



UPPSALA
UNIVERSITET



UPTEC W 20049

Examensarbete 30 hp
Januari 2021

Utvärdering av beräkningsverktyg för klimatpåverkan från mjölk- och nötköttsproduktion

Karin von Greyerz

REFERAT

Utvärdering av beräkningsverktyg för klimatpåverkan från mjölk- och nötköttsproduktion.

Karin von Greyerz

Jordbruket är en sektor som står för en stor del av vår klimatpåverkan där animalieproduktionen bidrar med ungefär 15 %, främst från idisslare. För att minska klimatpåverkan kan klimatberäkningar utföras för att hitta möjligheter till förbättring. Dessa beräkningar är komplexa med stora osäkerheter. Studien syftar till att utvärdera två verktyg, Cool Farm Tool (CFT) och Vera, för beräkning av klimatpåverkan från gårdar med idisslare. Utvärdering skedde utifrån precision och hur väl resultatet redovisas utifrån gårdarnas möjlighet att använda resultatet för att identifiera förbättringsmöjligheter. Verktygen diskuterades också utifrån användarvänlighet.

För utvärdering utfördes beräkningar i verktygen för tre system, en mjölk- och två nötköttssystem. För jämförelse utfördes egna beräkningar utifrån ett livscykelperspektiv. Resultatredovisningen analyserades utifrån egna och klimatrådgivares upplevelser. Även ett eget förslag till resultatredovisning redogörs.

Resultaten från beräkningarna blev 1,1–1,2 kg koldioxidekvivalenter per liter fett och proteinkorrigerad mjölk och 8,6–8,7 kg koldioxidekvivalenter per kg levandevikt för djur till slakt för mjölkkor, 11–12 kg koldioxidekvivalenter för djur till slakt från nötsystemet med uppfödning av mjölkkraskalvar som inte används för rekrytering och 14–17 kg koldioxidekvivalenter för köttssystemet med dikor. Skillnaderna mellan de två verktygen beror främst på skillnader i ”global warming potentials” och beräkningar av emissioner från fodersmältning, gödselhantering och foderproduktion.

Vera har en stor fördel i att det använder svenska beräkningsmetoder och därmed är mer anpassat för svenska gårdar. Den är också flexibel då det finns schabloner som ofta går att ändra. CFT går snabbare att använda och det går att hantera bristfällig data till viss del. Vera redovisar resultatet på flera sätt med möjlighet att upptäcka områden för förbättring. CFT redovisar inte lika detaljerat. Vera skulle behöva minska tiden som går åt till att leta och lägga till produkter medan CFT skulle kunna öka sin flexibilitet och resultatredovisning.

Nyckelord: Klimatpåverkan, klimatberäkning, mjölkproduktion, köttproduktion, livscykelanalys, hållbar utveckling.

Institutionen för Energi och Teknik, Sveriges lantbruksuniversitet, Lennart Hjelms väg 9, 75651 Uppsala, Sverige. ISSN 1401-5765.

ABSTRACT

Evaluation of calculation tools for climate impact from milk- and beef production.

Karin von Greyerz

The agricultural sector stands for a large part of our contribution to climate change where the livestock stands for about 15 %, mostly from ruminants. To reduce the climate impact climate calculations can be executed to find possibilities for improvements. These calculations are complex with great uncertainties. The purpose of the study was to evaluate two tools, Cool Farm Tool (CFT) and Vera, for climate calculations from farms with ruminants. The precision and how well the results are presented to identify improvement opportunities were evaluated. The tools ease of use where also discussed.

For evaluation, calculations were performed with the tools for three systems, one milk system and two beef systems. For comparison, own calculations were performed with a life cycle perspective. The presentations of the results were analysed from own and advisor experiences. A suggestion for presentation of the results is also presented.

The results from the calculations became 1.1–1.2 kg carbondioxide equivalents per litre fat and protein corrected milk, 8.6–8.7 kg carbondioxide equivalents per kg live-weight for slaughter from meat from milking cows, 11-12 kg carbondioxide equivalents from meet from the beef system with breeding of milk breed calves that don't get used for replacement, and 14-17 kg carbondioxide equivalents for the beef system with suckler cows. The differences between the tools are mostly depending on different global warming potentials, calculations of emissions from enteric fermentation, manure management and feed production.

Vera has a great advantage in using Swedish calculation methodes and therefore more suitable for Swedish farms. It is also flexible since there are standard values that mostly can be changed. CFT is faster to use and it can manage limitations in data at some level. Vera presents the results in several ways with the possibility to discover areas for improvement. CFT does not present the results in the same detail. Vera needs to limit the time needed to look for and ad products while CFT needs to improve the flexibility and presentation of results.

Keyword: Climate impact, climate calculation, milk production, beef production, life cycle assessment, sustainable development.

Department of Energy and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Lennart Hjelm's väg 9, SE-756 51 Uppsala, Sweden. ISSN 1401-5765.

FÖRORD

Detta examensarbete omfattar 30 högskolepoäng och har utförts på Institutionen för Energi och Teknik vid Sveriges lantbruksuniversitet, inom projektet UNISECO.Handledare var Elin Röö och ämnesgranskare Pernilla Tidåker, båda vid institutionen för Energi och Teknik vid Sveriges lantbruksuniversitet. Arbetet avslutar min utbildning till civilingenjör i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet och Sveriges lantbruksuniversitet.

Först och främst vill jag tacka Elin och Pernilla för god handledning och värdefull återkoppling på mitt arbete. Jag vill även tacka Kajsa Resare Sahlin för all hjälp med gårdarnas data. Även ett tack till Anna Hessle för hjälp med djurens foderintag samt de rådgivare vid Greppa Näringen, Ludvig & CO, Vera och lantbrukare för svar på mina frågor.

Jag vill också rikta ett tack till vänner och familj som har gett mig stöd och energi för att ta mig igenom utbildningen. Slutligen vill jag tacka mig själv för att jag gjorde det möjligt för mig att både gå och genomföra utbildningen trots att det inte alltid har varit lätt.

*Karin von Greyerz
Uppsala januari 2021*

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Klimatförändringar orsakat av växthuseffekten är en av vår tids största utmaningar. Utsläppen av växthusgaser fortsätter att öka globalt där en fortsatt ökning leder till att jordens medeltemperatur stiger med minst 2 grader. Enligt FN bör klimatförändringarna bekämpas snabbt och EU har ett gemensamt mål för alla EU-länder där utsläppen ska minska med 40 %. Det finns många gaser som förstärker växthuseffekten. Tre av dem är koldioxid, metan och lustgas.

Jordbruket står för en stor del av mänsklighetens påverkan på klimatet där animalieproduktionen utgör 15 %. Den största delen kommer från idisslare, bland annat nötkreatur. Hur mycket utsläpp som genereras varierar från gård till gård. Nötkreatur föds upp för att få kött och mjölk men kan även bidra med skötsel av betesmarker. Dessa är viktiga för den biologiska mångfalden då det är en god miljö för flera arter och omnämns i Sveriges miljömål som viktiga. Den biologiska mångfalden är i sin tur viktig då den bidrar med ekosystemtjänster som till exempel ger ren luft och rent vatten.

Idisslarnas fodermältning, hanteringen av deras gödsel, foderproduktion, energianvändning och transporter leder till utsläpp av koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och lustgas (N₂O). Foder kan både köpas in och odlas direkt på gården. De högsta utsläppen kommer från fodermältningen vilket leder till höga utsläpp av metan. Genom att beräkna utsläpp från produktionen kan områden för att minska utsläppen hittas. Detta kräver dock krångliga beräkningar vilka blir osäkra, speciellt då den data som behövs inte alltid finns tillgänglig. Det finns olika verktyg att utföra beräkningar med där två av dem är Cool Farm Tool (CFT) och Vera. CFT är ett internationellt verktyg till för jordbrukare och används för att kvantifiera, hantera och minska utsläpp av växthusgaser. Vera är ett svenskt verktyg för att bland annat beräkna klimatpåverkan och riktar sig främst mot lantbruksrådgivning.

För att beräkningarna ska ske med precision och kunna användas för att hitta områden att minska utsläppen för utvärderades verktygen med avseende på just precision och resultatredovisning. För att kunna göra denna utvärdering utfördes beräkningar i de två verktygen för tre olika produktioner, en för mjölk och två för kött. För jämförelse utfördes egna beräkningar utifrån ett livscykelperspektiv, där gårdarnas utsläpp har beaktats från ”vagga till grind” alltså fram till mjölken och nötkreaturen lämnar gården. Verktygen diskuterades också utifrån användarvänlighet.

Vissa skillnader i verktygen har kunnat upptäckas. Båda verktygen använder sig av schabloner för utsläpp genererade av inköpta varor men dessa skiljer sig åt. De använder olika beräkningsmetoder för utsläpp för flera delar av utsläppen och de skiljer sig även till viss del åt på vad som tas med i beräkningarna.

Studien visar att skillnader mellan verktygen kan hittas i resultaten för utsläpp från fodermältning, gödselhantering, foderproduktion och transport vilket orsakades av verktygens skillnader.

Vera har en stor fördel i att det använder en del svenska metoder vilket gör verktyget mer anpassat för svenska gårdar än CFT. En annan fördel med Vera är att det finns schabloner för många varor vilket ger användaren möjlighet att hantera bristfällig data. Det är bra för precisionen om användaren kan ändra dessa till gårdsspecifika vilket dock gör programmet tidskrävande. CFT går snabbare att använda och det går att hantera bristfällig data till viss del med schabloner. Då de förinställda värdena inte går att ändra kan inte beräkningar i CFT anpassas lika bra efter varje gård. Vera redovisar resultatet på flera sätt med möjlighet att upptäcka områden för förbättring. CFT redovisar inte lika detaljerat vilket innebär att användaren måste tolka resultatet. Några förbättringsmöjligheter för systemen är att Vera skulle behöva minska tiden som går åt till att leta efter produkter i listor och lägga till varor medan CFT skulle kunna öka möjligheterna till anpassning efter den specifika gården och resultatredovisning.

ORDLISTA

Feedback: I denna rapport återkopplande processer som förstärker växthusgasens påverkan på växthuseffekten.

Anaerob: Process som inte kräver syre för tillväxt. Använder kol istället för syre som elektronacceptor.

Livscykelanalys: Kvantitativ metod för bedömning av miljöpåverkan från produkter och tjänster. Metoden tar generellt hänsyn till ett systems hela livscykel.

Bruttoenergi: Energi före förluster.

Smältbar energi: Det som är kvar av bruttoenergin efter energi till djurets avföring (träck).

Omsättbar energi: Det som är kvar av smältbara energin efter förlust i form av metanenergi och energiförlust till urin.

Kalv/kviga för rekrytering: Kalv eller kviga som ska byta ut mjölkko.

Y_m-faktor: Andelen av djurens bruttoenergibehov som omvandlas till metan.

