ur ett livscykelperspektiv

Louise Engsmyre

2023



**LUNDS**  
UNIVERSITET

Louise Engsmyre

MVEM02 Examensarbete för magisterexamen 15 hp, Lunds universitet

Huvudhandledare: Pål Börjesson Miljö- och energisystem, Lunds universitet

Biträdande handledare: Johanna Olofsson, Miljö- och energisystem, Lunds universitet

Extern handledare: Julia Wright & Madeleine Mortin, Granngården

Kontaktperson på Sustainalink: Emma Brodén

CEC - Centrum för miljö- och klimatvetenskap

Lunds universitet

Lund 2023



# Abstract

The environmental impact of poultry mainly arises from their feed. Therefore, this study aimed to investigate the environmental impact of three Swedish poultry feeds and identify how their environmental performance could be improved. This was done with the method of life cycle assessment where the environmental impact categories of, climate change, acidification potential, eutrophication potential, land use, and biodiversity were estimated. The impact on biodiversity was qualitatively assessed, due to the lack of standardized methods for quantifying this aspect.

The results showed that the ingredients mainly contribute to the environmental impact, where wheat was found to be the ingredient with the largest environmental impact, which was explained by the large wheat content in the poultry feeds. Furthermore, rape and soy contribute to a large environmental impact in comparison to their small proportion of the feed. Moreover, in the qualitative assessment, it is concluded that intensified farming results in a negative impact on biodiversity.

Additionally, the life cycle assessment's ability to include biodiversity was discussed, due to the current methodology's insufficiency to include the complexity of biodiversity. Perhaps, it is possible that the life cycle assessment method cannot include biodiversity and another complementing tool is necessary. But it is ascertained that studies must include biodiversity, otherwise, the effects both locally and globally on biodiversity will be negative.

Lastly, the environmental impact of poultry feed can be reduced. It is mainly recommended to replace soy with an ingredient with a lower environmental impact. Furthermore, it is recommended to reduce the negative impact on biodiversity by using fewer pesticides, having smaller fields, and growing a larger variety of crops. This is recommended based on the conclusion that action toward more sustainable agriculture is required.



# Populärvetenskaplig sammanfattning

I Sverige finns det ungefär 22 miljoner kycklingar och höns. Den miljöpåverkan som uppkommer genom deras liv kommer främst från deras mat. För att kunna minska miljöpåverkan från kycklingarna och hönsen är det därför nödvändigt att titta närmre på hönsfoder. Genom att studera produktionskedjan för deras foder kan man upptäcka var störst miljöpåverkan uppkommer och vad man kan göra för att minska den. Därför gjordes detta examensarbete, där miljöpåverkan från tre av Granngårdens hönsfoder studerades.

För att undersöka miljöpåverkan har metodiken livscykelanalys (LCA) använts, där miljöpåverkan från hönsfodren har undersökts genom hela dess livscykel, från odling av råvarorna till återvinning av förpackningen. Miljöpåverkan har undersökts utifrån aspekterna klimatpåverkan, försurning, övergödning, markanvändning och biologisk mångfald. I nuläget finns det ingen standardiserad metod för att mäta biologisk mångfald, därför diskuterades det istället hur hönsfodren påverkar den biologiska mångfalden. Diskussionen avgränsades till att undersöka jordbrukets påverkan.

Studiens resultat var att råvarorna bidrar till störst miljöpåverkan, och av råvarorna främst vetet. Vetets stora miljöpåverkan beror huvudsakligen på att hönsfodren viktmissiga utgörs till ungefär hälften av vete. Förutom vetet har rapsen och sojan stor miljöpåverkan, speciellt i förhållande till att de viktmissigt utgör en förhållandevis liten andel. Det rekommenderas främst att ersätta sojan med en råvara med lägre miljöpåverkan eftersom sojan kräver långa transporter och har stor påverkan på den biologiska mångfalden.

Studien konstaterade att jordbruket ger upphov till en negativ påverkan på den biologiska mångfalden. Och även om hönsfodrens markanvändning utgör en liten andel av Sveriges totala odlingsmarker så bör hela jordbruket bli mer hållbart för att motverka förlusten av biologisk mångfald. Därmed bör även Granngården ställa krav på sina leverantörer att vidta åtgärder för att hejda förlusten. Exempelvis genom att minska användningen av bekämpningsmedel, minska storlekarna på åkrarna och odla flera olika grödor i odlingslandskapet.

Eftersom biologisk mångfald är en viktig aspekt har studien även undersökt LCA-metodikens anpassning att inkludera biologisk mångfald. Resultatet visade att metodiken i nuläget inte är tillräckligt utvecklad för att inkludera komplexiteten av biologisk mångfald. Därför krävs det antingen en omfattande utvecklingen av LCA-metodiken eller så krävs andra kompletterande verktyg. Möjligen är det svårt att

utforma en metod som kan inkludera den biologiska mångfaldens komplexitet. Men det konstaterades att biologisk mångfald är en aspekt som måste tas hänsyn till eftersom det annars kan leda till en fortsatt förlust av biologisk mångfald både lokalt och globalt.



## Lista med förkortningar

Basfoder – Hönsfoder Granngården Bas 20 kg

EPD - Environmental Product Declaration

FE – Funktionell enhet

LCA – Livscykelanalys

Startfoder – Hönsfoder Granngården Start 20 kg

RTRS – Roundtable on Responsible Soy Association

Värfoder –Hönsfoder Granngården Värp 20 kg



# Innehållsförteckning

**Abstract 5**

**Populärvetenskaplig sammanfattning 7**

**Lista med förkortningar 9**

**Innehållsförteckning 11**

**Inledning 13**

*Mål och syfte 14*

*Avgränsningar 14*

*Miljövetenskaplig relevans 15*

*Etisk reflektion 15*

**Metod 17**

*Livscykelanalys 17*

*Livscykelinventering 20*

*Miljöpåverkansbedömning 22*

*Analys av biologisk mångfald 25*

**Resultat 27**

*Klimatpåverkan 27*

*Försurning 28*

*Övergödning 30*

*Markanvändning 31*

*Biologisk mångfald 33*

*Känslighetsanalys 34*

**Diskussion 37**

*Klimatpåverkan, försurning, övergödning och markanvändning 37*

*Biologisk mångfald 38*

*Rekommendationer 39*

*Begränsningar 40*

*Vidare studier 41*

**Slutsatser 43**

**Tack 45**

**Referenser 47**

# Inledning

År 2022 fanns det nästan 8 miljoner höns och 14 miljoner slaktkycklingar i Sverige (Jordbruksverket, 2022). Eftersom den miljöpåverkan som härrör från höns och kycklingar främst kommer från deras foder är det intressant att närmare studera hönsfodrets miljöpåverkan (Atena & Ebrahim, 2016; Skunca et al., 2018). Hönsfoder består till stor del av jordbruksråvaror och därmed blir även jordbrukets hållbarhet relevant att undersöka.

Inom jordbruket har det skett en intensifiering där bekämpningsmedel, konstgödsel och jordbruksmaskiner används i allt högre grad (Foley et al., 2011). Denna intensifiering ger upphov till negativ miljöpåverkan (Naturvårdsverket, u.å.a). Exempelvis härrör 14 procent av Sveriges territoriella utsläpp av växthusgaser från jordbruket och det orsakar även utsläpp av föroreningar som bidrar till försurning och övergödning (Naturvårdsverket, u.å.a). Jordbruket leder även till en förändrad markanvändning som påverkar den biologiska mångfalden negativt (Naturvårdsverket, 2022a). Med detta som bakgrund kan det konstateras att jordbruket måste bli mer hållbart (Foley et al., 2011; Naturvårdsverket u.å.a). För att uppnå detta bör företag se över sina värdekedjor för att i sin tur kunna minska miljöpåverkan från deras produkter (Sveriges miljömål, 2017).

För att undersöka en produkts miljöprestanda kan metodiken livscykelanalys (LCA) användas (SIS, 2006). En LCA undersöker miljöpåverkan som genereras genom hela livscykeln från anskaffning av råmaterial, produktion och slutligen återvinning (SIS, 2006). En aspekt som LCA har svårt att inkludera är biologisk mångfald och det finns i nuläget ingen standardiserad modell (Curran et al., 2016; Winter et al., 2017). Exempelvis har nuvarande modeller problem med att inkludera påverkan från landskapsfragmentering, bekämpningsmedel och föroreningar (Chaplin-Kramer et al., 2017; Winter et al., 2017). Men att inkludera påverkan på biologisk mångfald är viktigt då om inte denna aspekt inkluderas kan resultatet annars vara och få stora konsekvenser både lokalt och globalt för den biologiska mångfalden (Crenna et al., 2020).

Utifrån denna bakgrund vill företaget Granngården undersöka vilken miljöpåverkan deras hönsfoder ger upphov till och om produkternas miljöprestanda kan förbättras. Examensarbetet kommer därmed undersöka de utsläpp som genereras, den mark som tas i anspråk och produkternas påverkan på den biologiska mångfalden. Utöver detta undersöks om och hur biologisk mångfald kan inkluderas i LCA. För att

genomföra studien undersöks tre av Granngårdens hönsfoder ur ett livscykelperspektiv.

## Mål och syfte

Studiens syfte är att undersöka miljöpåverkan från tre av Granngårdens hönsfoder. För att göra detta används metodiken LCA för att tydliggöra vilka delar av produktsystemet som ger upphov till störst miljöpåverkan. Detta gör det sedan möjligt för Granngården att använda studien inom sitt interna miljöarbete för att kunna förbättra produkternas miljöprestanda. Studien utgår från följande frågeställningar:

- Hur stor klimatpåverkan, försurningspotential, övergödningspotential och markanvändning genererar 1 kg hönsfoder?
- Hur väl anpassad är LCA-metodiken för att inkludera biologisk mångfald och kan effekterna från odlingen av hönsfodrens jordbruksråvaror bedömas?
- Vilka rekommendationer finns det för att minska hönsfodrens miljöpåverkan?

## Avgränsningar

Studien kommer enbart att studera hönsfoder och mer specifikt tre av Granngårdens hönsfoder: Hönsfoder Granngården Bas 20 kg hädanefters kallad Basfoder, Hönsfoder Granngården Värp 20 kg (Värpfoder) och Hönsfoder Granngården Start 20 kg (Startfoder).

Hönsfodrens miljöpåverkan undersöks utifrån miljöpåverkanskategorierna klimatpåverkan, försurning, övergödning, markanvändning och biologisk mångfald. De fyra förstnämnda kategorierna undersöks kvantitativt medan en diskussion för hönsfodrens potential påverkan på den biologiska mångfalden förs. Då jordbruksråvarorna anses ha störst påverkan på den biologiska mångfalden avgränsas arbetet till att enbart studera konsekvenserna av ett intensifierat konventionellt jordbruk. För avgränsningar som är mer specifika till produktsystemet se "Systemgränser".

## Miljövetenskaplig relevans

Studien har en stark miljövetenskaplig relevans då produkters miljöpåverkan undersöks. Genom att studera miljöpåverkan från Granngårdens hönsfoder kan de få mer kunskap och möjligen använda studien som underlag för att förbättra fodrens miljöprestanda. Därmed kan studien vara en del i att uppnå Sveriges miljö kvalitetsmål: "Begränsad klimatpåverkan", "Bara naturlig försurning", "Ingen övergödning" och "Ett rikt odlingslandskap".