FÖRKORTNINGAR

CFT: Cool Farm Tool

EPD: Environmental Product Declarations

PCR: Product category rules

FPCM: Fat and protein corrected milk

ECM: Energy corrected milk

NIR: National inventory report

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

FE: Funktionell enhet

INNEHÅLL

| | |
|---|-----|
| Referat | i |
| Abstract | ii |
| Förord | iii |
| Populärvetenskaplig sammanfattning | iv |
| Ordlista | vi |
| Förkortningar..... | vi |
| 1 Inledning..... | 1 |
| 1.1 Syfte | 2 |
| 1.2 Frågeställningar..... | 2 |
| 2 Bakgrund..... | 3 |
| 2.1 Klimatpåverkan..... | 3 |
| 2.2 Animalieproduktion och dess klimatpåverkan..... | 3 |
| 2.2.1 Idisslarnas matsmältning..... | 4 |
| 2.2.2 Foderproduktion | 4 |
| 2.2.3 Gödselhantering | 5 |
| 2.2.4 Betesmark..... | 5 |
| 2.2.5 Energianvändning..... | 6 |
| 2.2.6 Förändrad markanvändning..... | 6 |
| 2.2.7 Produktion av insatsvaror..... | 6 |
| 2.2.8 Produktion av kapitalvaror | 6 |
| 2.3 Biologisk mångfald..... | 6 |
| 2.4 Ett rikt odlingslandskap | 7 |
| 2.5 Nötkreaturens foderbehov..... | 7 |
| 2.6 Livscykelanalys..... | 8 |
| 2.6.1 ISO 14040:2006 | 8 |
| 2.6.2 Miljövarudeklaration..... | 9 |
| 3 Metod | 10 |
| 3.1 Verktygen..... | 10 |
| 3.1.1 Cool Farm Tool..... | 10 |
| 3.1.2 Vera | 10 |
| 3.1.3 Egen metod..... | 11 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.2 | Gårdar för bedömning..... | 11 |
| 3.3 | Data och metoder för klimatberäkning | 12 |
| 3.3.1 | Inventering | 13 |
| 3.4 | Känslighetsanalys | 18 |
| 3.5 | Användarvänlighet och resultatredovisning | 18 |
| 3.5.1 | Kontakt med rådgivare och Verautvecklare..... | 19 |
| 4 | Resultat och analys..... | 19 |
| 4.1 | Jämförelse av metoder | 19 |
| 4.1.1 | Funktionell enhet..... | 19 |
| 4.1.2 | Foderdata..... | 20 |
| 4.1.3 | Energibehov | 20 |
| 4.1.4 | GWP-faktorer | 21 |
| 4.1.5 | Metan från fodersmältning | 21 |
| 4.1.6 | Lustgas från gödselhantering | 22 |
| 4.1.7 | Lustgas från gödselanvändning..... | 22 |
| 4.1.8 | Metan från gödselhantering..... | 23 |
| 4.1.9 | Insatsvaror | 23 |
| 4.2 | Resultat från miljöbedömningarna..... | 24 |
| 4.2.1 | Gård A – mjölksystem..... | 25 |
| 4.2.2 | Gård A – köttssystem..... | 26 |
| 4.2.3 | Gård B – köttssystem..... | 28 |
| 4.2.4 | Metan för fodersmältning..... | 30 |
| 4.2.5 | Stall- och betesgödsel..... | 31 |
| 4.3 | Känslighetsanalys | 32 |
| 4.3.1 | Skördemängd..... | 32 |
| 4.3.2 | Representativ levandevikt | 33 |
| 4.4 | Användarvänlighet och resultatredovisning | 34 |
| 4.4.1 | Kontakt med rådgivare | 34 |
| 4.4.2 | Kontakt med utvecklare på Vera..... | 35 |
| 4.4.3 | Analys av användarvänlighet och resultatredovisning..... | 35 |
| 4.4.4 | Förslag för förbättring av resultat..... | 37 |
| 5 | Diskussion | 38 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5.1 | Upskattning av foder..... | 38 |
| 5.2 | Miljöbedömning..... | 38 |
| 5.2.1 | Systemgränser | 38 |
| 5.2.2 | Metan från fodersmältning | 39 |
| 5.2.3 | Gödselhantering | 39 |
| 5.2.4 | Övriga skillnader | 40 |
| 5.3 | Känslighetsanalys | 40 |
| 5.3.1 | Skördemängd..... | 40 |
| 5.3.2 | Levandevikt..... | 40 |
| 5.4 | Användarvänlighet..... | 41 |
| 5.5 | Resultatredovisning..... | 41 |
| 5.6 | Framtida studier | 42 |
| 6 | Slutsats | 42 |
| | Referenser..... | 43 |
| | APPENDIX A Beskrivning av CFT:s beräkningsmetod..... | 48 |
| A.1 | Odling..... | 48 |
| A.1.1 | Skörderester..... | 48 |
| A.1.2 | Gödselproduktion | 48 |
| A.1.3 | Markavgång..... | 48 |
| A.1.4 | Pesticider | 48 |
| A.1.5 | Energianvändning..... | 49 |
| A.1.6 | Transport | 49 |
| A.2 | Boskap..... | 49 |
| A.2.1 | Typ av boskap | 49 |
| A.2.2 | Bete..... | 49 |
| A.2.3 | Energiintag | 50 |
| A.2.4 | Foderspjälkning..... | 50 |
| A.2.5 | Gödselhantering | 50 |
| A.2.6 | Foder..... | 50 |
| A.2.7 | Energianvändning..... | 50 |
| A.2.8 | Transporter | 50 |
| A.2.9 | Allokering vid mjölkproduktion..... | 50 |

| | | |
|------------|---|----|
| A.2.10 | Exempel på cirkeldiagram från resultatredovisning | 51 |
| APPENDIX B | Vera:s beräkningsmetod..... | 52 |
| B.1 | GWP-faktorer | 52 |
| B.2 | Metan från fodersmältning | 52 |
| B.3 | Lustgas från gödselhantering | 52 |
| B.4 | Metan från gödselhantering..... | 52 |
| B.5 | Lustgas från markavgång | 52 |
| B.6 | Energianvändning..... | 52 |
| B.7 | Transport | 52 |
| B.8 | Insatsvaror | 52 |
| B.9 | Allokering..... | 53 |
| APPENDIX C | Beräkningsmetod för egna beräkningar av växthusgasutsläpp | 54 |
| C.1 | Bruttoenergibehov | 54 |
| C.2 | Aktivitetsenergi | 54 |
| C.3 | Energi för tillväxt | 55 |
| C.4 | Laktationsenergi | 55 |
| C.5 | Energi för havandeskap..... | 56 |
| C.6 | Andel nettoenergi i fodret tillgängligt för underhåll | 56 |
| C.7 | Andel nettoenergi i fodret tillgängligt för tillväxt..... | 56 |
| C.8 | Andel smältbar energi i fodrets bruttoenergi..... | 56 |
| C.9 | Metan från fodersmältning | 56 |
| C.10 | Metan från gödselhantering..... | 56 |
| C.11 | Lustgas från gödselhantering | 57 |
| C.11.1 | Direkta utsläpp..... | 57 |
| C.11.2 | Indirekta utsläpp | 58 |
| C.12 | Lustgas från betesmark..... | 59 |
| C.12.1 | Direkta utsläpp..... | 59 |
| C.12.2 | Indirekta utsläpp | 59 |
| C.13 | Lustgas från foderodling | 59 |
| C.13.1 | Skörderester | 59 |
| C.13.2 | Gödselmedel | 60 |
| C.14 | Utsläpp från energianvändning | 61 |

| | | |
|------------|--|----|
| C.15 | Utsläpp från transporter..... | 61 |
| C.16 | Övriga insatsvaror | 62 |
| APPENDIX D | Uppskattning av besättningar i jämvikt | 63 |
| D.1 | Gård A - Mjölkssystem..... | 63 |
| D.2 | Gård A – Köttssystem..... | 64 |
| D.3 | Gård B - Köttssystem..... | 65 |
| APPENDIX E | Uppskattning av foderintag..... | 67 |
| APPENDIX F | Indata för foderodling | 68 |
| F.1 | Gård A | 68 |
| F.2 | Gård B | 68 |
| APPENDIX G | Verktygens foderdata | 70 |
| APPENDIX H | Indata för Energianvändning i stall och transporter..... | 71 |
| APPENDIX I | Frågor till rådgivare | 73 |
| I.1 | Frågor till klimatrådgivare | 73 |
| I.2 | Frågor till rådgivare på Vera | 73 |

1 INLEDNING

Klimatförändringarna är idag en av samhällets viktigaste utmaningar. För att hantera dessa finns internationella mål och avtal. År 2015 antogs de globala målen vars syfte definieras enligt följande av FN-förbundet UNA Sverige: *”Målen ska bidra till en socialt, ekonomiskt och miljömässig hållbar utveckling och vara uppnådda till 2030 i alla länder (UNDP i Sverige 2015a)”*. Målen är 17 till antalet där ”bekämpa klimatförändringarna” är ett av målen. Detta trycker på att klimatförändringarna måste bekämpas och det snabbt då det är ett hot mot samhället (UNDP i Sverige 2015a). Utsläppen av växthusgaser ökar globalt och en fortsatt ökning leder till en höjning av medeltemperaturen vilket kan få ödesdiga konsekvenser för både människa och miljö (UNDP i Sverige 2015a; UNEP 2018). Utöver de globala målen finns Parisavtalet vilket trädde i kraft 2016. Enligt detta ska temperaturförändringen hållas långt under 2 grader med målet att temperaturer inte ska stiga mer än 1,5 grader (UNFCCC 2020). Även EU har mål för klimatet där ett gemensamt mål för alla EU-länder där utsläppen ska ha minskat med 40 % jämfört med utsläppsnivåerna 1990 år 2030 (European Commission 2016a). EU jobbar även mot ett klimatneutralt Europa till 2050 (European Commission 2016b). Bland Sveriges miljömål finns målet ”bekämpa klimatförändringarna” som även detta preciseras med en begränsad temperaturstigning (Sveriges miljömål 2018a).

Intergovernmental panel on climate change (IPCC) är FN:s klimatpanel som arbetar med följande *”...to provide governments of all levels with scientific information that they can use to develop climate policies (IPCC 2020)”*. IPCC:s rapporter används också för att minska påverkan på klimatet i hela världen (IPCC 2020). IPCC utvecklade år 2006 riktlinjer för inventering av växthusgaser nationellt vilka sedan uppdaterades år 2019. Riktlinjerna omfattar flera verksamheter, bland annat energianvändning och jordbruk. Inventeringen kan ske med tre olika nogrigheter, så kallade ”tiers” där ”tier 1” är den mest övergripande och ”tier 3” den mest detaljerade (IPCC 2019).

Jordbruket står för en stor del av världens klimatpåverkan där animalieproduktionen bidrar med ungefär 15 % av världens utsläpp (Gerber et al. 2013; IPCC 2014a). Klimatpåverkan från denna varierar beroende bland annat på produktionssätt och djurart, där nötkreatur står för 65 % och därmed är det djur som orsakar störst utsläpp per kg kött (Gerber et al. 2013). Beräkningar av klimatpåverkan kan utföras för att få en bild av var det finns möjlighet att minska klimatpåverkan (Jordbruksverket 2020). Dessa beräkningar är komplexa med stora osäkerheter (Pichancourt et al. 2018). Det finns olika beräkningsverktyg för att beräkna klimatpåverkan från gårdar vilka beräknar klimatpåverkan och redovisar resultatet på olika sätt (Greenhouse Gas Protocol u.å.; Greppa näringen u.å.; Cool Farm Alliance 2019b). För att beräkningar ska kunna ske med precision och få ett resultat som kan användas för förbättringsåtgärder behöver dessa undersökas (Lewis et al. 2013).

UNISECO är ett EU-projekt med följande syfte: *“...to develop innovative approaches to enhance the understanding of socio-economic and policy drivers and barriers for further development and implementation of agro-ecological practices in EU farming systems*

(UNISECO 2018).” I den svenska delen av projektet utförs klimatberäkningar. Två gårdar från projektet kommer att användas för miljöbedömningarna i detta projekt.

1.1 SYFTE

Studien syftar till att utvärdera två verktyg för beräkning av klimatpåverkan från gårdar med idisslare där de verktyg som kommer att utvärderas är Cool Farm Tool (CFT) (Cool Farm Alliance 2019b) och Vera (Greppa näringen u.å.a). Utvärderingen kommer att ske med avseende på precision och hur väl resultatet redovisas utifrån gårdarnas möjlighet att använda resultatet som beslutsunderlag för att identifiera förbättringsmöjligheter. Verktygen kommer också att diskuteras utifrån användarvänlighet.

1.2 FRÅGESTÄLLNINGAR

- Hur skiljer sig metodiken mellan beräkningsverktygen och hur påverkar det resultatet?
- Vilka för- och nackdelar finns med de två olika verktygens beräkningar utifrån precision?
- Hur hanteras bristfällig data av beräkningsverktygen och vilka för- och nackdelar finns med hanteringen utifrån precision?
- Hur användbara är verktygens resultat för att identifiera förbättringsmöjligheter?
- Hur kan beräkningsverktygen förbättras?

2 BAKGRUND

2.1 KLIMATPÅVERKAN

Tre gaser som är viktiga för växthuseffekten är koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och lustgas (N₂O) vilka bildas genom olika processer (NE u.å.a). De har även olika uppehållstid i atmosfären och olika stark påverkan på den globala uppvärmningen. För att kunna jämföra växthusgasernas effekt finns ”Global Warming Potentials” (GWP). Dessa beskriver hur mycket energi de adsorberar med koldioxid som referens. Effekten varierar med tiden och det finns GWP-faktorer för olika tidsperspektiv (IPCC 2013). GWP-faktorer för ett 100-års perspektiv (GWP100) för koldioxid, metan och lustgas redovisas i tabell 1 tillsammans med hur gaserna bildas och dess uppehållstid i atmosfären.

Tabell 1: Bildningsprocess, uppehållstid i atmosfären och GWP100 för koldioxid, metan respektive lustgas.

| Växthusgas | Bildningsprocess | Upphållstid [år] | GWP100 [CO ₂ -ekvivalenter] |
|------------------|--|-----------------------------------|---|
| Koldioxid | Förbränning ¹ | Upp till några tusen ² | 1 ³ |
| Metan | Anaeroba processer ⁴ | 12 ⁵ | 28 utan feedback ³ 34 med feedback ³ |
| Lustgas | Förbränning ⁶ Nitrifikation ⁶ Denitrifikation ⁶ | 121 ⁵ | 265 utan feedback ³ 298 med feedback ³ |

¹(NE u.å.c), ²(EPA 2019), ³(IPCC 2013), ⁴(Gerber et al. 2013), ⁵(IPCC 2014b), ⁶(EPA 2019).

2.2 ANIMALIEPRODUKTION OCH DESS KLIMATPÅVERKAN

Produktion av nötkreatur leder främst till utsläpp av koldioxid, metan och lustgas. Även utsläpp av andra växthusgaser förekommer men dessa har relativt liten påverkan (Greppa näringen 2011a). Tabell 2 visar var utsläppen från produktionen av idisslare kommer från och vilken eller vilka växthusgaser som släpps ut från varje del.

Tabell 2: Områden för växthusgasutsläpp från produktion av idisslare och vilka växthusgaser de genererar.

| Del av produktion | Växthusgas |
|-----------------------------------|---|
| Idisslarnas matsmältning | Metan ¹ |
| Gasavgång från betesmark | Lustgas ² |
| Foderproduktion | Koldioxid, metan och lustgas ¹ |
| Gödselhantering | Metan och lustgas ² |
| Energianvändning | Koldioxid, metan och lustgas ^{1,3} |
| Förändrad markanvändning | Koldioxid, metan och lustgas ^{4,5} |
| Produktion av insatsvaror | Koldioxid ¹ |
| Produktion av kapitalvaror | Koldioxid ⁵ |

¹(Gerber et al. 2013), ²(IPCC 2019), ³(Gode et al. 2011) ⁴(Leifeld & Menichetti 2018; Nunez 2019), ⁵(Berglund et al. 2009)

2.2.1 Idisslarnas matsmältning

Idisslarnas foderspjäлкning skiljer sig från övriga djurs då de har fyra magar istället för en. Idisslarna kan använda cellulosa som foder på grund av de mikroorganismer som finns i idisslarens våm, alltså den första magen. Processerna i våmmen bildar gaser, speciellt metan vilket når omgivningen med idisslarnas utandningsluft (NE u.å.b).

2.2.2 Foderproduktion

Då det inte räcker med bete som foderkälla behöver annat foder köpas in eller produceras på gården. Det mesta av utsläppen från foderproduktion kommer från produktion av mineralgödsel för odling om det används, användning av diesel och från lustgas från marken (Wallman et al. 2013). Även transporter, processning av foder, produktion av andra gödsel och energianvändning, som torkning, leder till utsläpp (Greppa näringen 2011b; Wallman et al. 2013). Hur stora utsläppen från transporter blir beror på hur långt fodret måste transporteras för att nå gården. Importerat foder leder således till mer utsläpp från transport än närproducerat foder. Energianvändningen och transporter vid produktionen leder till utsläpp av koldioxid och produktionen av mineralgödsel genererar lustgas och koldioxid (Wallman et al. 2013). Även produktion av herbicider och pesticider bidrar med utsläpp av koldioxid (Phillips 2010).

Odlingsmarken släpper ut koldioxid och kan även binda in kol. Kolet kan dock också förloras i odlingsmarkerna (IPCC 2019). Studier visar på att åkermarkerna har större potential för kolinbindning än betesmark globalt. Odlingsmarker släpper även ut lustgas (IPCC 2019). I marken sker de biologiska processerna nitrifikation och denitrifikation. Om marken är

syrefattig och samtidigt rik på ammonium bildar nitrifikationen lustgas medan denitrifikationen leder till lustgas som biprodukt. Lustgasen kan sedan avgå till atmosfären (NE u.å.e).

2.2.3 Gödselhantering

Vid animalieproduktion genereras gödsel som en biprodukt vilken kräver hantering (Jordbruksverket 2018b). Gödselhanteringen bildar lustgas och metan men även ammoniak och kväveoxider som i sin tur kan leda till indirekta lustgasemissioner. Metan bildas vid anaerob nedbrytning av gödsel och hur mycket som släpps ut är därmed beroende av mängden gödsel, hur mycket kväve och kol det innehåller och hur det hanteras. Om gödsel hanteras som flytgödsel bryts det ner anaerobiskt och bildar därmed mer metan. Om det istället hanteras som fastgödsel bryts det ner mer aerobt och bildar därför mindre metan. Nedbrytningen blir också mer aerob om gödslet placeras på betesmark. Lustgas bildas, liksom i marken, av denitrifikation och nitrifikation. Nitrifikationen sker under aeroba förhållanden och sker därför i gödsel som förvaras med tillgång till syre. Denitrifikation sker under anaeroba förhållanden. Sura förhållanden och begränsad fukt minskar bildningen av lustgas. Lustgas släpps även ut indirekt genom avgång av ammoniak och kväveoxider som omvandlas till lustgas (IPCC 2019).

2.2.4 Betesmark

Betesmark definieras av Jordbruksverket på följande sätt: *”Ett jordbruksskifte som inte är åkermark och som sköts med bete, avslagning eller putsning samt är bevuxet med gräs, örter eller hävdad ljung som är dugligt som foder (SJVFS 2019:80)”*. Marken måste skötas och växer marken igen klassas den inte längre som betesmark (Jordbruksverket 2019).

Betesmarker är mycket artrika och bidrar därmed till den biologiska mångfalden (Jordbruksverket 2018a). De växter som finns på betesmarken kan inte ätas av människor och marken kan inte heller användas till växtodling då den inte är möjlig att plöja (Jordbruksverket 2017, 2018a). Att använda betesmarker i animalieproduktion leder därför till att betesmarkernas växter tas tillvara genom att idisslarna omvandlar dessa till livsmedel människor kan äta som mjölkprodukter och kött (Jordbruksverket 2018a). Lustgas avgår från betesmarken i och med att djurens avföring och träck hamnar på betesmarken då djuren betar (IPCC 2019).

Bete klassas som en typ av grovfoder (Växa Sverige u.å.). Det kan vara problematiskt att tillfredsställa hela foderbehovet med bete då en hög produktion av mjölk eller kött är önskvärd (Phillips 2010). Mjölkkor behöver både grovfoder och kraftfoder för att mjölkproduktionen ska bli hög och i områden med ett kallare klimat kan inte bete ske på vintern (Växa Sverige u.å.; Phillips 2010).

2.2.5 Energianvändning

Animalieproduktionen brukar energi både direkt och indirekt (Gerber *et al.* 2013). Djurens stallar behöver ha rätt miljö för att fungera utifrån utfodring, produktion och djurens hälsa (Phillips 2010; SVA 2020). Produktionens arbetsmaskiner kräver också energi (Gerber *et al.* 2013). Energin är ofta fossil vilket leder till utsläpp av koldioxid. Produktionen kräver också energi för produktion och transport av insatsvaror (Gerber *et al.* 2013).

2.2.6 Förändrad markanvändning

Förändrad markanvändning innebär att marken brukas på ett nytt sätt, t.ex. från odlingsmark till skog (IPCC 2019). Animalieproduktion kan leda till avskogning vid en ökad efterfrågan på jordbruksmark för bete eller foderproduktion (Gerber *et al.* 2013). I Sverige har det dock varit vanligare att jordbruksmark har gjorts om till skogsmark på senare tid. Då skog binder in koldioxid försvinner kolsänkor om skog avverkas, vilket leder till koldioxidutsläpp (Nunez 2019). Även kolrika torvmarker har gjorts om till jordbruksmark och skogsmark historiskt, bland annat i Sverige (Klemedtsson 2013). Då detta sker dräneras torvmarken vilket leder till att det organiska materialet snabbt bryts ner och blir en utsläppskälla för koldioxid genom mikrobiell oxidation och lustgas från markavgång (Leifeld & Menichetti 2018).

2.2.7 Produktion av insatsvaror

Förutom foder och energi köper en gård även in antibiotika och andra mediciner samt rengöringsprodukter för djurens hälsa och för att minska risken för smittspridning (Phillips 2010; Gerber *et al.* 2013). Även mineralgödsel kan köpas in. Produktionen av insatsvaror leder till utsläpp av koldioxid (Gerber *et al.* 2013). Även plast används exempelvis för ensilage och emballage. Produktion och transport av detta leder också till utsläpp av växthusgaser (Berglund *et al.* 2009). Även kalvar som tas in till systemet från andra system räknas som en insatsvara och bidrar med emissioner (Berglund *et al.* 2013). Ett lantbrukskooperativ som erbjuder insatsvaror som till exempel foder och gödsel är Lantmännen. De erbjuder även livsmedel, energi och maskiner (Lantmännen 2020).

2.2.8 Produktion av kapitalvaror

Animalieproduktion kräver kapitalvaror som byggnader, maskiner och fordon. Det är inte bara användandet av dessa som genererar utsläpp utan även produktionen av dem (Berglund *et al.* 2009).

2.3 BIOLOGISK MÅNGFALD

Den biologiska mångfalden och ekosystemen är viktig för mänskligheten då den bidrar med ekosystemtjänster som till exempel ger ren luft och rent vatten (SLU 2019a). FN har antagit det globala målet ”ekosystem och biologisk mångfald”. Detta mål specificeras enligt följande: ”*Skydda, återställa och främja ett hållbart nyttjande av landbaserade ekosystem, hållbart bruka skogar, bekämpa ökenspridning, hejda och vrida tillbaka markförstörelsen samt hejda förlusten av biologisk mångfald*” (UNDP i Sverige 2015b). Ett av målets delmål definieras

”Skydda biologiska mångfallden och naturliga livsmiljöer” (UNDP i Sverige 2015b). Mänsklig aktivitet, speciellt förstöring av livsmiljöer, står för den största delen av negativ påverkan på biologisk mångfald (SLU 2019a).

2.4 ETT RIKT ODLINGSLANDSKAP

Ett av Sveriges miljömål ”ett rikt odlingslandskap ” preciserar att odlingslandskapet vara variationsrikt och att naturbetesmarker ska ha en stor del i detta då de är en bra miljö för många arter. Målet specificerar även att odlingslandskapets arter ska bevaras och att det inom och mellan populationer ska finnas en genetisk variation. Natur- och kulturmiljövärden ska bevaras och fortsätta tas hand om och även de värden odlingslandskapet har för friluftslivet ska tas omhand (Sveriges miljömål 2018b).

2.5 NÖTKREAUTRUENS FODERBEHOV

Hur mycket foder som behövs beror på djurens energibehov och fodrets näring (IPCC, 2019). Mängden påverkas således av fodertyp men även bland annat av djurens tillväxt, vikt och mjölkproduktion när det gäller mjölkkor (Odensten et al. 2012; IPCC 2019). Fodergivor presenteras i tabell 3 och är framtagna för ekologiska gårdar.

Tabell 3: Utdrag ur studie om typfodergivor för ekologiska gårdar.

| | Total fodergiva per dag [kg TS/dag] | Förutsättningar |
|----------------------|--|--|
| Mjölko | 15-25 ¹ | Mjölko som väger 600 kg och producerar 8500 l ECM. Inkluderar ej sinperiod. ¹ |
| Sinko | 6,5 ¹ | |
| Mjölkraskviga | 3,8 ² | Mjölkraskviga som väger 120 kg ² . |
| | 8,6 ² | Mjölkraskviga som väger 520 kg med viktökning på 700 g/d ² |
| Mjölkrasstut | 3,9 ² | Mjölkrasstut som väger 120 kg med en viktökning på 800 g/d ² |
| | 12 ² | Mjölkrasstut som väger 600 kg med en viktökning på 900 g/d ² . |
| Köttraskviga | 6,0 ² | Köttraskviga som väger 250 kg ² |
| | 9,2 ² | Köttraskviga som väger 550 kg ² |
| Köttrasstut | 6,5 ² | Lätt köttrasstut som väger 250 kg ² . |
| | 9,9 ² | Lätt köttrasstut som väger 500 kg ² |
| Diko | 8-11,5 ² | Diko som väger 600 kg ² |
| Tjur | 13,4 ² | Mjölkrastjur som väger 600 kg med en viktökning på 1200 ² . |

¹(Odensten et al. 2012), ²(Dieden et al. 2012).

2.6 LIVSCYKELANALYS

Livscykelanalys är en kvantitativ metod för bedömning av miljöpåverkan från produkter och tjänster. Bedömningen kan göras för olika miljöpåverkanskategorier. Metoden tar generellt hänsyn till ett systems hela livscykel ”från vaggan till graven”, alltså från råvaruutvinning till avfallshantering (SLU 2019b).

2.6.1 ISO 14040:2006

Enligt SIS (2006) ska en livscykelanalys inkludera följande delar utifrån ISO 14040:2006:

- ”definition av mål och omfattning
- inventeringsanalys
- miljöpåverkansbedömning och
- tolkning (SIS 2006b)”

En livscykelanalys utförs iterativt vilket innebär att de olika delarna kan ändras under tiden bedömningen sker (Matthews et al. 2014a).

Definiering av mål ska inkludera miljöbedömningens syfte och vad den ska användas till. Även vilka bedömningen riktas mot bör ingå. Omfattningen ska inkludera hur systemet ser ut och vilka delar som beaktas i bedömningen (SIS 2006b). Hur och om systemet har avgränsats geografiskt och tidsmässigt ska också inkluderas (SLU 2019b). Vilka miljöpåverkanskategorier studien använder och hur bedömningen görs ska finnas med. Även hur tolkningen av detta utfördes ska ingå (SIS 2006b).

I omfattningen ska också vald allokeringmetod beskrivas (SIS 2006b). Allokering innebär att flöden fördelas mellan systemets nyttor då det genererar flera (Matthews et al. 2014b). Allokering kan ske utifrån fysiska och ekonomiska aspekter (SLU 2019b). För att undvika allokering kan systemet delas upp i ett system för varje nytta och hantera dessa separat. Istället för allokering kan systemexpansion användas vilket innebär att systemet utvidgas så att de system som jämförs levererar samma nytta. Detta kan göras genom att lägga till eller ta bort processer från systemet (Matthews et al. 2014b). Under inventeringsanalysen ska systemets relevanta flöden kvantifieras genom datainsamling och beräkningar (SIS 2006b).