## Etisk reflektion

Några etiska frågor har identifierats för studien. För det första har producenterna av hönsfodren bidragit med sekretessbelagd information om fodrens sammansättning. Den information som presenteras i rapporten har använts med eftertanke och informationen som är presenterad i studien har godkänts av producenterna. För det andra har höga krav ställts på en genomgående hög transparens där studiens osäkerheter tydliggjorts för att inte ge missivande information. Vilket har varit extra viktigt då studien är gjord i samarbete med ett företaget. Om examensarbetet skulle användas vid beslutsfattning för Granngårdens inköp är det viktigt att betona att examensarbetet främst utförts i utbildningssyfte och därmed finns det vissa begränsningar. Studien är exempelvis inte granskad av en ackrediterad tredje part som säkerhetsställer studiens validitet och tillförlitlighet.





# Metod

Metodiken LCA har tillämpats för att kvantitativt undersöka hönsfodrens miljöpåverkan. Vilka delar som ingår i en LCA presenteras samt vilka delar som ingår i denna studie. Hönsfodrens livscykel har beskrivits i detalj i livscykelinventeringen följt av miljöpåverkansbedömningen där miljöpåverkan från livscykeln beskrivits. Slutligen redogörs litteraturstudiens metod för hönsfodrens påverkan på den biologiska mångfalden.

## Livscykelanalys

I detta arbete har standarden ”Miljöledning-Livscykelanalys-Krav och vägledning (ISO 14044:2006)” använts som grund i utformningen av metoden. En LCA sammanställer in- och utflöden för en produkt för att utvärdera den potentiella miljöpåverkan från en produkts livscykel (SIS, 2006).

En LCA består av fyra faser (SIS, 2006):

- *Definition av mål och omfattning* – Tillämpningen av studien tydliggörs och studiens avgränsningar beskrivs. Även räknebasen, den funktionella enheten (FE), för studien redovisas.
- *Inventeringsanalys* – Insamling av in- och utflöden för det studerade systemet redovisas.
- *Miljöpåverkansbedömning* – Identifiering av miljöpåverkan för att kvantitativt beskriva miljöpåverkan för de olika inflöden till produktsystemet.
- *Tolkning* – Inventeringsanalysen och miljöpåverkansbedömningen diskuteras i relation till mål och omfattning. I en känslighetsanalys utvärderas studiens tillförlitlighet, där det undersöks hur de metodmässiga valen som har gjorts i studien påverkar studiens resultat. Slutligen ligger tolkningen till grund för rekommendationer, begränsningar och slutsatser.

## **Funktionell enhet**

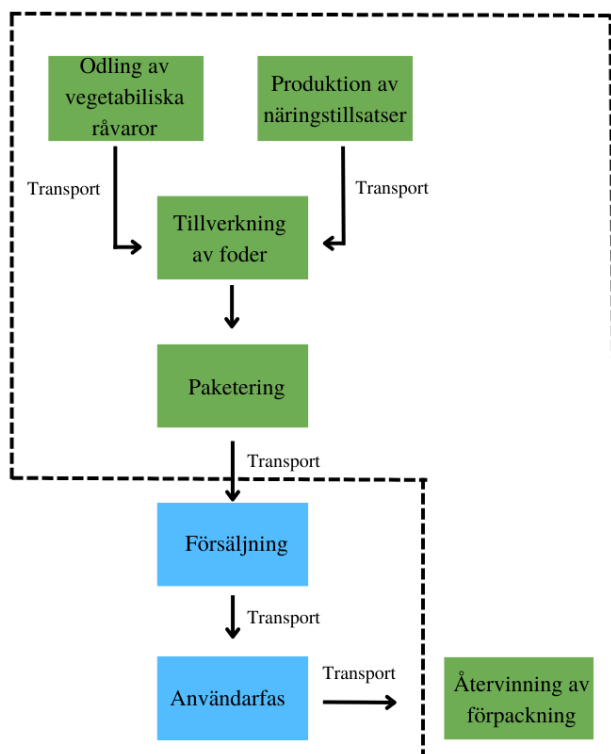
Den funktionella enheten är 1 kg hönsfoder. Det specifika innehållet för hönsfodren utgår från Granngårdens Basfoder, Värpfoder och Startfoder.

## **Systemgränser**

Avgränsningarna för hönsfodrens produktsystem består av att miljöpåverkan som uppkommer vid mellanlagret, försäljning av hönsfodren i Granngårdens butiker och konsumentfasen exkluderas då miljöpåverkan bedöms vara marginell. Transporterna från foderfabrikerna, till mellanlagret och sedan till Granngårdens butiker inkluderas däremot. Enbart primärförpackningen för hönsfodren inkluderas och inte sekundärförpackningen som används vid transport. Slutligen har miljöpåverkan från maltgroddar likställs med korns miljöpåverkan, vilket har gjorts på grund av brist på data.

## **Processträd**

Produktsystemet är den samma för alla tre hönsfoder. Tillverkningen av hönsfoder börjar vid odling av råvaror och produktion av näringstillsatser (figur 1). Hönsfodren tillverkas av Lantmännen i Falkenberg där fodret även förpackas. Tillverkningen och paketeringen antas ske utan någon intern transport. Därefter transporteras hönsfodren till Granngårdens mellanlager i Jönköping, innan de transporteras till Granngårdens butiker. Produktsystemets sista processteg är återvinningen av förpackningen som antas ske med materialåtervinning.



**Figur 1. Processträd för hönsfoder**

Rutorna representerar systemets olika processteg där de gröna rutorna utgör de processer som är inkluderade i systemet och de blåa rutorna de som ligger utanför systemgränserna. De processteg som inkluderar en transport är utmarkerade.

## Data och datakvalitet

Det empiriska materialet har främst hämtats från LCA:er (Flysjö et al., 2008; LCA datafoder 2012a; LCA datafoder 2012b; Strid Eriksson et al., 2005; Wallman et al., 2014;), Environmental product declaration (EPD:er) (Eti Soda, 2017; Fluff et al., 2022; Hishier, 2022), vetenskapliga artiklar (Abdi et al., 2021; Clough et al., 2020; de Baan et al., 2013; Flynn et al., 2009; Foley et al., 2011; Geiger et al., 2010) och myndighetsrapporter (Naturvårdsverket, 2022a; Wallander et al., 2012). Kompletterande information som inte har varit möjlig att inhämta på dessa sätt har hämtats från databasen Ecoinvent 3.9.1 (2022) där "allocation at the point of substitution" valts som systemmodell. Exempelvis har data om transporter inhämtas från Ecoinvent (2022).

En rad krav har ställts på datakvaliteten för att studien ska representera de studerade hönsfodren. Främst har krav ställts på den geografiska överensstämmelsen där

det empiriska materialet ska stämma överens med råvarornas ursprung. Även den tidsmässiga aspekten är viktig och därmed har en tidsålder på högst 15 år valts för data, där nyare källor prioriteras över äldre.

## Livscykelinventering

Eftersom den exakta sammansättningen för fodren är sekretessbelagd och därmed inte kan presenteras i denna rapport visar tabell 1 fodrens sammansättning i fallande ordning, från största till minsta massaandel (tabell 1) (Å. Sörensson, personlig kommunikation, 24 april 2023). Vissa råvaror, exempelvis vitaminerna och spårämnen, har klumpats ihop då det var på detta vis som informationen om råvarusammansättningen gavs från hönsfodrens producenter.

**Tabell 1. Hönsfodrens sammansättning i fallande ordning utifrån massa.**

Basfodret	Värpfodret	Startfodret
Vete	Vete	Vete
Solrosmjöl	Solrosmjöl	Vetefodermjöl
Rapsfrö och mjöl	Kalciumkarbonat	Rapsfrö och mjöl
Havre	Rapsfrö och mjöl	Solrosmjöl
Maltgroddar	Sojamjöl	Sojamjöl
Vetefodermjöl	Maltgroddar	Maltgroddar
Kalciumkarbonat	Havre	Havre
Vetekli	Vetefodermjöl	Vitaminer och spårämnen
Vitaminer och spårämnen	Vitaminer och spårämnen	Kalciumkarbonat
Vegetabiliska fettsyror	Vegetabiliska fettsyror	Vegetabiliska fettsyror
Aminosyror	Aminosyror	Aminosyror

## **Odling av jordbruksråvaror**

Odlingen av jordbruksråvarorna sker främst i Sverige (Å. Sörensson, personlig kommunikation, 24 april 2023). Grödorna är konventionellt odlade och därmed antas ett intensifierat jordbruk där odlingen sker storskaligt i monokulturer med användning av bekämpningsmedel och konstgödsel (Flynn et al., 2009; Foley et al., 2011; Naturvårdsverket, 2022a). För samtliga jordbruksråvaror ingår transport till foderfabriken i det empiriska materialet. Sojamjölet i hönsfodren är certifierade enligt Roundtable on Responsible Soy Association (RTRS) eller ProTerra (Granngården, u.å.).

## **Tillverkning av näringstillsatser**

Näringstillsatserna tillverkas av externa leverantörer för att sedan transporteras till foderfabriken i Falkenberg (Å. Sörensson, personlig kommunikation, 24 april 2023). Den valda data för lysinsulfat, metionin, monokalciumsulfat och treonin inkluderar transport till foderfabrik. För resterande näringstillsatserna har transporterens beräknas separat och inkluderas i resultatet. I linje med Flysjö et al. (2008) antogs avståndet från tillverkningen av näringstillsatserna till foderfabriken utgöras av 340 km som sker med lastbil. Klimatpåverkan från transportererna har beräknats utifrån Transportmeasures (2022) och för resterande miljöpåverkanskategorier har databasen Ecoinvent (2022) använts.

## **Produktion av foder**

Miljöpåverkan från foderfabriken antas enbart utgöras av fabriken energiförbrukning, där ett schablonvärde från Lantmännen har använts (Å. Sörensson, personlig kommunikation, 24 april 2023). Värdet anges inte i rapporten i och med att den är sekretessbelagd. Foderfabriken drivs av en generell svensk elmix (Å. Sörensson, personlig kommunikation, 24 april 2023). Elmixens fördelning av energislag har utgått från SCB (2022) där miljöpåverkan har beräknats utifrån Gode et al. (2011) och Vattenfall AB (2021).

## **Förpackning**

Processteget inkluderar både tillverkning och återvinning av pappersförpackningen. Energin som krävs för själva paketeringen räknas in i processteget ”Produktion av foder”. Förpackningen antas materialåtervinnas, eftersom 85 procent av pappersförpackningarna materialåtervanns i Sverige 2021 (Naturvårdsverket, 2022b).

Förpackningen väger 8,95g/FE (M. Mortin, personlig kommunikation, 24 april 2023) och tillverkas i Italien (Å. Sörensson, personlig kommunikation, 24 april 2023). Miljöpåverkan för tillverkningen och återvinningen av förpackningen beräknas utifrån Schlecht et al. (2019). Miljöpåverkan för transporten mellan Italien och Sverige antas utgöras av ett avstånd på 2024 km och beräknas utifrån Transportmeasures (2022) och Ecoinvent (2022). Den sammanlagda miljöpåverkan från tillverkningen, återvinningen och transportererna redovisas sedan tillsammans i resultatet.

## Transporter

Processteget transporter utgörs dels av transporten från foderfabriken i Falkenberg till mellanlagret i Jönköping, som utgörs av ett avstånd på 166 km, och dels från transport mellan Granngårdens mellanlager och Granngårdens butiker. Eftersom Granngården har butiker i hela Sverige kommer avståndet att variera beroende på vilken butik som hönsfodren transporteras till. För att få ett representativt värde för detta avstånd har ett medelvärde beräknats mellan den butik som har kortast respektive längst avstånd. Medelvärdet för avståndet mellan mellanlager och butik uppgår till 656 km och det totala avståndet för transporter till 822 km. För att få ett representativt värde för miljöpåverkan från transporter har klimatpåverkan beräknats utifrån en inblandningsgrad av biobränsle som motsvarar den svenska reduktionsplikten 2022 (Transportmeasures, 2022). För resterande miljöpåverkanskategorier har databasen Ecoinvent (2022) använts och modellen ”Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO 6” som utgår från lastbilar i Europa som drivs med diesel. I ”Känslighetsanalysen” undersöks det hur dessa antaganden påverkar det totala resultatet.

## Miljöpåverkansbedömning

### Val av miljöpåverkanskategorier

De miljöpåverkanskategorier som studien kvantitativt utgår från är klimatpåverkan, utsläpp av försurande ämnen, bidrag till övergödning och markanvändning. De valda karakteriseringsmodellerna presenteras (tabell 2) följt av karakteriseringsfaktorer (tabell 3,4 & 5). För klimatpåverkan utgår det empiriska materialet både från IPCC-rapporter från 2006 och 2013 och därmed utgår studien från båda dessa karakteriseringsmodeller. Hur det påverkar studiens resultat diskuteras i ”Begränsningar”.

Tabell 2. Utvalda miljöpåverkanskategorier och karakteriseringsmodellerna för miljöpåverkansbedömningen.

Miljöpåverkanskategori	Enhet	Metod
Klimatpåverkan	Koldioxidekvivalenter (massa CO <sub>2</sub> -ekv)	IPCC, 2006 & IPCC, 2013
Försurning	Svaveldioxidekvivalenter (massa SO <sub>2</sub> -ekv)	Guinée, 2004
Övergödning	Fosfatekvivalenter (massa PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -ekv)	Guinée, 2004
Markanvändning	Yta (m <sup>2</sup> )	Guinée, 2004

Tabell 3. Karakteriseringsfaktorer för klimatpåverkan, global warming potential 100 år (GWP<sub>100</sub>), hämtad från IPCC (2006) och IPCC (2013).

Emission	Karakteriseringsfaktorer 2006	Karakteriseringsfaktorer 2013
	(massa CO <sub>2</sub> -ekv(g))	(massa CO <sub>2</sub> -ekv(g))
CH <sub>4</sub>	25	28
N <sub>2</sub> O	298	265

Tabell 4. Karakteriseringsfaktorer för försurning hämtade från Guinée (2004).

Emission	Karakteriseringsfaktorer (massa SO <sub>2</sub> -ekv(g))
NO <sub>2</sub>	0,700
NH <sub>3</sub>	1,88

Tabell 5. Karakteriseringsfaktorer för övergödning hämtade från Guinée (2004).

Emission	Karakteriseringsfaktorer (massa PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -ekv(g))
N	0,420
P	3,06
NO <sub>x</sub>	0,130
NO <sub>3</sub>	0,100

## Karaktärisering

Råvarusammansättningen har inhämtats från innehållsförteckningarna för hönsfodren och sammanställts för respektive kvantifierbar miljöpåverkanskategori. Inflödena har delats upp i kategorierna jordbruksråvaror (tabell 6) och näringstillsetser (tabell 7) och presenteras per kg råvara. Markanvändningen för näringstillsetserna antas vara försumbara i linje med LCA-databasen för konventionella fodermedel (Flysjö et al., 2008).

**Tabell 6. Kvantifiering av klimatpåverkan, försurningspotential, övergödningspotential och markanvändning för inflöden av jordbruksråvaror till hönsfodren.**

Jordbruksråvaror	Enhet	Klimatpåverkan (massa CO <sub>2</sub> -ekv (g))	Försurning (massa SO <sub>2</sub> -ekv (g))	Övergödning (massa PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -ekv (g))	Markanvändning (yta (m <sup>2*</sup> ))
Havre	kg	460 <sup>1</sup>	3,05 <sup>1</sup>	5,10 <sup>1</sup>	2,46 <sup>1</sup>
Vete	kg	410 <sup>1</sup>	2,20 <sup>1</sup>	3,50 <sup>1</sup>	1,64 <sup>1</sup>
Vetefodermjöl	kg	150 <sup>1</sup>	0,780 <sup>1</sup>	0,700 <sup>1</sup>	0,377 <sup>1</sup>
Vetekli	kg	140 <sup>1*</sup>	0,780 <sup>1*</sup>	0,700 <sup>1*</sup>	0,377 <sup>1*</sup>
Maltgroddar	kg	440 <sup>1</sup>	2,90 <sup>1</sup>	5,00 <sup>1</sup>	2,36 <sup>1</sup>
Rapsfrö	kg	780 <sup>4</sup>	5,90 <sup>1</sup>	6,80 <sup>1</sup>	3,87 <sup>1</sup>
Rapsfröexpeller	kg	270 <sup>2</sup>	0,970 <sup>2</sup>	2,80 <sup>2</sup>	0,50 <sup>2</sup>
Rapsfrömjöl	kg	486 <sup>3</sup>	3,00 <sup>3</sup>	3,40 <sup>3</sup>	1,90 <sup>3</sup>
Sojamjöl	kg	861 <sup>3</sup>	7,00 <sup>1</sup>	5,05 <sup>1</sup>	3,28 <sup>1</sup>
Solrosmjöl	kg	160 <sup>4</sup>	1,38 <sup>4</sup>	2,08 <sup>4</sup>	1,00 <sup>4</sup>

1. Flysjö et al., 2008 2. Strid Eriksson et al., 2005 3. Wallman et al., 2010 4. LCA datafoder, 2012a

\*Vetefodermjölet är beräknad utifrån angivna allokeringsfaktorer (Flysjö et al., 2008).



**Tabell 7. Kvantifiering av klimatpåverkan, försurningspotential och övergödningspotential för inflöden av näringstillsetser till hönsfodren.**

Näringstillsetser	Enhet	Klimatpåverkan (massa CO <sub>2</sub> -ekv (g))	Försurning (massa SO <sub>2</sub> -ekv (g))	Övergödning (massa PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -ekv (g))
Kalciumkarbonat	kg	331 <sup>1</sup>	1,16 <sup>1</sup>	0,240 <sup>1</sup>
Vegetabiliska fettsyror	kg	779 <sup>2</sup>	8,70 <sup>2</sup>	10,6 <sup>2</sup>
Natriumklorid	kg	146 <sup>3</sup>	0,824 <sup>3</sup>	0,436 <sup>3</sup>
Lysinsulfat	kg	4300 <sup>4</sup>	14,0 <sup>4</sup>	7,90 <sup>4</sup>
Metionin	kg	3000 <sup>4</sup>	7,20 <sup>4</sup>	1,50 <sup>4</sup>
Monokalciumsulfat	kg	800 <sup>2</sup>	10,8 <sup>2</sup>	2,56 <sup>2</sup>
Natriumbikarbonat	kg	393 <sup>5</sup>	1,94 <sup>5</sup>	0,713 <sup>5</sup>
Treonin	kg	4300 <sup>4</sup>	1,40 <sup>4</sup>	7,90 <sup>4</sup>
Natriumkarbonat	kg	378 <sup>5</sup>	1,89 <sup>5</sup>	0,697 <sup>5</sup>

1. Fuffa et al., 2022 2. Flysjö et al., 2008 3. Hirschier, 2022. 4. LCA datafoder, 2012b 5. Eti Soda, 2017

## Analys av biologisk mångfald

För diskussionen av hönsfodrens påverkan på den biologiska mångfalden har en litteraturstudie gjorts. För att finna litteratur har en vetenskaplig databas och rapporter från svenska myndigheter använts. För de vetenskapliga artiklarna användes databasen LUB-Search. Sökorden ("farming" OR "agriculture" OR "farmland") AND ("conventional" OR "intensification" OR "land-use") AND "biodiversity" AND "crop\*" AND ("Sweden" OR "Europe") användes. Även myndighetsrapporter från Naturvårdsverket och Jordbruksverket användes. Som komplement användes även snöbollstekniken där relevanta publikationers referenslistor användes för att hitta fler relevanta publikationer (Heyvaert et al., 2017). Informationen analyserades utifrån hur väl anpassad informationen var efter hönsfodrens jordbruksråvaror påverkan på den biologiska mångfalden. Artiklarna och rapporterna lästes individuellt för att sedan analyseras tillsammans med resterande artiklar för att identifiera vilka aspekter som gav störst påverkan på den biologiska mångfalden. Detta underlättade förståelsen och gav möjligheten att få en översikt över de olika artiklarnas och rapporternas resultat.

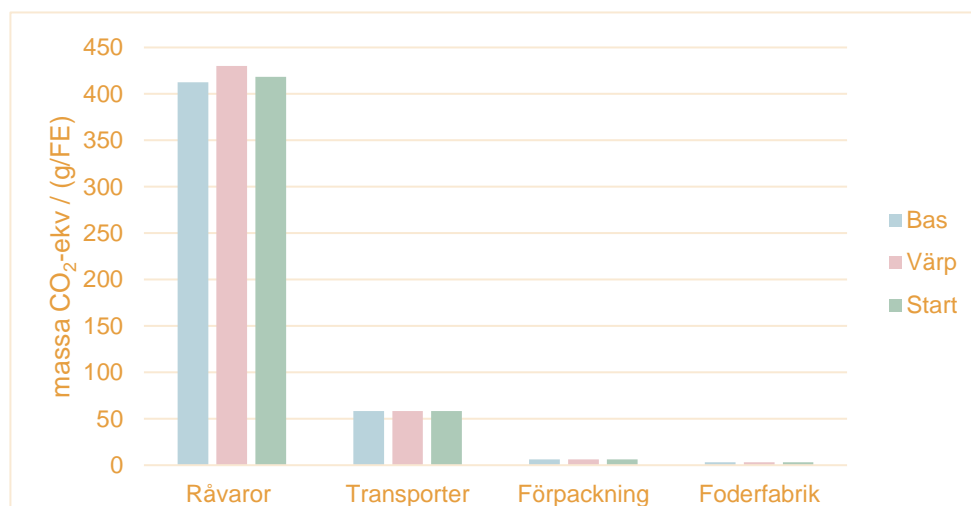
Aspekter som flera artiklar nämnde ansågs vara mest relevant och prioriterades därmed att inkluderas i denna studies resultat. En sammanfattande text skrevs därefter utifrån informationen i de funna artiklarna och rapporterna.