Miljöpåverkansbedömningen ska i enlighet med ISO 14040:2006 redogöra för vilka miljöpåverkanskategorier som har valts, indikatorer för dessa kategorier och modeller för karaktärisering. Resultaten ska klassificeras och resultat för de olika indikatorerna ska beräknas (SIS 2006b). Resultaten beräknas för systemets funktionella enhet (FE) vilket enligt SIS (2006) definieras enligt följande: ”kvantifierad prestanda hos ett produktsystem för användning som referensenhet (SIS 2006b)”. Den funktionella enheten ska spegla nyttan med systemet (SLU 2019b).

Tolkning innebär i en LCA att slutsatser dras, studiens begränsningar redovisas och att rekommendationer ges från resultatet. Detta bör gå i linje med det som har definierats i mål och omfattning (SIS 2006b).

2.6.2 Miljövarudeklaration

För att miljödeklarera varor finns ”Environmental Product Declarations (EPD)”. EPD utgår från ISO 14025, som handlar om miljödeklarationer, vilken baseras på ISO 14040 (EPD; SIS 2006a). Det finns riktlinjer för hur miljödeklarationer ska utföras för olika produkter i form av ”Product Category Rules (PCR)”. Följande avsnitt redogör för en del av de krav och rekommendationer som redogörs i PCR för kött från däggdjur och råmjölk.

För att följa PCR ska 1 kg benfritt kött användas som funktionell enhet för kött och för mjölk ska 1 l användas. Det rekommenderas att inkludera hela livsrytten, alltså från ”vagga till grav”. Detta anses speciellt vara viktigt om målgruppen för bedömningens resultat är kunden (EPD 2019a; b). För kött och mjölk inkluderar PCR följande från vagga till grind innanför sin systemgräns, men tar inte med markkol eller förändrad markanvändning:

- foderproduktion
- foderinköp
- produktion av förbrukningsvaror som används under produktionen, som rengöringsmedel.
- gödselhantering
- fodermältning
- produktion och användning av energi och
- produktion av förpackningar (EPD 2019a; b).

För köttprodukter beaktas även produktion av ingredienser i slutprodukten utöver köttet, som t.ex. kryddor (EPD 2019a). För mjölk inkluderas även skötsel av gårdens maskiner och liknande samt behandling av gårdens genererade avfall (EPD 2019b). Fler delar kan inkluderas i systemet men är frivilligt. Följande delar ska dock exkluderas:

- produktion av kapitalvaror
- personalresor och
- verksamhetsutvecklande aktiviteter (EPD 2019a; b).

PCR definierar också hur allokering ska utföras. I första hand ska allokering undvikas för både kött och mjölk (EPD 2019a; b). I andra hand ska systemet delas upp i mindre system och hanteras var för sig och i tredje hand ska allokering göras relativt utifrån fysiska aspekter där faktor för allokering beräknas i enlighet med International Dairy Federation (IDF) enligt ekvation 1 (EPD 2019a; b).

$$\text{Allokeringsfaktor} = 1 - 6,04 * \frac{M_{\text{kött}}}{M_{\text{mjölk}}} \quad (1)$$

där $M_{\text{kött}}$ står för kg såld levandevikt och $M_{\text{mjölk}}$ för mängden såld fett och proteinkorrigerad mjölk (fat and protein correcten milk, FPCM) (International Dairy Federation 2015).

3 METOD

3.1 VERKTYGEN

3.1.1 Cool Farm Tool

CFT är ett verktyg för att bland annat beräkna klimatpåverkan från jordbruk men även vattenfotavtryck kan tas fram och kvantifiering av biologiska mångfald kan utföras. Verktöget inkluderar både gårdens direkta utsläpp, kolinlagring och markförluster (Cool Farm Alliance 2019a). Verktöget kan även användas för att kvantifiera biodiversitet och vattenanvändning (Cool Farm Alliance 2019b). CFT är ett internationellt verktyg som drivs av Cool Farm Alliance, vilket är en hållbarhetsplattform för jordbrukare. Verktöget är till för jordbrukare och används för att kvantifiera, hantera och reducera företagets utsläpp av växthusgaser. Det redogör även för vilka delar av verksamheten som leder till extremt höga utsläpp. Resultaten kan också användas för att utvärdera olika förändringsalternativ (Cool Farm Alliance u.å.). Den funktionella enheten som används är kg levandevikt för system där kalvarna föds på gården och per kg tillförd levandevikt då kalvarna har fötts upp i ett annat system. För mjölk används 1 l FPCM men då de använder samma omvandlingsmetod som IDF antas detta vara densamma som 1 l energikorrigerad mjölk (energy corrected milk, ECM) då dessa formler överensstämmer (Henriksson *et al.* 2019). Om gården odlar eget foder görs först en bedömning för varje foder som sedan kan användas vid bedömning av kött och mjölk. I bedömningarna finns färdiga kategorier där användaren själv fyller i värden. Utsläppsfaktorer för t.ex. foder och strömedel finns redan inlagt i systemet och det går inte att själv ändra dessa eller lägga till egna insatsvaror som inte redan finns. Allokeringen mellan kött och mjölk sker med allokeringsfaktorn enligt ekvation 1 (Cool Farm Alliance u.å.). Resultaten redovisas i form av systemets totala utsläpp och i utsläpp per kg produkt som har valts. Utsläppen redovisas även uppdelat per område i en lista och ett diagram samt att fördelningen av utsläpp per områden även redovisas som cirkeldiagram, som redovisas i appendix A, vilka i sin tur är uppdelade på djurkategori. En mer utförlig beskrivning av CFT och dess beräkningar redovisas i appendix A.

3.1.2 Vera

Vera är ett verktyg för att bland annat beräkna klimatpåverkan och används främst för lantbruksrådgivning. Det kan även användas vid miljöprovningar och andra rådgivningar (Greppa näringen u.å.a). Den funktionella enheten verktöget använder sig av är kg produkt men även hela gårdens utsläpp redovisas. Vera laddas ner som ett program och innehåller flera verktyg: klimatkollen, växtnärbalans, stallgödselberäkning, gödselkalkyl, gödslingsplan och utlakning samt energikartläggning. I detta projekt har klimatkollen använts. I klimatkollen

väljer användaren själv vilka insatsvaror som ska läggas in. Användaren väljer även själv djurkategorier och levererade varor. Det går att lägga in flera. Schablonvärden finns för många utsläppsfaktorer men de går även att ändra. En del av insatsvarorna kopplas till produkterna automatiskt men mycket behöver också fördelas på de olika systemen av användaren själv. Allokering mellan kött och mjölk sker med beräknad allokeringsfaktor enligt ekvation 1 (Eriksson et al. 2020). Resultatet redovisas i form av tabeller och diagram där det finns många att välja på. En mer utförlig beskrivning av Vera och dess beräkningar redovisas i appendix B.

3.1.3 Egen metod

Egna beräkningar av påverkan på klimatet utfördes med syfte att jämföra beräkningsverktygen, bedöma precision och som hjälp vid utvärdering av resultatredovisning. Metoden följer till största delen IPCC:s ”2019 Refinement to the 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” (IPCC 2019). Allokering mellan kött och mjölk utfördes i enlighet med PCR för mjölk och därmed IDF (2015) enligt ekvation 1. En utförlig beskrivning av metoden redogörs i appendix C.

3.2 GÅRDAR FÖR BEDÖMNING

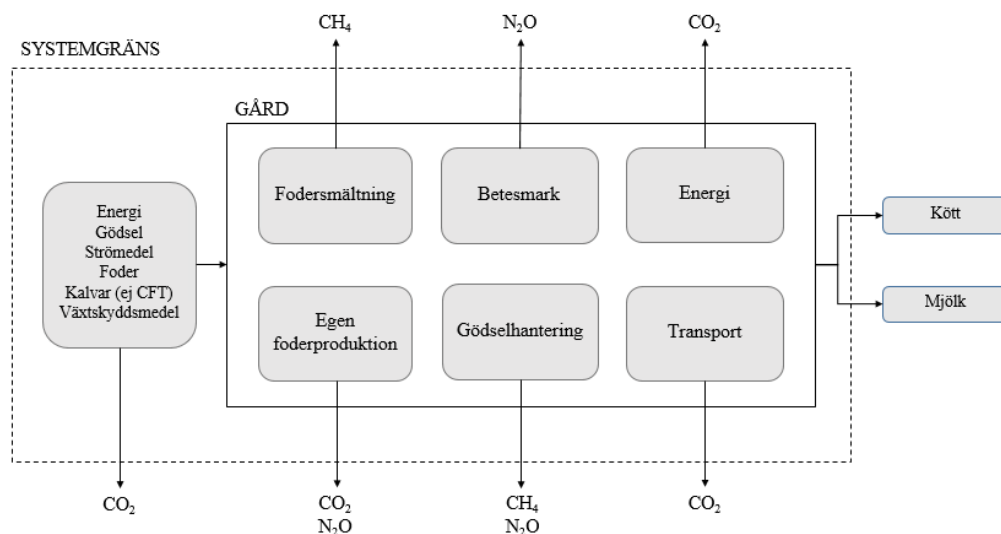
Bedömningarna utfördes för två svenska gårdar med betesmarker. Gård A är en ekologisk gård med mjölkproduktion. Gården producerar både mjölk och kött där köttet kommer både från mjölkkor och att kalvar som inte används till rekrytering föds upp. I denna studie har gården delats upp i två system där det så kallade ”mjölksystemet” genererar mjölk och kött från mjölkkor och ”köttssystemet” genererar kött från kalvar som inte används till rekrytering. Gård B har en dikobesättning för köttproduktion och föder upp sina egna kalvar. Systemet benämns i denna studie som ”köttssystem”. Information om mjölkproduktion, djur till slakt, djurkategorier och foder redogörs i tabell 4.

Tabell 4: Sammanställning över gårdarnas system, mjölkproduktion, vilka djur som går till slakt, de djurkategorier som finns i varje system och foder.

| | Gård A | | Gård B |
|------------------------|--|--|--|
| System | Mjölksystem | Köttssystem | Köttssystem |
| Mjölproduktion | 25 mjökkor 100 000 l mjölk/år | | |
| Djur till slakt | Mjölkkor | Djur som ej används för rekrytering | Dikor Kvigor ej för rekrytering Tjurar |
| Djurkategorier | Kalvar och kvigor för rekrytering Mjölkkor Avelstjurar | Kalvar ej för rekrytering Kvigor ej för rekrytering Tjurar | Kalvar och kvigor för rekrytering Kalvar ej för rekrytering Kvigor ej för rekrytering Tjurar Dikor |
| Foder | Ensilage Proteinfoder Bete | Ensilage Proteinfoder Bete | Ensilage Bete |

3.3 DATA OCH METODER FÖR KLIMATBERÄKNING

Klimatberäkningarna omfattar nötkött för de två köttssystemen och mjölksystemet. För mjölksystemet omfattas även mjölkproduktion. Den miljöpåverkanskategori som bedömdes var klimatpåverkan med kategoriindikator koldioxidekvivalenter. Den funktionella enheten för mjölk är 1 l ECM och för kött 1 kg levandevikt. Bedömningens system med systemgränser redovisas i figur 1. Systemet omfattar processer från ”vagga till gårdsgräns” och den tidsmässiga systemgränsen sattes till ett år. CFT tar dock inte hänsyn till införande av kalvar från andra system eller avelstjurar i mjölksystem.



Figur 1: Systemgränser för miljöbedömningarna.

3.3.1 Inventering

Vid inventeringen användes gårdsspecifika data inom ramen för data som redan fanns inom projektet. I övrigt användes nationell data i första hand och internationell i andra hand.

Belagda stallplatser och vikter

För att få fram ett resultat som inte påverkas av variationer i hur gårdarnas besättning ser ut har en uppskattning av hur besättningen kan se ut vid ett jämviktsläge utförts. Uppskattningen utgick ifrån gårdens angivna data för antal mjölkkor eller dikor, andel mjölkkor eller dikor som ersätts per år, kalvningsintervall och dödstal för kalvar. Antal djur har också räknats om till antal belagda stallplatser för att anpassa antalet djur efter den tidsmässiga avgränsningen på ett år, då vissa djur kan befinna sig på gården en kortare eller längre tid. Sålda kalvar antas befinna sig i systemet kort och belägger därför inte några stallplatser. I CFT kan djur ej säljas utan att belägga stallplatser och därför tas de sålda klavarna inte med CFT. Metod för uppskattningarna redovisas i appendix D. Den uppskattade jämviktsbesättningen som har använts vid beräkningar för gård A:s mjölksystem, köttssystem och för gård B i CFT och de egna beräkningarna redovisas i tabell 5. För gård A:s mjölksystem angavs tjurar endast för de egna beräkningarna.