# Resultat

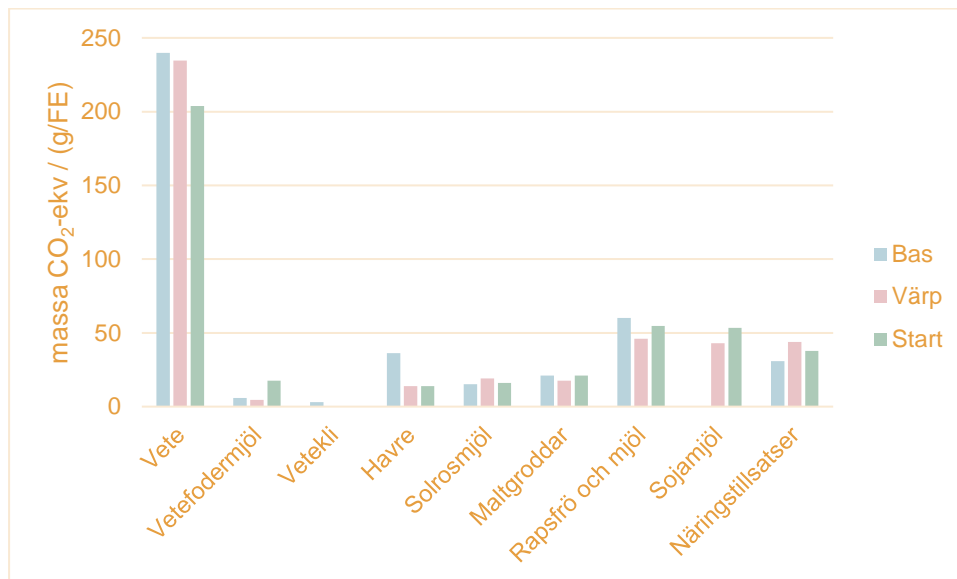
I resultatdelen presenteras den miljöpåverkan som generas av de studerade hönsfodren både totalt sett, av de olika processtegen och för hönsfodrens ingredienser. Miljöpåverkan redogörs för de valda miljöpåverkanskategorierna. Utifrån litteraturstudien har en diskussion förts för påverkan på den biologiska mångfalden. Slutligen, i känslighetsanalysen, undersöks hur de metodmässiga valen har för påverkan på resultatet.

## Klimatpåverkan

Klimatpåverkan från hönsfodren härrörde främst från produktionen av råvarorna och transportererna (figur 2). Den totala klimatpåverkan för Basfodret var 480g CO<sub>2</sub>-ekv/FE, 498g CO<sub>2</sub>-ekv/FE för Värpfodret och 486g CO<sub>2</sub>-ekv/FE för Startfodret. För råvarorna bidrog odlingen vetet till störst klimatpåverkan, men även produktionen rapsfrö och mjöl samt sojamjöllet hade en relativt stor klimatpåverkan i förhållande till resterande råvaror (figur 3).



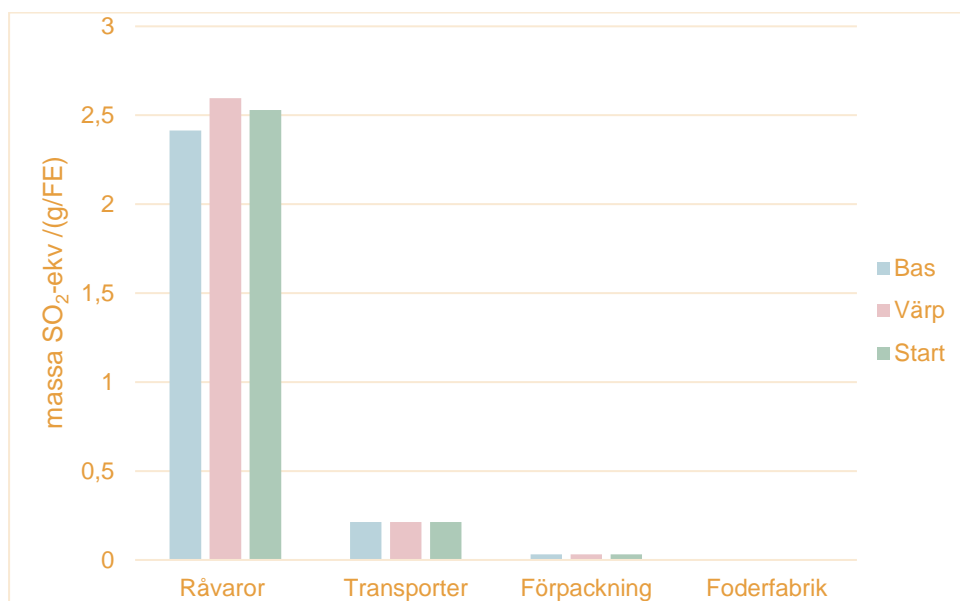
Figur 2. Klimatpåverkan från Basfodrets, Värpfodrets och Startfodrets livscykel för de olika processtegen per kg hönsfoder (FE).



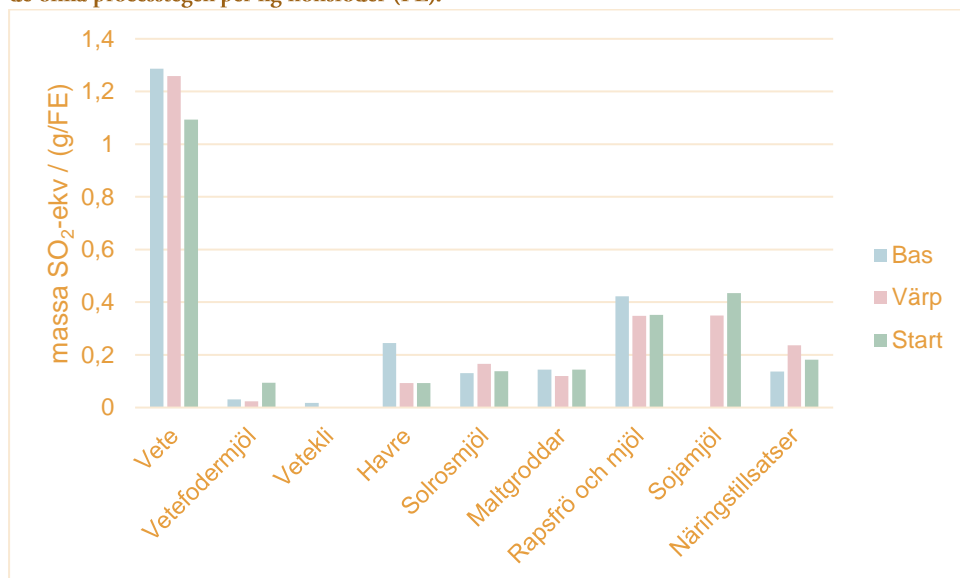
Figur 3. Klimatpåverkan från produktionen av Basfodrets, Värpfodrets och Startfodrets råvaror per kg hönsfoder (FE).

## Försurning

Den försurningspotential som genererades från hönsfodren härrörde främst från produktionen av råvarorna (figur 4). Processteget foderfabrik genererade en så pass liten försurningspotential att den inte gav utslag i figur 4. Den totala försurningspotentialen för Basfodret var 2,68g SO<sub>2</sub>-ekv/FE, 2,86g SO<sub>2</sub>-ekv/FE för Värpfodret och 2,81g SO<sub>2</sub>-ekv/FE för Startfodret. Av råvarorna var det främst odlingen av vetet som bidrog till utsläpp av försurande ämnen, men även produktionen av rapsfrö och mjöl samt sojammjölet bidrog till försurning (figur 5).



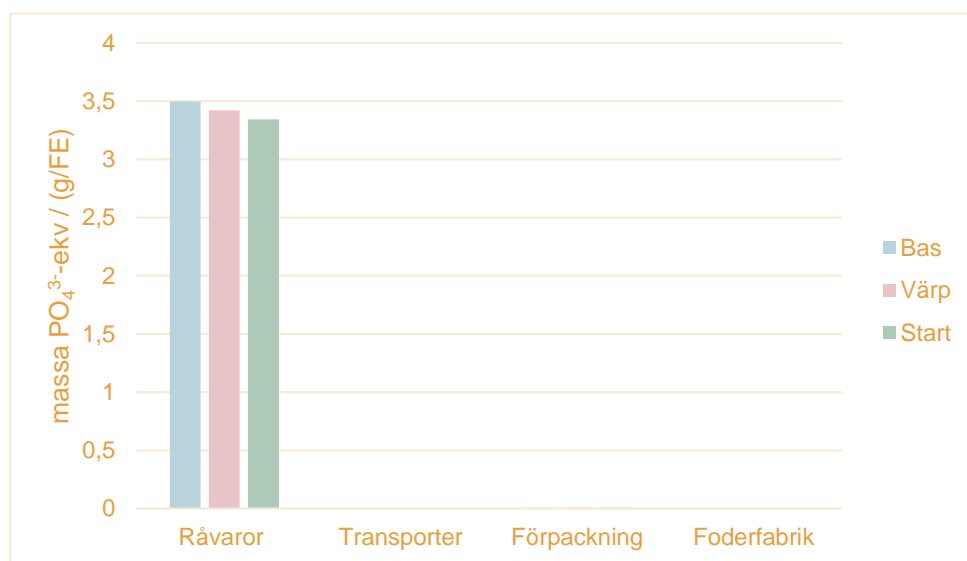
Figur 4. Utsläppen av försurande ämne från Basfodrets, Värpfodrets och Startfodrets livscykel för de olika processtegen per kg hönsfoder (FE).



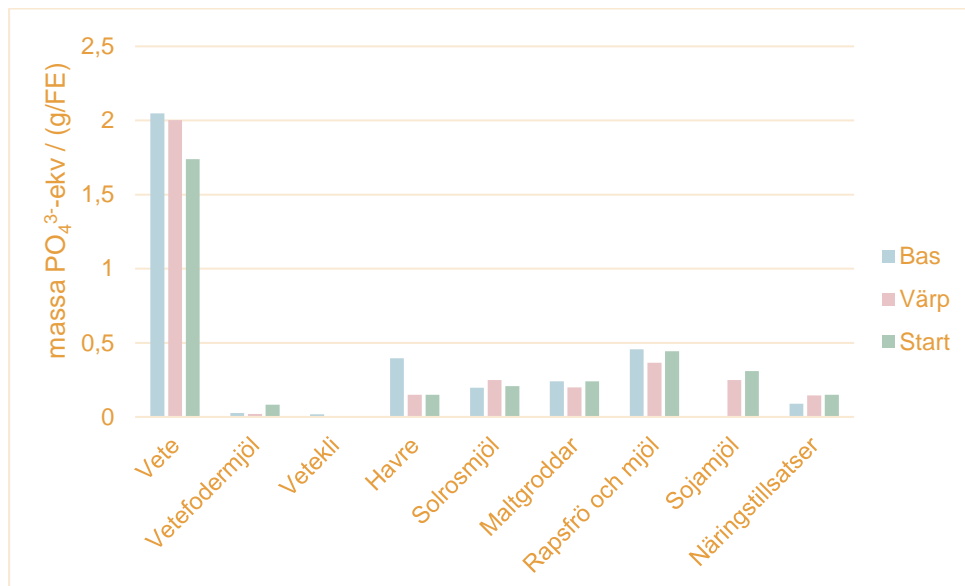
Figur 5. Utsläpp av försurande ämnen från produktionen av Basfodrets, Värpfodrets och Startfodrets råvaror per kg hönsfoder (FE).

## Övergödning

Övergödningspotentialen som genererades från hönsfodren kom från produktionen av råvarorna, för resterande processteg var påverkan på övergödningen marginell och gav inte utslag i figur 6. Övergödningens totala bidrag från Basfodret var 3,51g  $\text{PO}_4^{3-}$ -ekv/FE, 3,43g  $\text{PO}_4^{3-}$ -ekv/FE för Värpfodret och 3,34g  $\text{PO}_4^{3-}$ -ekv/FE för Startfodret. Av råvarorna var det odlingen av vetet som hade störst övergödningspotential (figur 7).