Tabell 5: Indata för alla systems belagda stallplatser, sålda djur och djur från andra system.

| | Antal belagda stallplatser | Representativ levandevikt | Antal till köttssystemet | Antal sålda | Såld vikt |
|-------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|
| Gård A:s mjölksystem | | | | | |
| Kvigkalvar för rekrytering 0-12 mån | 6 ¹ | 100 ² | | | |
| Kalvar ej för rekrytering 0-12 mån | | | 16 ¹ | | 40 ² |
| Kvigor för rekrytering 12-32 mån | 10 ¹ | 525 ² | | | |
| Mjölkkor | 20 ² | 525 ² | | 6 ¹ | 525 ² |
| Sinkor | 5 ¹ | 525 ² | | | |
| Tjurar | 1 ¹ | 850 ² | | | |
| Gård A:s köttssystem | | | | | |
| Kalvar ej för rekrytering 0-12 mån | 16 ¹ | 100 ² | 16 ¹ | | |
| Kvigor ej för rekrytering 12-32 mån | 9 ¹ | 525 ² | | 5 ¹ | 525 ² |
| Stutar för kött 12-32 mån | 19 ¹ | 575 ² | | 11 ¹ | 575 ² |
| Gård B:s köttssystem | | | | | |
| Kalvar 0-12 mån | 11 ¹ | 270 ² | | | |
| Kvigor ej för rekrytering 12-27 mån | 5 ¹ | 450 ² | | 4 ¹ | 600 ² |
| Stutar för kött 12-27 mån | 6 ¹ | 500 ² | | 5 ¹ | 650 ² |
| Dikor | 12 ¹ | 600 ² | | 2 ¹ | 600 ² |
| Rekryteringskvigor 12-24 mån | 2 ¹ | 450 ² | | | |

¹ Beräknat enligt appendix D. ² Angivet av gården.

För användning i Vera formaterades antal stallplatser om efter Veras kategorier. Antal belagda stallplatser gödselsystem har beräknats efter gårdens fördelning av gödselhantering där djupströbädd och flytgödsel stod för 5 respektive 95 % för gård B:s köttssystem. Övriga system använder endast djupströbädd. Omformaterade data på antal belagda stallplatser, antal djur från andra system och antal sålda djur för gård A:s mjölk- och köttssystem samt gård B redovisas i tabell 6. Vera använder sig av instättningsvikt och vikt vid försäljning. För kalvar används vikt vid 3 månader istället för insättningsvikt om de sattes in före 3 månades ålder.

För kvigor används även vikt vid dräktighet och för mjölkkor används endast vikt vid försäljning. Vikterna redovisas i tabell 6.

Tabell 6: Belagda stallplatser och vikter för alla system efter Veras kategorier.

| | Antal belagda stallplatser djupströ | Antal belagda stallplatser flytgödsel | Insättningsvikt/vikt vid dräktighet [kg] | Vikt vid dräktighet/försäljning [kg] | Vikt [kg] |
|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------|
| Gård A:s mjölksystem | | | | | |
| Yngre kvigor | 6 ¹ | | 80 ² | 400 ² | |
| Dräktiga kvigor | 4 ¹ | | 400 ³ | 525 ³ | |
| Mjölkkor | 25 ¹ | | | | 525 ³ |
| Tjurar | 1 ¹ | | 850 ³ | 850 ³ | |
| Gård A:s köttssystem | | | | | |
| Kvigor | 14 ¹ | | 80 ² | 525 ³ | |
| Stutar | 30 ¹ | | 80 ² | 575 ³ | |
| Gård B:s köttssystem | | | | | |
| Yngre kvigor för rekrytering | | 2 ¹ | 100 ² | 350 ² | |
| Dräktiga kvigor för rekrytering | | 2 ¹ | 350 ³ | 600 ³ | |
| Kvigor ej för rekrytering | 8 ¹ | | 100 ³ | 600 ³ | |
| Stutar | 1 ¹ | 11 ¹ | 100 ³ | 650 ³ | |
| Dikor | 1 ¹ | 11 ¹ | | | 600 ³ |

¹ Omräknat från tabell 5. ² Uppskattad från gårdens data. ³ Gårdens angivna data.

Foderintag

Djurens foderintag har uppskattats med beräkningar av djurens bruttoenergibehov, halt smältbar energi utifrån gårdarnas rapporterade besättning och totala mängd åtgång av foder. Sinkor antas endast äta ensilage och bete. Intaget av varje foder är ett genomsnitt över årets alla dagar. Det uppskattade dagliga intaget av foder redovisas i tabell 7. Utöver intaget antas gårdarna ge en 10 % överutfodring. Metoden för uppskattningen av foderintaget redovisas i appendix E.

Tabell 7: Uppskattat foderintag per djur och dag för alla system.

| | Totalt [kg TS/dag] | Vall [kg TS/dag] | Helsädesensilage [kg TS/dag] | Proteinfoder [kg TS/dag] | Bete [kg TS/dag] |
|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|--|------------------------------------|----------------------------|
| Gård A:s mjölksystem | | | | | |
| Kalvar för rekrytering | 2,5 | 0,99 | 0,64 | 0,0042 | 0,82 |
| Kvigor för rekrytering | 8,7 | 3,5 | 2,3 | 0,045 | 2,9 |
| Mjölkkor | 13,5 | 4,7 | 3,0 | 1,9 | 3,9 |
| Sinkor | 6,1 | 2,5 | 1,6 | | 2,1 |
| Tjurar | 9,4 | 3,7 | 2,4 | | 3,1 |
| Gård A:s köttssystem | | | | | |
| Kalvar ej till rekrytering | 2,4 | 0,95 | 0,60 | 0,012 | 0,78 |
| Kvigor ej för rekrytering | 8,5 | 3,4 | 2,2 | 0,045 | 2,8 |
| Stutar för kött | 8,7 | 3,5 | 2,3 | 0,045 | 2,9 |
| Gård B:s köttssystem | | | | | |
| Kalvar | 6,3 | 2,3 | 0,57 | | 3,5 |
| Kvigor för kött | 9,5 | 3,5 | 0,86 | | 5,2 |
| Stutar för kött | 9,8 | 3,6 | 0,89 | | 5,4 |
| Dikor | 10,5 | 3,8 | 0,95 | | 5,7 |
| Rekryteringskvigor | 10,0 | 3,6 | 0,91 | | 5,5 |

I Vera anges inte dagligt intag av foder utan istället används proteinhalt och andel grovfoder av den totala fodermängden för beräkningar. Detta har beräknats med foderuppskattningarna från tabell 7 och proteininnehåll i olika foder, vilket redovisas i appendix G. Resultatet redovisas i tabell 8. För mjölkkor används inte grovfoder- och proteinhalten.

Tabell 8: Foderdata för alla system för användning i Vera.

| | Grovfoderandel [%] | Proteinhalt [%] |
|-----------------------------|--------------------|-----------------|
| Gård A:s mjölksystem | | |
| Yngre kvigor | 99 | 15,2 |
| Dräktiga kvigor | 99 | 15,2 |
| Tjurar | 96 | 15,2 |
| Gård A:s köttssystem | | |
| Kvigor | 99 | 15,2 |
| Stutar | 99 | 15,2 |
| Gård B:s köttssystem | | |
| Yngre kvigor | 99 | 13,2 |
| Dräktiga kvigor | 99 | 13,2 |
| Stutar | 99 | 13,2 |
| Dikor | 99 | 13,2 |
| Tjurar | 99 | 13,2 |

Foderodling

Vid beräkning av klimatpåverkan från gårdarnas egen foderproduktion krävdes data för skördemängd, grödans liggtid, energiåtgång, gödselmedel och jordegenskaper. En sammanställning av vilken data som har använts för vilket verktyg redovisas i tabell 9. Inventering för foderproduktion på gård A och B redovisas i Appendix F.

Tabell 9: Samanställning över använd indata för foderodlingen och vilket verktyg respektive indata används i.

| Indata | Används i metod |
|-----------------------------|-----------------|
| Skördemängder ¹ | Alla |
| Liggtid ¹ | Egna, Vera |
| Energi ¹ | Alla |
| Gödselmedel ¹ | Alla |
| Jordegenskaper ² | CFT, Vera |

¹ Gårdens data. ² Gårdens data och uppskattade värden.

Energi och transport för djurhållning

Energianvändningen för djurhållningen utgår ifrån gårdarnas data. Då gårdens angivna besättning skiljer sig något från den uppskattade jämnviktsbesättningen har gårdarnas angivna energimängd och transporter anpassats efter jämnviktsbesättningen för beräkningarna. Energianvändningen har allokerats på totala vikten för gårdens inrapporterade besättning och sedan multiplicerats med totala levandevikten för den uppskattade jämnviktsbesättningen. Samma metod har använts för transporter där transporterad vikt har allokerats och distansen har antagits vara densamma för jämnviktsbesättningen. Transporten inkluderar inte transporter vid odling då dessa inkluderas i foderproduktionen. Indata för energi och transport redovisas i appendix H.

3.4 KÄNSLIGHETSANALYS

Metoderna testades med avseende på skördemängd och angiven levandevikt genom att förändra dessa parametrar och underköka hur mycket resultatet påverkas av förändringen. Hur mycket parametrarna förändrades redovisas i tabell 10. Skördemängden valdes som parameter då denna är en uppskattning från gårdarna och det är inte alltid tydligt om den är redovisad i torr- eller våtvikt. Gårdarna antas producera lika mycket och därmed påverkas hur många hektar som behövs för att få fram den skörd som krävs för att fylla gårdens foderbehov. Levandevikten är en faktor som påverkar resultatet då den förekommer i många beräkningar, bland annat metanet från fodermältningen och de uppskattade fodermängderna. Levandevikten för mjölkkor och dikor har inte ändrats då den är lika stor som slutvikten.

Tabell 10 Metod för känslighetsanalys av skördemängd, överutfodring och levandevikt.

| Förändrad parameter | Parameterens förändring |
|----------------------------|--------------------------------|
| Skördemängd [kg/ha] | Minskning med 20 % |
| Levandevikt [kg] | Minskning med 20 % |

3.5 ANVÄNDARVÄNLIGHET OCH RESULTATREDOVISNING

Användarvänligheten och resultatredovisningen utreddes utifrån de frågor som redovisas i tabell 11. Tabellen visar även metod för att besvara frågorna.

Tabell 11: Frågor och metod för analys av användarvänlighet och resultatredovisning.

| Användarvänlighet | CFT | Vera |
|--|--------------------|---|
| Går avsaknad i indata att hantera i programmet? | Egna observationer | Egna observationer och kontakt med rådgivare. |
| Finns möjlighet att göra anpassningar i programmet utifrån systemet som ska bedömas? | Egna observationer | Egna observationer |
| Kräver verktygen mycket tid? | Egna observationer | Egna observationer |
| Resultatredovisning | | |
| Redovisas resultatet på en detaljnivå som ger möjlighet att hitta förbättringsmöjligheter? | Egna observationer | Egna observationer |
| Är resultaten lätta att förstå? | Egna observationer | Egna observationer och kontakt med rådgivare |
| Redovisas utsläppen för systemens nyttor, alltså både kött och mjölk? | Egna observationer | Egna observationer |

3.5.1 Kontakt med rådgivare och Verautvecklare

Två rådgivare som använder Vera har svarat på frågor om hur de upplever Vera:s användarvänlighet och resultatredovisning gällande klimatkollen. En rådgivare fick frågor via telefon och den andra via mejl. Frågor har också ställts till en rådgivare på Vera gällande förbättringsmöjligheter och osäkerheter. Frågorna redovisas i appendix I.

4 RESULTAT OCH ANALYS

4.1 JÄMFÖRELSE AV METODER

Följande avsnitt redogör för de större skillnader som finns metoderna emellan.

4.1.1 Funktionell enhet

För köttssystem utan dikor använder CFT den funktionella enheten kg tillförd levandevikt vilken beräknas enligt ekvation 2:

$$\text{Tillförd levandevikt} = \text{Sammanlagd såld vikt} - \text{Sammanlagd införd vikt} \quad (2).$$

Vera och de egna beräkningarna använder kg såld levandevikt. Detta gör att utsläppen fördelas på olika mängder produkt. Den sammanlagda mängden produkt för gård A:s köttssystem redovisas i tabell 12 vilken visar att CFT allokerar utsläppen på mindre mängd levandevikt än övriga. För mjölksystem och dikosystem används samma funktionella enhet.

Tabell 12: Total vikt systemens utsläpp allokeras på för de olika verktygen för gård A:s köttssystem.

| Verktyg | Vikt |
|--------------------------------|------|
| CFT [kg tillförd levande vikt] | 8350 |
| Vera [kg såld levandevikt] | 8950 |
| Egna [kg såld levandevikt] | 8950 |

4.1.2 Foderdata

Vera, CFT och de egna beräkningarna använder schabloner för foderdata vilka skiljer sig åt. Skillnader i energidata för ensilage i CFT, Vera och de egna beräkningarna redovisas i tabell 12. Övriga foderdata finns i appendix G.

Tabell 13: Skillnader mellan verktygen i energidata för ensilage.

| Foder | Bruttoenergi [MJ/kg TS] | Smältbar energi [MJ/kg TS] | Omsättningsbar energi [MJ/kg TS] |
|---------------------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| CFT | | | |
| Ensilage, gräs | 18,0 ¹ | 12,0 ¹ | |
| Vera | | | |
| Ensilage | | | 10,1 ² |
| Koncentrat | | | 13,4 ² |
| Egna beräkningar | | | |
| Gräs-klöverblandning låg energi | 18,45 ³ | 12,2 ⁴ | |
| Gräs-klöverlandning hög energi | 18,45 ³ | 13,7 ⁴ | |

¹(Cool Farm Alliance 2019a), ²(Naturvårdsverket 2019), ³(IPCC 2019), ⁴(Sveriges lantbruksuniversitet u.å.)