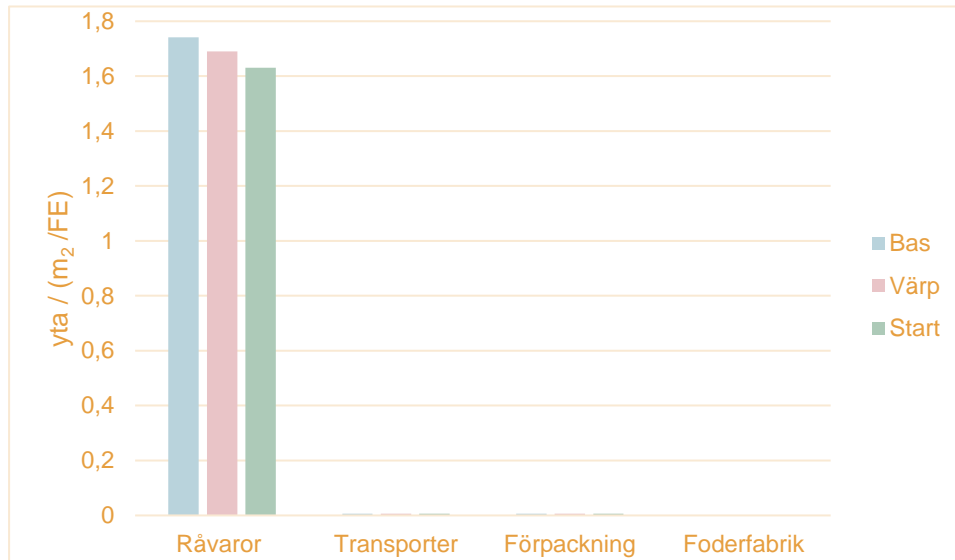
Figur 6. Bidrag till övergödning från Basfodrets, Värpfodrets och Startfodrets livscykel för de olika processtegen per kg hönsfoder (FE).



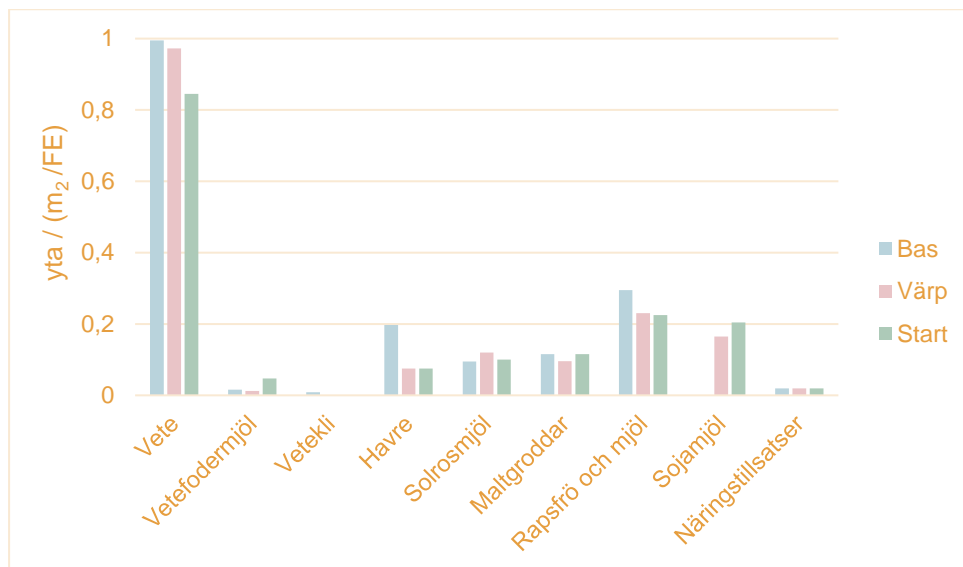
Figur 7. Bidrag till övergödning från produktionen av Basfodrets, Värpfodrets och Startfodrets råvaror per kg hönsfoder (FE).

## Markanvändning

Den markanvändningen som uppkom från de tre hönsfodrens livscykel genererades från produktionen av råvarorna (figur 8). Markanvändningen från processteget foderfabriken var så pass liten att den inte gav utslag i figur 8. Den totala markanvändningen för Basfodret var 1,78 m<sup>2</sup>/FE, 1,70 m<sup>2</sup> /FE för Värpfodret och 1,64 m<sup>2</sup>/FE för Startfodret. Av råvarorna var det odlingen av vete gav upphov till störst markanvändning (figur 9). Av resterande råvaror bidrog produktionen av sojamjöl, rapsfrö och mjöl samt havre till stor markanvändning.



Figur 8. Markanvändningen för Basfodrets, Värpfodrets och Startfodrets livscykel för de olika processtegen per kg hönsfoder (FE).



Figur 9. Markanvändningen från produktionen av Basfodrets, Värpfodrets och Startfodrets råvaror per kg hönsfoder (FE).



## Biologisk mångfald

Utifrån litteraturstudien har det intensifierade jordbrukets påverkan på den biologiska mångfalden undersökts. Den största förlusten av biologisk mångfald inom jordbruket beror på habitatförlust till följd av förändrad markanvändning (de Baan et al., 2013; Naturvårdsverket, 2022a). Detta beror delvis på att jordbruket har genomgått en intensifiering där bekämpningsmedel, konstgödsel och jordbruksmaskiner används i stor utsträckning med målet att öka avkastningen (Foley et al., 2011). Som konsekvens försämras odlingsmarkens förmåga att tillgodose livsmiljöer för många arter, vilket i sin tur minskar arternas förutsättning för överlevnad (Naturvårdsverket, 2022a).

Användning av bekämpningsmedel påverkar inte enbart skadegörare utan även vilda arter, vilket är negativt för den biologiska mångfalden (Geiger et al., 2010; Foley et al., 2011). Användningen av bekämpningsmedel leder även till förlust av biologisk mångfald på områden omkring odlingsmarkerna (Geiger et al., 2010). Även de arter som fungerar som naturliga skadebekämpare påverkas negativt, vilket kan leda till att behovet av bekämpningsmedel ökar ytterligare (Geiger et al., 2010). Det kan konstateras att användningen av bekämpningsmedel inte är hållbar för den biologiska mångfalden (Geiger et al., 2010). För de studerade hönsfodren kräver odlingen av soja dubbelt så mycket bekämpningsmedel i jämförelse med odlingen av raps, som genererar näst högst användning (Flysjö et al., 2008). Mängden bekämpningsmedel för spannmålen är enbart en femtedel av sojaodlingens användning (Flysjö et al., 2008). Hönsfodrens ingredienser bör därmed anpassas så att behovet av bekämpningsmedel minskar.

Jordbrukets intensifiering kan även ge upphov till ett mer homogent odlingslandskap med förlust av viktiga livsmiljöer som konsekvens (Abdi et al., 2021; Flynn et al., 2009; Foley et al., 2011). Det homogena landskapet leder till förlust av småbiotoper kring och invid odlingsmarker vilket i sin tur är negativt för den biologiska mångfalden (Naturvårdsverket, 2022a). Det leder även till förlust av ekosystemtjänster såsom motståndskraft mot yttre påfrestningar, exempelvis sjukdomar och översvämningar (Naturvårdsverket, 2022a). För att motverka detta bör hönsfodrens jordbruksråvaror odlas i en diversifierad växtföljd med grödor som har varierande egenskaper (Wallander et al., 2012). Även småhabitat såsom åkerholmar och stenmurar bör införas omkring åkrarna för att gynna den biologiska mångfalden (Naturvårdsverket, 2022a).

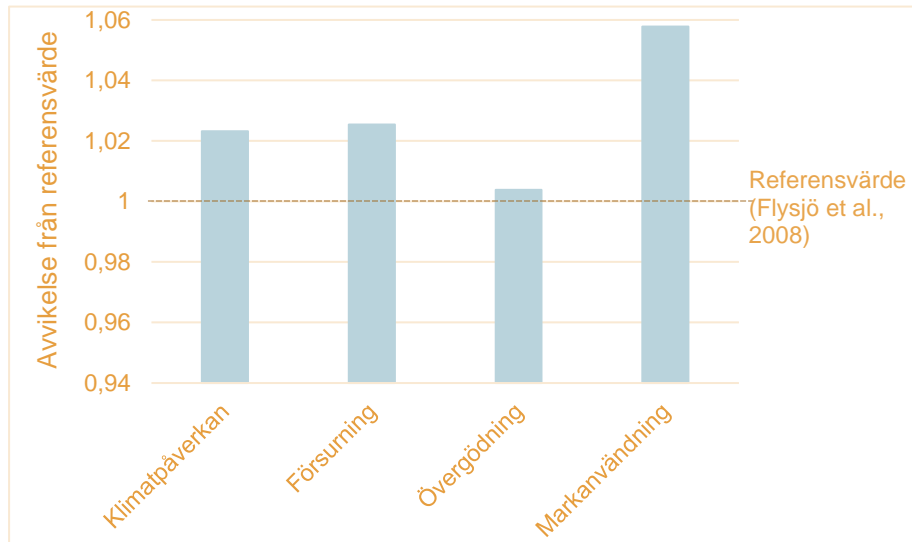
Jordbruken blir även färre till antal men större till yta vilket minskar variationen i odlingslandskapet (Clough et al., 2020; Naturvårdsverket, 2022a; Wallander et al., 2022). En övergång mot mindre fält skulle både öka den biologiska mångfalden och upprätthålla viktiga ekosystemtjänster såsom pollinering och naturlig bekämpning av skadegörare (Clough et al., 2020).

Utifrån Granngårdens årliga försäljning av Basfodret, Värpfodret och Startfodret (M. Mortin, personlig kommunikation, 12 maj 2023) leder de tre hönsfodrens

livscyklar till en total årlig markanvändning på 734 hektar odlingsmark. Markanvändningen är en marginell andel av den totala ytan odlingsmarker i Sverige som utgörs av 2 537 900 hektar (Olsson, 2022). Granngården kan därmed enbart påverka en liten andel av den totala odlingsmarken i Sverige. Trots det, kan det konstateras att hela jordbruket måste ställa om och bli mer hållbar för att hejda förlusten av biologisk mångfald (Foley et al., 2011; Naturvårdsverket u.å.a).

## Känslighetsanalys

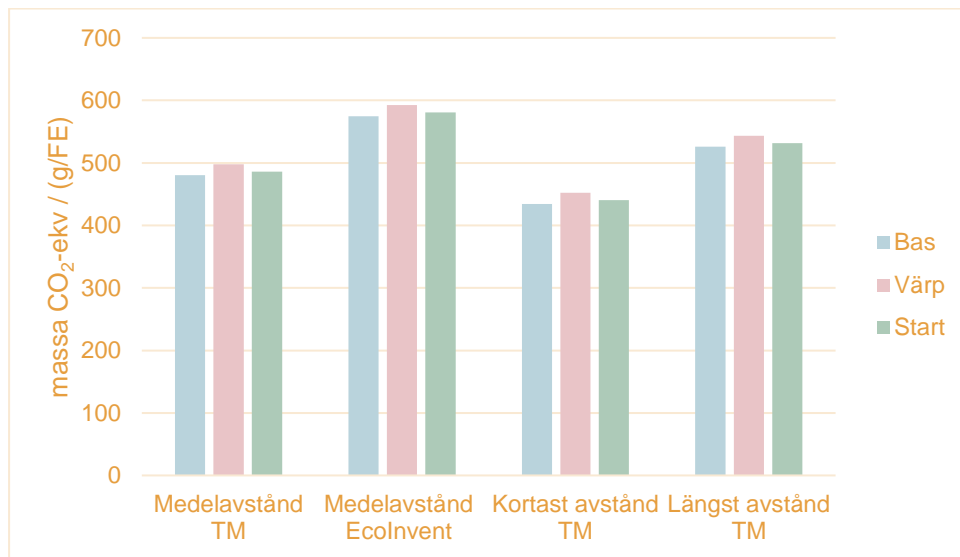
För samtliga miljöpåverkanskategorier var vetet den råvara som bidrog till störst miljöpåverkan. För att öka studiens tillförlitlighet har variationer i data för vetets miljöpåverkan undersökts. En jämförelse har gjorts med data från LCA datafoder (2010), Ecoinvent (2022) och för klimatpåverkan även från Berglund et al. (2009). LCA datafoder (2010) och Berglund et al. (2009) utgick från vete odlat i Sverige medan Ecoinvent (2022) utgick från odling i Tyskland. I Ecoinvent (2022) valdes modellen "Market for wheat grain, feed". Värdena från Flysjö et al. (2008), som användes i denna studie, representerade basfallet och användes därmed som referens. För respektive miljöpåverkanskategori har värdet från Flysjö et al. (2008) värde jämförts med ett beräknat medelvärde av hönsfödrens totala miljöpåverkan utifrån olika källorna för vetet. Medelvärdet skiljde sig främst åt för markanvändningen, och då enbart med 6 procent (figur 10). Basfallet (Flysjö et al., 2008) skiljde sig därmed lite från det beräknade medelvärdet.