4.1.3 Energibehov

CFT och de egna beräkningarna använder båda IPCC för beräkning av djurens energibehov där CFT använder IPCC (2006) och de egna IPCC (2019). Beräkningarna ser liknande ut men några parametrar skiljer sig åt. Vera använder istället samma metod som Naturvårdsverket (2019) i NIR, som använder Bertillson (2016) (Berglund 2015). Skillnaderna redovisas i tabell 14. Skillnader finns gällande metod, vuxenvikt, viktökning, och dikornas mjölkproduktion. Vuxenvikt och viktökning används för alla djurkategorier medan dikornas mjölkproduktion endast påverkar dikornas bruttoenergiebehov.

Tabell 14: Skillnader i metodernas beräkningar av bruttoenergibehov.

| | CFT | Vera | Egna |
|--|----------------------------------|---|---|
| Metod | IPCC (2006) ¹ | Bertilsson (2016) ² | IPCC (2019) ³ |
| Vuxenvikt | Vikt för vuxen kviga | Används ej | Slutvikt för kviga eller stut. |
| Viktökning | Schabloner för stadier och raser | Beräknas för varje stadie utifrån insättningsvikt, och högsta vikten för kategorin och faktisk tid till uppnådd slutvikt. | Genomsnittlig viktökning utifrån insättningsvikt, slutvikt och tid till uppnådd slutvikt. |
| Dikornas mjölkproduktion [l/djur och dag] | 0 | 5,5 ⁴ | 3,3 ⁵ |

¹ IPCC (2006) (Cool Farm Alliance 2019a). ² Använder samma metodik som national inventory report (NIR) (Berglund 2015; Naturvårdsverket 2019). ³ Appendix C. ⁴ (Naturvårdsverket 2019), ⁵ (Greppa näringen u.å.b)

4.1.4 GWP-faktorer

De tre metoderna använder sig av olika GWP100. Vilka som används redovisas i tabell 15. CFT använder äldre faktorer medan Vera använder nyare utan feedback och de egna använder nyare med feedback.

Tabell 15: De GWP100 som används i verktygen.

| | CFT | Vera | Egna |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Koldioxid | 1 ¹ | 1 ² | 1 ³ |
| Metan | 25 ¹ | 28 ² | 34 ³ |
| Lustgas | 298 ¹ | 296 ² | 298 ³ |

¹ (Cool Farm Alliance 2019a), ² (Greppa näringen u.å.b), ³ (IPCC 2013).

4.1.5 Metan från fodersmältning

Skillnader i systemen vid beräkning av metan från fodersmältning redogörs i tabell 16. Metoderna skiljer sig med avseende på metod, Y_m -faktor och energibehov. Vera skiljer sig från de andra metoderna då samma metod som National Inventory Report (NIR) (Naturvårdsverket 2019), som även för detta använder Bertilsson (2016), används istället för IPCC (Berglund 2015). Vera och CFT beräknar Y_m utifrån foderdata där CFT utgår från fodrets andel smältbar energi (DE) och Vera använder andelen koncentrat i fodret (%Conc) (Berglund 2015; Cool Farm Alliance 2019a). De egna beräkningarna använder istället ett tabellvärde vilket är uppskattat utifrån fodrets smältbarhet.

Tabell 16: Skillnader i metoderna gällande metan från fodersmältning där DE är andelen smältbar energi och %Conc andelen koncentrat i fodret.

| | CFT | Vera | Egna |
|---------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| Metod | IPCC (2006) ”tier 2” ¹ | Bertilsson (2016) ² | IPCC (2019) ”tier 2” ³ |
| Y_m-faktor [%] | Y _m =9,75-0,05DE ¹ | Y _m =-0,046*%Conc+0,071379 ² (används ej för mjölkkor och dikor) | 6,3 ³ |
| Energibehov | Se tabell 30 | Se tabell 30 | Se tabell 30 |

¹(Cool Farm Alliance 2019a). DE är andel smältbar energi. ²Använder samma metodik som NIR (Berglund 2015; Naturvårdsverket 2019). %Conc är andelen koncentrat i fodret. ³ Appendix C., ⁴ (IPCC 2013).

4.1.6 Lustgas från gödselhantering

Skillnader i beräkning av lustgas från gödselhantering redovisas i tabell 17. Metoderna skiljer sig med avseende på metod, hur strö hanteras och djurens kväveutsöndring. CFT har en högre utsläppsfaktor än Vera och de egna beräkningarna. Vera inkluderar också kväveförluster. För djurens kväveutsöndring skiljer sig Vera som använder schabloner per djur. Alla verktygen beaktar indirekta utsläpp av lustgas.

Tabell 17: Skillnader i metoderna gällande beräkning av lustgas från gödselhantering.

| | CFT | Vera | Egna |
|--|--|---|--|
| Metod | IPCC (2006) ¹ | Utgår från mängden kväve djuren utsöndrar. Beaktar även typ av gödselsystem. ² | IPCC (2019) ”tier 2” ³ |
| Utsläppsfaktor strömedel [kgCO₂e/kg] | 0,1 ¹ | 0,032 för produktion ⁴ Kväveinnehåll påverkar stallförluster ² | 0,032 för produktion ⁴ |
| Djurens kväveutsöndring | Beräknas enligt IPCC (2006) ¹ | Schabloner per djurkategori ⁴ | Beräknas enligt IPCC (2019) ³ |

¹ IPCC (2006) (Cool Farm Alliance 2019a). ²(Berglund 2015) ³Appendix C. ⁴(Greppa näringen u.å.b),

4.1.7 Lustgas från gödselanvändning

Metoderna skiljer sig i hur de beräknar lustgasutsläppen från användning av gödsel vid foderproduktionen. Skillnaderna redogörs i tabell 18. Både Vera och CFT tar hänsyn till spridningsmetod. CFT tar också hänsyn till jordens egenskaper.

Tabell 18: Skillnader mellan metoderna i beräkning av lustgas från foderproduktion.

| | CFT | Vera | Egna |
|--------------|--|--|---|
| Metod | Modelleras utifrån gödseltyp, spridningsmetod, gröda och jordens egenskaper enligt Bouwman et al. ¹ | Regionala schabloner och spridningsmetod. ² | IPCC (2019) "tier 2". Tar ej hänsyn till spridningsmetod och jordens egenskaper. ³ |

¹ (Cool Farm Alliance 2019a), ² Baseras på (Berglund 2015), ³Appendix C.

4.1.8 Metan från gödselhantering

Skillnader mellan metoderna för beräkning av metan från gödselhantering redovisas i tabell 19. Den stora skillnaden metoderna emellan är att faktorn för omvandling av metan från flytgödsel är 14,5 procentenheter större än den som har använts i de egna beräkningarna.

Tabell 19: Skillnader mellan metoderna i beräkning av lustgas från foderproduktion.

| | CFT | Vera | Egna |
|---|--------------------------|--|--|
| Metod | IPCC (2006) ¹ | Funktion av organiskt material i träck. Beräknas utifrån djurtyp och lagringsmetod. ² | IPCC (2019) med faktorer från NIR ³ |
| Faktor för omvandling till metan (MCF) för flytgödsel med täckning [%] | 17 ¹ | Ej angivet ² | 3,5 ⁴ |

¹ IPCC (2006) (Cool Farm Alliance 2019a), ² (Berglund 2015), ³ Appendix C, ⁴ (Naturvårdsverket 2019).

4.1.9 Insatsvaror

I CFT går inte utsläppsfaktorerna för insatsvaror att ändra. Dessa skiljer sig från de egna beräkningarna. I Vera kan dessa ändras av användaren och i denna studie har samma värden som för de egna beräkningarna använts. Ett urval av dessa värden redovisas i tabell 20.

Tabell 20: Klimatavtryck för olika fodertyper och transporter i CFT och de egna beräkningarna.

| | CFT | Egna |
|--|-----------------------|-------------------|
| Foder | | |
| Proteinfoder, hög andel soja [kg CO ₂ e/kg] | 0,71 ¹ | 0,60 ² |
| Mineralfoder [kg CO ₂ e/kg] | Anges ej ¹ | 0,76 ² |
| Transport | | |
| Lätt transport [kg CO ₂ e/ton km] | 0,34 ¹ | 0,82 ³ |
| Tung transport [kg CO ₂ e/ton km] | 0,12 ¹ | 0,13 ³ |

¹(Cool Farm Alliance 2019a), ²(Sveriges lantbruksuniversitet u.å.), ³(NTMCalc 4.0 - Environmental Performance Calculator u.å.).

4.2 RESULTAT FRÅN MILJÖBEDÖMNINGARNA

Följande avsnitt redovisar resultatet av miljöbedömningarna för de olika systemen i de olika verktygen. Resultatet av klimatberäkningarna för de olika systemen och verktygen redovisas i tabell 21 tillsammans med den procentuella skillnaden mellan resultaten. För köttssystemen genererar CFT och Vera lägre resultat än de egna beräkningarna och för mjölkssystemen blir resultaten ungefär densamma.

Tabell 21: Resultat av klimatberäkningarna för de olika systemen och verktygen och den procentuella skillnaden mellan verktygen.

| | Gård A - mjölkstsyem | | Gård A - köttssystem | Gård B - köttssystem |
|---|-------------------------------------|--|--|--|
| | Mjolk [kg CO ₂ e/l FCPM] | Kött [kg CO ₂ e/kg levandevikt] | Kött [kg CO ₂ e/kg levandevikt] | Kött [kg CO ₂ e/kg levandevikt] |
| CFT | 1,2 | Redovisas ej | 11 | 15 |
| Vera | 1,1 | 8,6 | 11 | 14 |
| Egna beräkningar | 1,1 | 8,7 | 12 | 17 |
| Skillnad mellan CFT och Vera [%] | +9 | - | 0 | +7 |
| Skillnad mellan CFT och de egna beräkningarna [%] | +9 | - | 0 | -12 |
| Skillnad mellan Vera och de egna beräkningarna [%] | 0 | -1 | +8 | -18 |

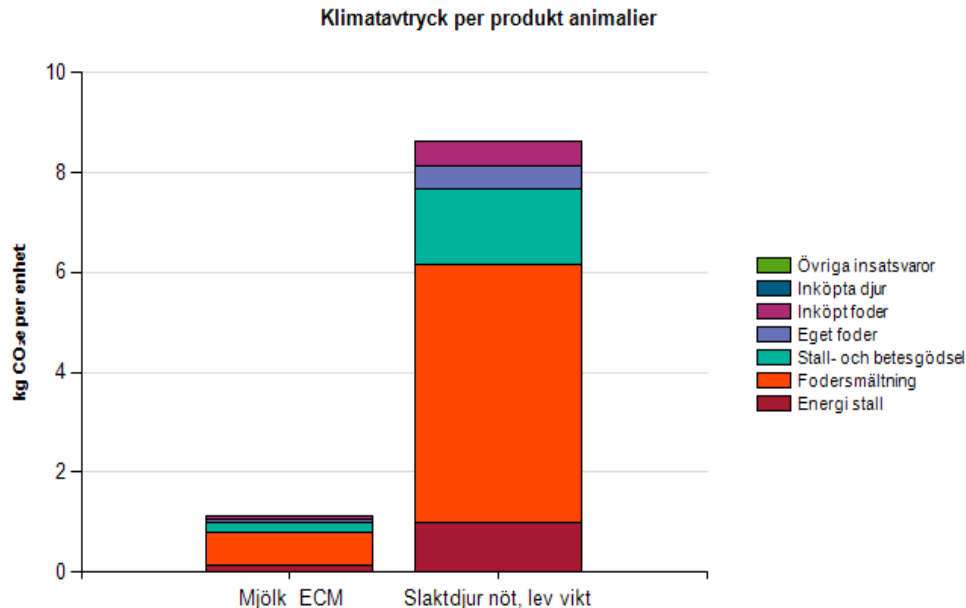
4.2.1 Gård A – mjölksystem

Resultatet för beräkningar i CFT för mjölksystemet på Gård A blev 1,2 kg CO₂e per kg FPCM. Resultatet redovisas i figur 2 där utsläppen redovisas per område, både totalt och per kg FPCM. Det som bidrar mest till resultatet är metan från fodermältning, foderproduktion och gödselhantering. Tabellen genereras av CFT och redovisar inget resultat för köttet från mjölksystemet.

| Detailed data (all values in kg) | | | | | | Hide data |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------------|-------------|-----------|
| Sources | CO ₂ | N ₂ O | CH ₄ | Total CO ₂ eq | Per kg FPCM | |
| Grazing | 0 | 24.33 | 0 | 7.25k | 0.06 | |
| Grassland fertilisation | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Feed production | 46.66k | 0 | 0 | 46.66k | 0.41 | |
| Enteric fermentation | 0 | 0 | 2.46k | 61.60k | 0.54 | |
| Manure management | 0 | 30.95 | 114.59 | 18.91k | 0.17 | |
| Energy & Processing | 4.61k | 0 | 0 | 4.61k | 0.04 | |
| Transport | 45.82 | 0 | 0 | 45.82 | 0 | |