**Figur 10. Jämförelse av skillnad i hönsfodrens totala miljöpåverkan beroende på valt källa för vetets miljöpåverkan.**

Som referens använts studiens basfall där värdena för vetets miljöpåverkan har hämtats från Flysjö et al. (2008). Detta har jämförts med ett beräknat medelvärde där miljöpåverkan från vetet har utgått från antingen LCA datafoder (2010), Ecoinvent (2022) eller Berglund et al. (2009).

Utöver råvarorna var det transportererna som hade störst klimatpåverkan, därmed undersöktes dels varians i data, dels olika avstånds påverkan på den totala klimatpåverkan. Den data som studien utgick från har en iblandningsgrad av biobränsle som motsvarade Sveriges reduktionsplikt 2022 (Transportmeasures, 2022). Detta värde jämfördes med data från Ecoinvent (2022) som främst baseras på källor från 2007– 2011 och därmed har en begränsad inblandningsgraden av biobränsle. Ecoinvent (2022) var fortfarande relevant att inkludera då den används av bland annat Edman et al. (2022) som undersökte klimatpåverkan från hönsfoder. Denna studie utgick därmed från en mer aktuell inblandningsgrad. För avståndet från mellanlagret till Granngårdens butiker skiljde sig klimatpåverkan med ungefär 90g CO<sub>2</sub>-ekv/FE beroende på avståndet (figur 11). Det valda avståndet bedömdes vara representativt för ett genomsnittligt hönsfoder.



Figur 11. Jämförelse mellan olika utsläppsvärden och avstånd för den totala klimatpåverkan för Granngårdens tre hönsfodren. Transportmeasures har förkortats till TM.

## Diskussion

Studiens kvantitativa resultat diskuteras och jämförs med liknande studier för att öka studiens tillförlitlighet. Därefter diskuteras LCA:s anpassning att inkludera biologisk mångfald. Slutligen har rekommendationer för hönsfodrens förbättringspotential följt av studiens begränsning och vidare studier redovisats.

### Klimatpåverkan, försurning, övergödning och markanvändning

Vid en jämförelse mellan denna studies resultat och andra studier (Berglund et al., 2009; Edman et al., 2022) visar den här studien på något lägre klimatpåverkan. Enbart studier som undersöker klimatpåverkan har hittats, därmed kan ingen jämförelse för resterande miljöpåverkanskategorier göras. Studiens resultat var att hönsfodren gav upphov till en klimatpåverkan mellan 480-498g CO<sub>2</sub>-ekv/FE. Vilket kan jämföras med en studie av Edman et al. (2022) vars resultat var mellan 530-690g CO<sub>2</sub>-ekv/kg hönsfoder och Berglunds et al. (2009) resultat på 530g CO<sub>2</sub>-ekv/kg hönsfoder. Att den här studien hade en något lägre klimatpåverkan kan förklaras med att utsläppen från transportererna är lägre tack vare en aktuell inblandningsgrad av biodrivmedel, vilken är högre än Ecoinvent (2022) inblandningsgrad som Edman et al. (2022) utgick från. Om transportdata från Ecoinvent (2022) skulle användas istället skulle klimatpåverkan motsvara Edmans et al. (2022) och Berglunds et al. (2009) resultat (se "Känslighetsanalys").

För samtliga foder är det råvarorna som har störst miljöpåverkan, och av råvarorna är det vetet. Detta beror inte på att vete som enskild råvara har stor miljöpåverkan (tabell 7) utan att vete viktmissigt utgör en stor andel i hönsfodren. Även i Edmans et al. (2022) studie utgör vete en majoritet av hönsfodrens innehåll, vilket även leder till att den totala miljöpåverkan till stor del utgörs av vete. Känslighetsanalysen visar även att miljöpåverkan från vetet inte skiljer sig åt markant mellan olika studier.

Studiens resultat visar att miljöpåverkan skiljde åt mellan de studerade hönsfodren, vilket berodde på att fodren hade olika råvarusammansättningar. Det var främst Basfodret som skiljde sig åt eftersom det till skillnad från Värpfodret och

Startfodret inte innehöll sojamjöl, vilket medförde att Basfodret hade lägst klimatpåverkan och försurningspotential. Detta beror på att odlingen av soja resulterar i en förändrad markanvändning som ger stor klimatpåverkan (Cederberg, 2009; Foley et al., 2011) och den höga försurningspotentialen beror på långa transportavstånd (Davis & Sonesson, 2008). För övergödningen och markanvändningen hade däremot Basfodret högst påverkan. Vilket berodde på att Basfodret hade en högre andel havre och raps där framförallt odlingen av rapsfrö hade stor övergödningspotential och upptog stora markarealer (tabell 7). Att använda biprodukter av rapsfrö, exempelvis rapsfrömjöl och rapsfröexpeller, medförde en längre miljöpåverkan (tabell 7).

Det kan konstateras att miljö kvalitetsmålen "Begränsad klimatpåverkan", "Bara naturlig försurning" och "Ingen övergödning" inte förväntas uppnås till 2030 med befintliga åtgärder (Naturvårdsverket, u.å.b). Det är även enbart "Bara naturlig försurning" som har en positiv utveckling (Naturvårdsverket, u.å.b). För att dessa miljö kvalitetsmål ska lyckas nås måste alla aktörer i samhället öka takten för att ställa om till ett mer hållbart samhälle (Naturvårdsverket, u.å.c). Även om Granngårdens hönsfoder enbart bidrar med en marginell andel av den totala utsläppen från jordbruksmarken, som 2021 uppgick till 2 790 000 ton CO<sub>2</sub>-ekv (Naturvårdsverket, u.å.a.), så bör också Granngården bidra till att minska utsläppen från deras hönsfoder.

## Biologisk mångfald

Studiens diskussion över hönsfodrens potentiella påverkan på den biologiska mångfalden visade att odlingen av råvarorna hade en negativ påverkan på den biologiska mångfalden. I och med detta bör Granngården anpassa de studerade hönsfodren så att deras livscyklar ger upphov till lägre negativ påverkan på den biologiska mångfalden. För även om Granngården enbart kan påverka odlingsmarkerna där deras produkter odlas behöver hela jordbruket ställa om (Foley et al., 2011; Naturvårdsverket u.å.a). Detta kan även styrkas av att miljö kvalitetsmålet "Ett rikt odlingslandskap" inte bedöms kunna nås med befintliga åtgärder (Wallander et al., 2022). Därmed bör Granngården bidra till omställningen mot ett mer hållbart jordbruk.

Produktionen av de studerade hönsfodrens jordbruksråvarors påverkan på den biologiska mångfalden diskuterades enbart i denna studie eftersom det i nuläget inte finns en standardiserad modell för att inkludera biologisk mångfald kvantitativt (Curran et al., 2016; Winter et al., 2017). Detta kan vara anledningen till att biologisk mångfald sällan inkluderas i LCA:er (Winter et al., 2017). Men då det blir en alltmer aktuell aspekt är det relevant att diskutera LCA-metodikens möjlighet att inkludera biologisk mångfald (Crenna et al., 2020).

En anledning till att biologisk mångfald sällan inkluderas i LCA:er beror på den biologiska mångfaldens komplexitet (Crenna et al., 2020; Winter et al., 2017). Dels

omfattar biologisk mångfald artdiversitet, diversitet av ekosystem och genetisk diversitet (Winter et al., 2017), dels påverkas den av flera olika faktorer såsom landskapsfragmentering, användning av bekämpningsmedel, föroreningar, klimatförändringar och försurning (Chaplin-Kramer et al., 2017; Winter et al., 2017). Utöver detta skiljer sig även den biologiska mångfalden åt mellan olika vegetationsområden och geografiska områden (de Baan et al., 2013). Därmed krävs det att metodiken kan inkludera alla dessa aspekter.

I nuläget är LCA-metodiken inte tillräckligt utvecklad och omfattande för att inkludera biologisk mångfald på ett tillfredsställande vis (Crenna et al., 2020; Winter et al., 2017). För det första inkluderas främst indikatorerna markanvändning och förlust av habitat (Winter et al., 2017). Dessa aspekter är viktiga, men för att ge en heltäckande bild krävs det att flera indikatorer används (de Baan et al., 2013). För det andra inkluderas sällan påverkan på den genetiska diversiteten utan främst påverkan på diversitet inom arter och ekosystem (Winter et al., 2017). För det tredje finns det kunskapsgap mellan viktiga orsak-verkan-samband (de Baan et al., 2013). Exempelvis vad olika bekämpningsmedel i kombination med varandra får för effekter på den biologiska mångfalden (Flysjö et al., 2008). För det fjärde vet man inte gränsen för hur stor förlust av biologisk mångfald som ett ekosystem kan tolerera innan förlusten leder till oåterkalleliga förändringar för ekosystemet (Steffen et al., 2015). För att en modell ska kunna ge en representativ bild behöver den inkludera flera aspekter och kunna mäta komplexiteten av biologisk mångfald.

Möjligen kan LCA-metodiken i grunden vara bristfällig i fråga om att hantera alla miljöeffekter då metodiken är designad för att undersöka effekterna av utsläpp, som av sin natur påverkar miljön negativt (Crenna et al., 2020). Att använda LCA för att visa på positiva effekter av exempelvis införandet av slätterängar kan därmed vara svårt (Crenna et al., 2020). Antingen krävs en omfattande metodutveckling eller så krävs kompletterande verktyg för att inkludera påverkan på biologisk mångfald. Men det kan konstateras att påverkan på den biologiska mångfalden bör inkluderas när en produkts miljöpåverkan ska värderas, annars kan resultaten bli missvisande och få negativa konsekvenser både globalt och lokalt för den biologiska mångfalden (Crenna et al., 2020).

## Rekommendationer

En rekommendation för att minska hönsfodrens miljöpåverkan är att ersätta sojamjålet mot en annan proteinkälla med mindre miljöpåverkan. Resultatet visade att produktionen av sojamjålet bidrog till stor miljöpåverkan i förhållande till dess viktmissiga andel i hönsfodren. Även Edman et al. (2022) och Strid Eriksson et al. (2005) rekommenderade att ersätta sojan för att uppnå en lägre miljöpåverkan för hönsfoder. Även den biologiska mångfalden skulle gynnas då sojaodlingen leder till en

drastisk förändrad markanvändning och användningen av bekämpningsmedel är hög (Flysjö et al., 2008). Det rekommenderas att ersätta sojamjöllet med en råvara som kan odlas i Sverige eftersom detta föredras av konsumenterna och transportavståndet därmed skulle minska (Wallander et al., 2022). Exempel på ersättning för sojamjöllet är rapsmjöl (Cederberg, 2009), eller mjöl av ärtor och bönor (Davis & Sonesson, 2008). Att ersätta sojamjöllet med baljväxter ger en positiv påverkan på den biologiska mångfalden då baljväxter bidrar till en mer diversifierad växtföljd och kräver mindre konstgödsel (Davis & Sonesson, 2008; Flysjö et al., 2008; Wallander et al., 2022).