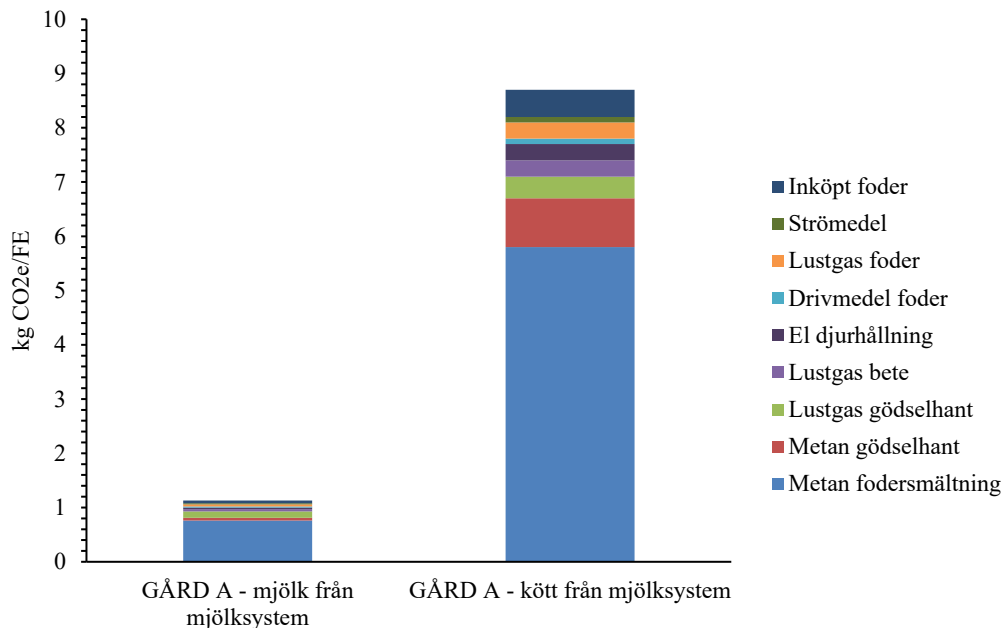
Figur 2: Resultat från beräkningar i CFT för mjölk från mjölksystemet på gård A såsom det presenteras i verktyget för användaren.

Resultatet för beräkningar i Vera redovisas av verktyget i form av ett diagram med utsläppsfördelning vilket redovisas i figur 3. Den totala miljöpåverkan per kg ECM mjölk blev 1,1 kg CO₂e och för köttet 8,6 kg CO₂e per kg levandevikt. De största andelarna av utsläppen kommer från metan från fodermältning, stall och betesgödsel samt energianvändning i stall.



Figur 3: Resultat från beräkningar genererat av Vera för mjölksystemet på gård A såsom det presenteras i verktyget för användaren. I utsläppen från slaktdjur ingår förutom mjölkkor även de kalvar som har flyttats till köttssystemet.

Resultatet för beräkningar med den egna metoden redovisas i figur 4. Den totala miljöpåverkan blev 1,1 kg CO₂e per kg FCPM och 8,7 kg CO₂e per kg levandevikt. I diagrammet redovisas resultatet fördelat på olika områden där metan från fodersmältning, lustgas från gödselhantering och inköpt foder står de största delarna av utsläppen. Lustgas från bete omfattar de utsläpp som orsakas av djurens avföring som hamnar på betesmark.



Figur 4: Resultat från de egna beräkningarna av klimatpåverkan från gård A:s mjölksystem.

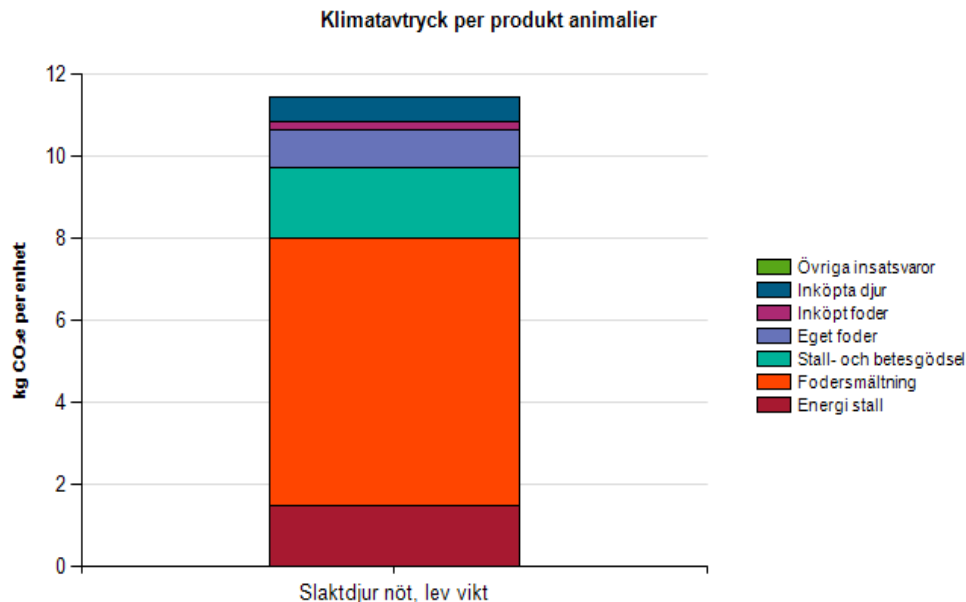
4.2.2 Gård A – köttssystem

Resultatet för beräkningar i CFT för mjölksystemet på Gård A blev 11 kg CO₂e per kg tillförd levande vikt. Resultatet redovisas av verktyget i form av en tabell med utsläppsfördelningen vilket visas i figur 5. Metan från fodersmältning, foderproduktion och gödselhantering står för de största delarna av påverkan. Tabellen genereras av CFT.

| Detailed data (all values in kg) | | | | | | Hide data |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------------|--------|---------------------------|
| Sources | CO ₂ | N ₂ O | CH ₄ | Total CO ₂ eq | Per kg | |
| Grazing | 0 | 18.78 | 0 | 5.60k | 0.67 | |
| Grassland fertilisation | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Feed production | 17.43k | 0 | 0 | 17.43k | 2.10 | |
| Enteric fermentation | 0 | 0 | 2.07k | 51.75k | 6.23 | |
| Manure management | 0 | 6.31 | 0 | 12.70k | 1.53 | |
| Energy & Processing | 4.04k | 0 | 0 | 4.04k | 0.49 | |
| Transport | 112.78 | 0 | 0 | 112.78 | 0.01 | |

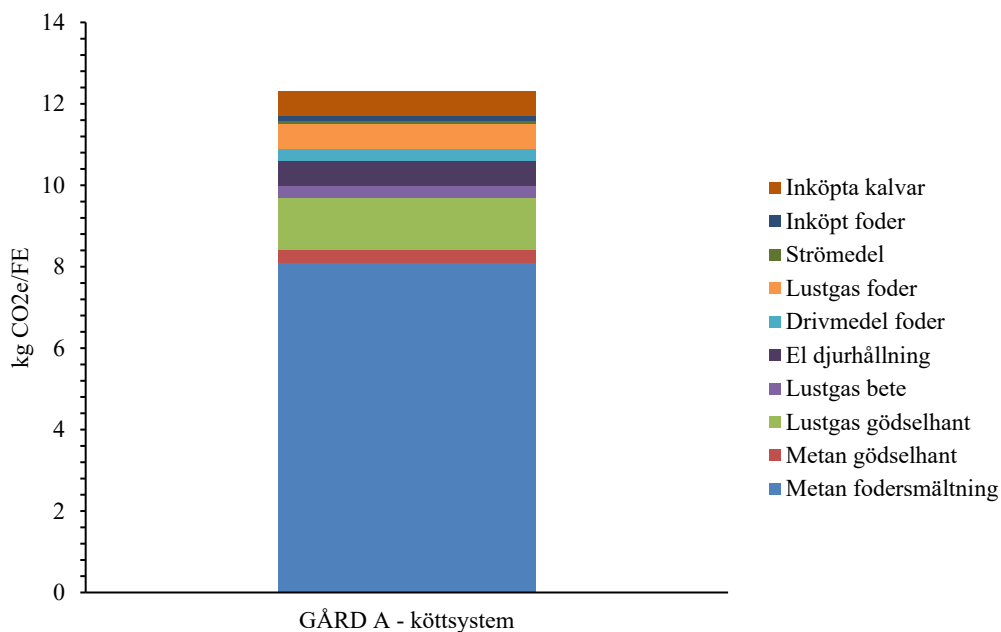
Figur 5: Resultat från bedömningen i CFT för gård A:s köttssystem såsom det presenteras i verktyget för användaren.

Resultatet för beräkningar i Vera redovisas i form av ett diagram i figur 6 såsom det presenteras i verktyget för användaren. Den totala miljöpåverkan blev 11 kg CO₂e per kg levandevikt där de största delarna kommer från metan från fodersmältning, stall och betesgödsel samt energi i stall.



Figur 6: Resultat från bedömningen i Vera för gård A:s köttssystem såsom det presenteras i verktyget för användaren.

Resultatet för beräkningar med den egna metoden redovisas i figur 7. Den totala miljöpåverkan blev 12 kg CO₂e per kg levandevikt. De största delarna av påverkan kommer från metan från fodersmältning, lustgas från gödsel och transporter.



Figur 7: Resultat från de egna beräkningarna av klimatpåverkan från gård A:s köttssystem såsom det presenteras i verktyget för användaren.

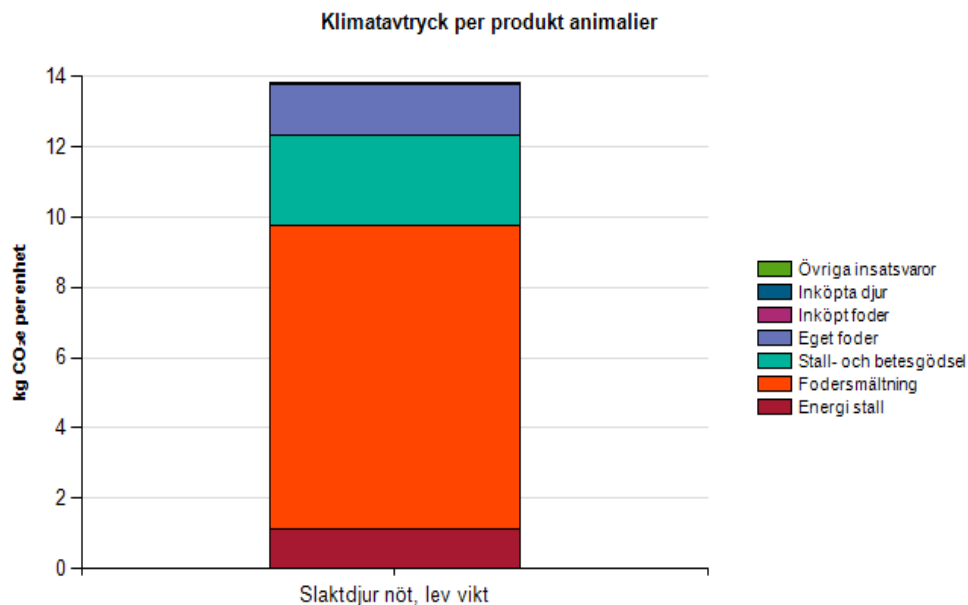
4.2.3 Gård B – köttssystem

Resultatet för beräkningar i CFT för Gård B:s köttssystem blev 15 kg CO₂e. Resultatet redovisas i form av en tabell i figur 8 såsom det redovisas för användaren av verktyget. De största delarna av utsläppen beror på metan från fodersmältningen, gödselhantering och foderproduktion. Tabellen genereras av CFT.

| Detailed data (all values in kg) | | | | | | Hide data |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------------|--------|-----------|
| Sources | CO ₂ | N ₂ O | CH ₄ | Total CO ₂ eq | Per kg | |
| Grazing | 0 | 36.07 | 0 | 10.75k | 1.57 | |
| Grassland fertilisation | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Feed production | 13.62k | 0 | 0 | 13.62k | 1.99 | |
| Enteric fermentation | 0 | 0 | 2.49k | 62.23k | 9.08 | |
| Manure management | 0 | 28.53 | 0 | 13.30k | 1.94 | |
| Energy & Processing | 2.02k | 0 | 0 | 2.02k | 0.29 | |
| Transport | 3.10k | 0 | 0 | 3.10k | 0.45 | |

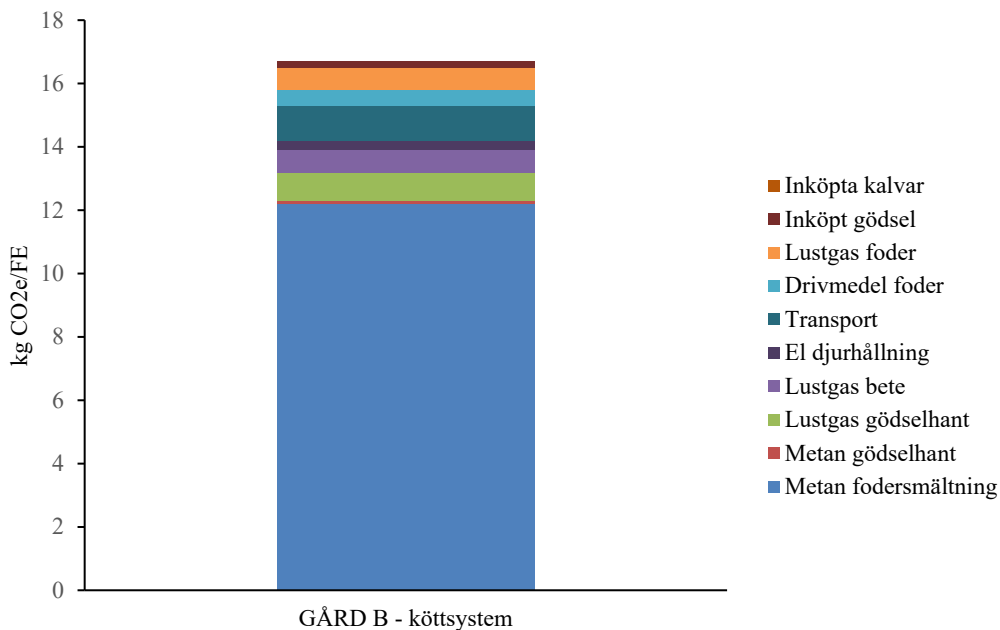
Figur 8: Resultat genererat av CFT för gård A:s köttssystem såsom det presenteras i verktyget för användaren.