Ytterligare rekommenderas det att vetet i hönsfodren ska vara så miljöanpassat odlat som möjligt. Rekommendationen beror på att odlingen av vetet bidrog till markant störst miljöpåverkan i samtliga kvantitativa miljöpåverkanskategorier och därmed ger stor påverkan på hönsfodrets totala miljöpåverkan. Därmed rekommenderas det att noggrant undersöka vilket vete som köps in till hönsfodren. För att minska miljöpåverkan från vetet rekommenderas det att köpa in närodlat vete från södra Sverige, då vete från södra Sverige generellt har lägst miljöpåverkan (LCA datafoder, 2010; Berglund et al., 2009).

Det rekommenderas även att Granngården aktivt ska säkerhetsställa att deras produkter genererar en så låg negativ påverkan för den biologiska mångfalden som möjligt. Detta uppmanar även Naturvårdsverket företag till, eftersom företag utgör en viktig del i att nå miljö kvalitetsmålet ”Ett rikt odlingslandskap”. Därmed krävs omfattande åtgärder för att ställa om till ett mer hållbart jordbruk som inte leder till förlust av biologisk mångfald (Foley et al., 2011; Naturvårdsverket u.å.a; Wallander et al., 2022). För även om Granngården enbart är en liten aktör i ett stort system kan de vara med och ställa krav på hur deras produkter produceras. Exempelvis genom att ställa krav på att deras produkter har producerats hållbart eller skapa incitament genom att erbjuda premier för producenter som vidtar åtgärder som är positiva för den biologiska mångfalden (Wallander et al., 2022). Dessa åtgärder kan exempelvis vara minskad användning av bekämpningsmedel (Geiger et al., 2010), införandet av ängsmarker eller blommande kanter längst åkrarna (Sirami et al., 2019), mindre storlek på odlingsfälten (Clough et al., 2020) och ökad odling av ekologiska produkter (Abdi et al., 2021). Eftersom en kvantitativ bedömning av biologisk mångfald inte var möjlig så bör försiktighetsprincipen vidtas, där åtgärder som antingen reducerar förlusten av biologisk mångfald eller gynnar den genomförs.

## Begränsningar

En begränsning med studien är att resultatet utgår från litteraturvärden för miljöpåverkan och inte värden som är uppmätta på plats. Det har inte heller varit möjligt att utgå från de exakta råvaror som används i hönsfodren. Exempelvis utgår inte studien från sojamjöl som är certifierat enligt RTRS eller ProTerra likt den råvara



som används i fodren, utan studien utgår från miljöpåverkan från ett generellt sojajöl. Det medför att miljöpåverkan kan vara något högre eller lägre än vad denna studie visar. Men då studien enbart ska användas för Granngårdens interna miljöarbete med syfte att jämföra miljöpåverkan från olika råvaror påverkar det inte studiens mål markant.

Ytterligare en begränsning kopplad till det empiriska materialet är att studierna inte utgår från senaste IPCC-rapporten (2021) som karaktäriseringsmodell och det har inte heller varit möjligt att räkna om denna data. Anledningen till detta är att studierna har en viss tidsmässig variation och därmed var olika IPCC-rapporter aktuella vid tidpunkten då studierna skrevs. Därmed utgår även denna studie från IPCC-rapporter utgivna 2006 och 2013. Värden för GWP100 skiljer sig åt mellan IPCC-rapporterna utgivna 2006 och 2013 (tabell 4). Värdet för GWP100 i IPCC-rapporten 2021 har ett värde som är mellan värdena från 2006 och 2013. I och med detta kan värdena för klimatpåverkan som anges i denna rapport vara något högre eller lägre än det empiriska materialet skulle utgå från IPCC-rapporten publicerad 2021.

Ytterligare en begränsning med studien är att miljöpåverkan bedöms utifrån ett urval av miljöpåverkanskategorier. Därmed är det möjligt att ett processteg eller råvara som enligt denna studie inte har hög miljöpåverkan skulle ha det om andra miljöpåverkanskategorier skulle valts. Studien visar att det främst är produktionen av råvarorna som har en hög miljöpåverkan, medan tillverkning och återvinning av förpackningen och utsläppen från foderfabriken har låg påverkan. Om andra miljöpåverkanskategorier hade använts hade möjligen dessa processteg haft en större miljöpåverkan. Men då genomförandet av studien har varit tidsmässigt begränsat valdes ett urval av miljöpåverkanskategorier som bedöms relevanta och som bör ge en bra överblick av miljöpåverkan kopplat till hönsfoder.

Utöver ovanstående är en begränsning att bedömningen av biologisk mångfald enbart varit möjlig genom en diskussion kring hönsfodrens potentiella påverkan på den biologiska mångfalden, och inte en kvantitativ bedömning av hönsfodrens faktiska påverkan. Det har inte heller gjorts en bedömning för de specifika råvarorna utan för jordbruket som stort. Därmed kan inte denna bedömning användas för att jämföra de olika jordbruksråvarornas påverkan på den biologiska mångfalden. I och med att denna aspekt enbart har diskuterats har det heller inte varit möjligt att jämföra denna studies resultat med andra studier.

## Vidare studier

I kommande studier hade det varit intressant att undersöka perenna spannmålsgrödor som alternativ till ettåriga spannmålsgrödor eftersom de perenna i framtiden kan introduceras på en konventionell och storskalig nivå (Hjerpe et al., 2012; Pimentel et al., 2012). De perenna spannmålsgrödorna har en rad fördelar i jämförelse med de

ettåriga. Exempelvis är behovet av jordbruksmaskiner och då även fossila bränslen lägre, eftersom de perenna grödorna inte behöver sås och plöjas i lika stor utsträckning (Hjerpe et al., 2012; Pimentel et al., 2012). Behovet av gödsling minskar även vilket leder till att näringsavrinningen blir mindre och därmed påverkan på övergödning (Hjerpe et al., 2012). Utarmningen av markens kollager är även lägre för odling av perenna spannmålsgrödor än för odlingen av de ettåriga spannmålsgrödor, vilket kan ge positiva effekter för markens produktionsförmåga vid ersättning av perenna istället för ettåriga spannmålsgrödor (Hjerpe et al., 2012). Eftersom de perenna spannmålsgrödorna kan ge en rad positiva effekter för jordbruket hade det varit relevant att undersöka om det i framtiden skulle vara möjligt att övergå till perenna spannmålsgrödor i hönsfodren. Därmed borde det både undersökas vilken miljöpåverkan denna övergång skulle få, samt hönsens förmåga att bryta ner och ta upp näringsämnen från de perenna spannmålsgrödorna.

Vidare har det konstaterats att biologisk mångfald är viktigt att inkludera när en produkts miljöpåverkan undersöks (Crenna et al., 2020). För att det ska kunna utföras systematiskt krävs bättre modeller och metoder för att inkludera alla aspekter av biologisk mångfald. Därmed bör framtida studier undersöka hur den biologiska mångfaldens komplexitet kan inkluderas för att ge ett representativt resultat. Även skillnader när det gäller geografiska områden bör inkluderas. Fler studier behövs för att närmare förstå orsak-verkan-samband för åtgärders påverkan på den biologiska mångfalden, och hur detta ska kunna kvantifieras för att användas för beslutsunderlag.

Vidare hade det varit intressant att undersöka hur olika odlingsmetoder påverkar hönsfodrens totala miljöprestanda. Exempelvis om de konventionellt odlade råvarorna ersätts med ekologiska råvaror. För att detta ska vara möjligt krävs fler studier som kvantitativt undersöker miljöpåverkan från ekologisk odling. Detta är i nuläget svårare än för konventionell odling eftersom hänsyn måste tas till växtföljdsrestriktioner och i högre grad till komplicerade biologiska processer i marken (Cederberg et al., 2011). Miljöpåverkan från dessa åtgärder är svåra att inkludera i beräkningsmodeller (Cederberg et al., 2011). För att kunna jämföra hur olika odlingsmetoder påverkar jordbruksråvarornas miljöpåverkan krävs därmed fler studier.

## Slutsatser

Miljöpåverkan från hönsfoder härrör främst från råvarorna och det är även där den största förbättringspotentialen finns. Vetet bidrar till störst miljöpåverkan eftersom hönsfodren viktmissigt främst utgörs av vete. Därmed bör vete köpas in som har så låg miljöpåverkan som möjligt. Förutom vetet bidrar även rapsen och sojan till stor miljöpåverkan. I linje med liknade studier rekommenderas det att ersätta sojan mot en närproducerad råvara med lägre miljöpåverkan. Vid en jämförelse med andra studier visar denna studie på något lägre klimatpåverkan, vilket kan härledas till att klimatpåverkan från transporter är lägre. Vilket främst beror på att en uppdaterad inblandningsgrad av biodrivmedel har använts. Därmed anses det, trots den lägre klimatpåverkan, att studiens resultat är trovärdiga.

Det kan konstateras att det intensifierade jordbruket ger upphov till en negativ påverkan på den biologiska mångfalden och att åtgärder bör vidtas. Det rekommenderas att Granngården ska ställa krav på sina leverantörer för att uppnå ett mer hållbart jordbruk, exempelvis genom minskad användning av bekämpningsmedel, mindre fält och större variation på grödorna och växtföljden. Rekommendationen styrks av att jordbruket i nuläget inte når upp till det svenska miljökvalitetsmålet "Ett rikt odlingslandskap" och att förbättringar krävs.

LCA-metodiken kan i nuläget inte inkludera komplexiteten av biologisk mångfald och förbättringar av metodiken krävs för att kunna användas som beslutsunderlag. Att inkludera alla aspekter av biologisk mångfald är komplext och möjligen krävs kompletterande verktyg. Men för att inte studier ska ge missvisande resultat krävs det att påverkan på den biologiska mångfalden inkluderas.



# Tack

Jag vill börja med att tacka mina två handledare Pål Börjesson och Johanna Olofsson. Jag vill även tacka Emma Brodén på Sustainalink som har hjälpt till med samordning med Granngården och varit hjälpsam med mina frågor. På Granngården vill jag tacka Julia Wright och Madeleine Mortin som har varit mina kontaktpersoner. Jag vill även tacka min grupphanledningshandledare och grupp för att de har hjälpt till med viktiga synpunkter på mitt examensarbete. Slutligen vill jag tacka Anna Nyika, Klara Ekblom och Louise Berild för att de har tagit sig tid att läsa igenom min text och kommit med värdefulla kommentarer.



## Referenser

- Abdi, A. M., Carrié, R., Sidemo-Holm, W., Cai, Z., Boke-Olén, N., Smith, H. G., Eklundh, L., & Ekroos, J. (2021). Biodiversity declines with increasing crop productivity in agricultural fields revealed by satellite remote sensing. *Ecological Indicators*, 130, Artikel 108098. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108098>
- Atena, G., & Ebrahim, A. (2016). Assessment of environment impacts of egg production chain using life cycle assessment. *Journal of Environmental Management*, 183(3), 980-987. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.054>
- Berglund, M., Cederberg, C., Clason, C., Henriksson, M., & Törner, L. (2009). *Jordbrukets klimatpåverkan – underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar*. Hushållningssällskapet Halland ISBN 91-88668-63-0
- Cederberg, C. (2009). *Utsläpp av växthusgaser i foderproduktionen underlag till klimatcertifiering av animaliska livsmedel* (Rapport 2009:2). Klimatmärkning.
- Cederberg, C., Wallman, M., Berglund, M., & Gustavsson, J. (2011). *Klimatavtryck av ekologiska jordbruksprodukter* (Rapport 830). SIK. ISBN 978-91-7290-303-6
- Chaplin-Kramer, R., Sim, S., Hamel, P., Bryant, B., Noe, R., Mueller, C., Rigarlsford, G., Kulak, M., Kowal, V., Sharp, R., Clavreul, C., Price E., Polasky, S., Ruckelshaus, M., & Daily, G. (2017). Life cycle assessment needs predictive spatial modelling for biodiversity and ecosystem services. *Nature Communications*, 8, Artikel 156065. <https://doi.org/10.1038/ncomms15065>
- Clough, Y., Kirchweger, S., & Kantelhardt, J. (2020). Field sizes and the future of farmland biodiversity in European landscapes. *Conversation Letters*, 13, Artikel e12752 <https://doi.org/10.1111/conl.12752>
- Crenna, E., Marques, A., La Notte, A., & Sala, S. (2020). Biodiversity Assessment of Value Chains: State of the Art and Emerging Challenges. *Environmental Science & Technology*, 54, 9715-9728. <https://dx.doi.org/10.1021/acs.est.9b05153>
- Curran, M., Maia de Souza, D., Anton, A., Teixeira, R. F. M., Michelsen, O., Vidal-Legaz, B., Sala, S., & Canals, L. M. (2016). How well does LCA model land use impacts on biodiversity? - A comparison with approaches from ecology and conservation. *Environmental science & technology*, 50, 2782-2795. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04681>
- Davis, J., & Sonesson, U. (2008). *Environmental potential of grain legumes in meals* (Rapport 771 2008). SIK. ISBN 978-91-7290-264-0

- de Baan, L., Alkemade, R., & Koellner, T. (2013). Land use impacts on biodiversity in LCA: a global approach. *Int J Life Cycle Assess*, 18, 1216-1230.  
<https://doi.org/10.1007/s11367-012-0412-0>
- Edman, F., Wallman, M., & Nilsson, K. (2022). *Klimatavtryck av Svensk Fågels kycklingproduktion 2021, version 3* (Rapport 2022:83). Research Institutes of Sweden (RISE).
- Eti Soda. (2017). *Environmental product declaration in accordance with ISO 14025 for: sodium salts natral soda ash and sodium bicarbonate from Eti Soda*. EPD international AB.
- Ecoinvent. (2022). *Ecoinvent*. Hämtad den 11 april 2023 från [Ecoinvent.org/](https://www.ecoinvent.org/)
- Fuffa, E., Farabollini, P., & Ratini, P. (2022). *Micronized limestone from quarry from Gola della Rossa Mineraria S.p.A*. EPD international AB.
- Flynn, D. F. B., Gogol-Prokurat, M., Nogeire, T., Molinari, N., Trautman Richers, B., Lin, B. B., Simpson, N., Mayfield, M. M., & DeClerck, F. (2009). Loss of functional diversity under land use intensification across multiple taxa. *Ecology Letters*, 12, 22-23.  
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01255.x>
- Flysjö, A., Cederberg, C., & Strid, I. (2008). *LCA-databas för konventionella fodermedel* (Rapport 772 2008). Svenska Institutet för Livsmedel och Bioteknik (SIK). ISBN 978-91-7290-265-7.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennet, E., MCarpenter S. R., Hill, J., Monfreda, C., Rolasky, S., Rockström, J., Sheenan, J., Siebert, S. (...) Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337-342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Geiger, E., Bengtsson, J., Berendse, F., Weisser, W. W., Emmerson, M., Morales, M. B., Ceryngier, P., Liira, J., Tscharnthe, T., Winqvist, C., Eggers, S., Bommarco, R., Pärt, T., Bretagnolle, V., Plantegenest, M., Clement, L. W., Dennis, C., Palmer, C., Onate, J. J. (...) Inchuasti, P. (2010). Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. *Basic and Applied Ecology*, 11(2), 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.001>
- Gode, J., Martinsson, F., Hagberg, L., Öman, A., Höglund, J., & Palm, D. (2011). *Miljöfaktaboken 2011 uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transport* (Rapport A08-833). Värmeforsk. ISSN 1653-1248
- Granngården. (u.å.). *Hönsfoder Granngården Värp Pellets 20 kg*. Hämtad den 12 juni 2023 från <https://www.granngarden.se/honsfoder-granngarden-varp-pellets-20-kg>.
- Guinée, J. B. (2004). *Handbook on life cycle assessment, operational guide to the ISO standards*. Kluwer Academic Publishers. ISBN: 0-306-48055-7.
- Heyvaert, M., Hannes, K., & Onghena, P. (2017). *Using mixed methods research synthesis for literature Reviews*. SAGE Publications.  
<https://doi.org/10.4135/9781506333243>



- Hjerpe, K., Einarson, E., Lagerkvist Tolke, C., Widell, L. M., Karlsson, A., Söderberg, T., Abrahamsson, R., Rydberg, I., & Gill, A. (2012). *Ett klimatvänligt jordbruk 2050* (Rapport 2012:35). Jordbruksverket.
- Hischier, R. (2022). *Sodium chloride production, powder*. Ecoinvent
- IPCC. (2006). *2006 IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 4(11).
- IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IPCC. (2021). *Summary for Policymakers. I: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Jordbruksverket. (2022, 14 oktober). *Lantbrukets djur i juni 2022*. Hämtad den 27 mars 2023 från [jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-10-14-lantbrukets-djur-i-juni-2022](https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-10-14-lantbrukets-djur-i-juni-2022)
- LCA datafoder. (2010). *Spannmål*. Research Institutes of Sweden (RISE). Hämtad den 7 april 2023 från <https://lcadatafoder.se/spannmal/>
- LCA datafoder. (2012a). *Solrosmjöl*. Research Institutes of Sweden (RISE). Hämtad den 3 april 2023 från <https://lcadatafoder.se/solrosmjol/>
- LCA datafoder. (2012b). *Syntetiska aminosyror*. Research Institutes of Sweden (RISE). Hämtad den 3 april 2023 från <https://lcadatafoder.se/fodertillsatser/syntetiska-aminosyror/>
- Naturvårdsverket. (2022a). *Underlag till styrmedelsanalyser för att hejda förlusten av biologisk mångfald i odlingslandskapet*.
- Naturvårdsverket. (2022b). *Sveriges återvinning av förpackningar, uppföljning av producentansvar för förpackningar 2021*.
- Naturvårdsverket. (u.å.a). *Klimatet och jordbruket*. Hämtad den 27 mars 2023 från [www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-jordbruket/](http://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-jordbruket/)
- Naturvårdsverket. (u.å.b). *När vi miljökvalitetsmålen?* Hämtad den 12 maj 2023 från <https://www.naturvardsverket.se/om-miljoarbetet/sveriges-miljomal/fordjupad-utvardering-av-sveriges-miljomal-2023/nar-vi-miljokvalitetsmalen/>
- Naturvårdsverket. (u.å.c). *Sveriges miljömål*. Hämtad den 10 maj 2023 från <https://www.naturvardsverket.se/om-miljoarbetet/sveriges-miljomal/>
- Pimentel, D., Cerasale, D., Stanley, R. C., Perlman, R., Newman, E. M., Brent, L. C., Mullan, A., & Chang, D. T. (2012). Annual vs. perennial grain production.

- Agriculture, Ecosystems and Environment*, 161, 1-9.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2012.05.025>
- Olsson, Y. (2022, 20 oktober). *Jordbruksmarkens användning 2022. Slutlig statistik*. Jordbruksverket. Hämtad den 24 april 2023 från <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-10-20-jordbruksmarkens-anvandning-2022.-slutlig-statistik>
- SCB – Statiska Central Byrån. (2022, 9 november). *Elproduktion och förbrukning i Sverige*. Hämtad den 12 juni 2023 från <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/miljo/elektricitet-i-sverige/>
- Schlecht, S., Wellenreuther, F., Drescher, A., Harth, J., Busch, M., & Markwardt, S. (2019). *Comparative Life Cycle Assessment of Tetra Pak® carton packages and alternative packaging systems for liquid food on the Nordic market*. Tetra Pak International SA.
- Sirami, C., Gross, N., Bailod, A. B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Miguet, P., Vuillot, C., Alignier, A., Girard, J., Batáry, P., Clough, Y., Violle, C., Giralt, D., Bota, G., Badenhauer, I., Lefebvre, G., Gauffre, B., Vialette, A. (...) Fahrig, L. (2019). Increasing crop heterogeneity enhances multitrophic diversity across agricultural regions. *PNAS*, 166(33), 16442-16447. <https://doi.org/10.1073/pnas.1906419116>
- SIS - Svenska institutet för standarder. (2006). *Miljöledning – Livscykelanalys – Krav och vägledning* (SS-EN ISO 14044:2006).
- Skunca, D., Tomasevic, I., Nastasijevic, I., Tomovic, V., & Djekic, I. (2018). Life cycle assessment of the chicken meat chain. *Journal of Cleaner Production*, 184, 440-450. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.274>
- [Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, J., Bennett, E. L., Biggs, R., Carpenter, S. S., De Vries, W., De With, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, J. \(2015\). Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. \*Science\*, 347\(6223\). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1259855>](https://doi.org/10.1126/science.1259855)
- Strid Eriksson, I., Elmquist, H., Stern, S., & Nybrant, T. (2005). Environmental systems analysis of pig production – The impact of feed choice. *LCA case studies*, 10(2), 143-154. <https://doi.org/10.1065/lca2004.06.160>
- Sveriges miljömål. (2017, 17 november). *Ett rikt odlingslandskap-saker företag kan göra*. Hämtad den 4 april 2023 från <https://www.sverigesmiljomal.se/stod-och-rad-i-miljoarbetet/ett-rikt-odlingslandskap--saker-foretag-kan-gora>
- Transportmeasures. (2022). *Road cargo transport baselines Sweden*. Hämtad den 27 april 2023 från <https://www.transportmeasures.org/en/wiki/evaluation-transport-suppliers/road-transport-baselines-sweden/>
- Vattenfall AB. (2021). *EPD of Electricity from Vattenfall's Nordic Hydropower. S-P-000888*. <https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/733208a4-7d7e-4452-5608-08d9149663be/Data>

- Wallander, J., Karlsson, L., & Lindström, S. (2022). *Ett rikt odlingslandskap – fördjupad utvärdering 2023* (Rapport 2022:17). Jordbruksverket.
- Wallman, M., Cederberg, C., Florén, B., & Strid, I. (2010). *Livscykelanalys av närproducerade foderstater för mjölkkor* (Rapport 019). SLU. ISSN 1654-9406.
- Winter, L., Lehmann, A., Finogenova, N., & Finkbeiner, M. (2017). Including biodiversity in life cycle assessment – State of the art, gaps and research needs. *Environmental Impact Assessment Review*, 67, 88-100. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.08.006>



**LUNDS**  
UNIVERSITET

[WWW.CEC.LU.SE](http://WWW.CEC.LU.SE)  
[WWW.LU.SE](http://WWW.LU.SE)

Lunds universitet

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