Resultatet för beräkningar i Vera redovisas i form av ett diagram med utsläppsfördelning i figur 9 såsom verktyget presenterar resultatet för användaren. Den totala miljöpåverkan blev 14 kg CO₂e per kg levandevikt och den största delen beror på metan från fodersmältning, gödselhantering och foderproduktion. Figuren genereras av Vera.



Figur 9: Resultat genererat av Vera för gård B:s köttssystem såsom det presenteras i verktyget för användaren.

Resultatet för beräkningar i med den egna metoden redovisas i figur 10. Den totala miljöpåverkan blev 17 kg CO₂e per kg levandevikt. Figuren visar fördelningen av påverkan per område där metan från fodersmältning, transporter och lustgas från gödselhantering leder till de största delarna av påverkan.



Figur 10: Resultat från de egna beräkningarna av klimatpåverkan från gård B:s köttssystem.

4.2.4 Metan för fodersmältning

Då verktygen använder olika GWP100 för metan har utsläppen från fodersmältning räknats om till samma GWP100. Resultatet av detta för CFT och skillnaden från de egna beräkningarna redovisas i tabell 22. Värdena skilde då 1 och 4% mellan CFT och de egna beräkningarna.

Tabell 22: CFT:s värden för metan från fodersmältning omräknat till GWP100 där metan ges faktor 34 och hur mycket det omräknade värdet skiljer från de egna beräkningarna, både i kg CO₂e och procentuellt.

| | Gård A | Gård A | Gård A | Gård B |
|---|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Mjolk från mjölksystem | Kött från mjölksystem | Kött från köttssystem | Kött från köttssystem |
| Ursprungligt värde [kg CO₂e] | 0,54 | Redovisas ej | 6,2 | 9,8 |
| Värde omräknat till GWP-faktor 34 [kg CO₂e] | 0,74 | Redovisas ej | 8,5 | 12,3 |
| Egna beräkningar | 0,75 | 5,8 | 8,2 | 12,2 |
| Skillnad [kg CO₂e] | -0,01 | | +0,3 | -0,1 |
| Skillnad [%] | +1 | | +4 | +1 |

Resultaten för omräkning av Vera:s värden för metan från fodersmältningen till samma GWP100 som användes i de egna beräkningarna redovisas i tabell 23. Vera fick då ett något högre resultat för metan från fodersmältning för mjölksystemet och lägre för ett av köttssystemen.

Tabell 23: Vera:s värden för metan från fodersmältning omräknat till GWP100 där metan ges faktor 34 och hur mycket det omräknade värdet skiljer från de egna beräkningarna, både i kg CO_{2e} och procentuellt.

| | Gård A | Gård A | Gård A | Gård B |
|---|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Mjolk från mjölksystem | Kött från mjölksystem | Kött från köttssystem | Kött från köttssystem |
| Värde [kg CO_{2e}] | 0,65 | 5,2 | 6,5 | 10,2 |
| Värde omräknat till GWP-faktor 34 [kg CO_{2e}] | 0,79 | 6,3 | 7,9 | 12,2 |
| Egna beräkningar | 0,75 | 5,8 | 8,2 | 12,2 |
| Skillnad [kg CO_{2e}] | +0,03 | +0,5 | -0,3 | 0 |
| Skillnad [%] | 4 | 9 | 4 | 0 |

4.2.5 Stall- och betesgödsel

Då Vera använder andra GWP-faktorer har utsläppen från stall- och betesgödsel räknats om till samma GWP-faktor. I Vera redovisas utsläpp av metan och lustgas från stall och betesgödsel tillsammans. GWP100 för lustgas användes vid omräkning trots detta. Resultatet av detta och skillnaden från de egna beräkningarna redovisas i tabell 24. Vera fick då ett högre resultat för mjölksystemet än de egna beräkningarna. För gård B:s köttssystem blev skillnaden stor.

Tabell 24: Vera:s värden för stall- och betesgödsel omräknat till GWP100 där lustgas ges faktor 298 och skillnader till egna beräkningar.

| | Gård A | Gård A | Gård A | Gård B |
|--|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Mjolk från mjölksystem | Kött från mjölksystem | Kött från köttssystem | Kött från köttssystem |
| Värde [kg CO₂e] | 0,2 | 1,5 | 1,7 | 2,6 |
| Värde omräknat till GWP-faktor 298 [kg CO₂e] | 0,22 | 1,8 | 1,9 | 2,9 |
| Egna beräkningar [kg CO₂e] | 0,18 | 1,6 | 1,9 | 1,7 |
| Skillnad [kg CO₂e] | +0,04 | +0,2 | 0 | 1,3 |
| Skillnad [%] | +22 | +13 | 0 | +71 |

4.3 KÄNSLIGHETSANALYS

4.3.1 Skördemängd

Resultatet av känslighetsanalysen för skördemängden redovisas i tabell 25. Då skördemängden per ha minskar krävs en större area för att odla samma mängd och därmed innebär förändringen att en större area används. Detta ökar odlingens totala energianvändning och användning av gödselmedel och därmed även inköpen av dessa. Även mängden skörderester totalt blir större då arean ökar. Resultatet ändrades mellan 0 och 4 %.

Tabell 25: Procentuell förändring i det totala resultatet vid känslighetsanalys där skördemängden per ha minskades med 20 %

| | Gård A | Gård A | Gård A | Gård B |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Mjolk från mjölksystem | Kött från mjölksystem | Kött från köttssystem | Kött från köttssystem |
| CFT [%] | +3 | | +4 | +3 |
| Vera [%] | +1 | +1 | +1 | +2 |
| Egna [%] | +1 | +1 | +1 | +2 |

4.3.2 Representativ levandevikt

Känslighetsanalysen av levandevikten påverkade både foderbehov och miljöbedömningen. Resultatet för känslighetsanalysen för foderintaget redovisas i tabell 26. För de flesta djuren minskade foderbehovet per dag med ungefär 15 %. Vikten för mjölkkor och sinkor ändrades ej.

Tabell 26: Förändring i dagligt intag av foder vid känslighetsanalys där den representativa levandevikten minskades med 20 %.

| System och djur | Förändring [%] |
|-----------------------------|----------------|
| Gård A - mjölksystem | |
| Kalvar för rekrytering | -15 |
| Kvigor | -15 |
| Mjölkkor | 0 |
| Sinkor | 0 |
| Tjurar | -17 |
| Gård A - köttssystem | |
| Kalvar | -18 |
| Kvigor | -15 |
| Stutar | -15 |
| Gård B - köttssystem | |
| Kalvar | -15 |
| Kvigor ej för rekrytering | -15 |
| Stutar | -15 |
| Dikor | 0 |
| Rekryteringskvigor | -15 |

Ändringen av den representativa levandevikten påverkar även slutresultatet. Hur mycket det förändrades procentuellt sett redovisas i tabell 27 där förändringen ledde till större skillnad för köttssystemen än för mjölksystemen. Då Vera inte använder sig av representativ levandevikt blir det ingen större skillnad i Veras beräkningar om den ändras.

Tabell 27: Procentuell förändring i det totala resultatet vid resultat av känslighetsanalysen där den representativa levandevikten minskades med 20 %.

| | Gård A | Gård A | Gård A | Gård B |
|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Mjök från mjölksystem | Kött från mjölksystem | Kött från köttssystem | Kött från köttssystem |
| CFT [%] | -2 | - | -12 | -10 |
| Vera [%] | -1 | -1 | -3 | -1 |
| Egna [%] | -4 | -4 | -15 | -10 |

4.4 ANVÄNDARVÄNLIGHET OCH RESULTATREDOVISNING

4.4.1 Kontakt med rådgivare

Resultatet av kontakten med rådgivare som använder klimatkollen i Vera redovisas i följande avsnitt.

Möjlighet till rådgivning

Ena rådgivaren är positiv till programmets möjligheter att ge rådgivning utifrån resultatet och har svarat följande: ”Ja, programmet visar vad som är stort och smått på gården så lantbrukaren vet vilka områden som är de viktigaste att jobba vidare med”. Denne anser även att resultatet oftast är lätt för rådgivaren och lantbrukaren att tolka. Den andre rådgivaren tycker att resultatet behöver sorteras ut då lantbrukarna inte har tid och intresse att sätta sig in i tabellerna, men att det fungerar för rådgivarna som underlag. Rådgivaren jämför klimatkollen med växtnäringsbalansen där det sistnämnda känns mer ”svart på vitt”.

Programmets anpassning till gårdarnas data

Ena rådgivaren skulle vilja ha möjlighet att kombinera klimatkollen med en uppdaterad växtnäringsbalans då de får lägga mycket tid på att samla in data och räkna om uppdaterad data. Det är krångligt att lägga in gårdarnas egna foderstater. Då får något liknande användas. Lantbrukarna har ofta gammalt material. Den andra rådgivaren tycker att det går bra att föra en diskussion med lantbrukarna för att kunna fylla i uppskattningar.

Avsaknad av insatsvaror

Vid avsaknad av insatsvaror brukar rådgivarna titta på liknande varor. Vid inköp av kalvar används ”räknesnuran” vilket innebär att användaren kan beräkna detta direkt i programmet. En av rådgivarna poängterar att det är lätt att hitta klimatavtryck för Lantmännens varor men att det är svårare för andra. Rådgivaren har uppfattningen att de flesta lantbrukarna använder varor därifrån.

Möjligheter till förbättring

Båda rådgivarna skulle uppskatta förbättringar gällande insatsvarorna. Ena rådgivaren skulle önska att fler klimatavtryck fanns inlagda i programmet för att slippa leta i en rapport. Den

andra poängterar att det tar lång tid att leta i listorna bland insatsvarorna då det bara går att söka på första bokstaven. Ena rådgivaren önskar också att typsnittet vore mer lättanvänt. Idag bildas en ny ruta för varje post där det blir svårt att se alla poster. Den nyaste läggs längst ner och rådgivaren skulle vilja att den öppnades i en större ruta istället för längst ner i programmet så att mindre tid behöver läggas på att bläddra. En rådgivare saknar också möjligheten att välja en blandning av vit- och rödklöver istället för att behöva välja en då det inte blir rätt.

Den ena rådgivaren har saknat att få utsläppen redovisade per kg kött och mjölk istället för att få bara få utsläppen för hela gården. Detta har lagts in i en nyare version av programmet. Tidigare har detta fått räknats för hand. Detta är uppskattat av den andra rådgivaren som dock inte har hunnit använda funktionen ännu.

4.4.2 Kontakt med utvecklare på Vera

Resultatet av kontakten med rådgivare på Vera, som jobbar med utvecklingen av programmet, redovisas i följande avsnitt.

Förbättringsmöjligheter

Rådgivaren poängterar att det självklart finns förbättringsmöjligheter. Hur beräkningarna kan göras påverkas av ny forskning. Rådgivaren poängterar dock att hur komplicerat programmet kan göras beräkningsmässigt är begränsande för hur komplicerat programmet kan vara utifrån användarvänlighet. Hur komplicerat programmet kan vara beskrivs på följande sätt av rådgivaren:

”Det är ett beräkningsverktyg för rådgivare som underlag för att diskutera vad man kan göra på den enskilda gården för att minska klimatpåverkan och programmet måste vara tillräckligt detaljerat för att kunna fungera som det. Men det är inget simuleringsverktyg för forskningsändamål.”

En förbättringsmöjlighet rådgivaren själv ser är möjligheten att ta fram ett rådgivningsbrev, vilket går att göra i en annan del av Veraprogrammet. De ser också över möjligheten att kunna lägga in underlag från till exempel växtodlingsprogram.

Osäkerheter

Rådgivaren skriver att de använder sig av samma underlag och schabloner som många andra verktyg och att schabloner kan bli fel. Denne poängterar återigen att det är viktigt att se resultatet som ”ett underlag till förbättring”.

4.4.3 Analys av användarvänlighet och resultatredovisning

Analys gällande användarvänlighet och resultatredovisningen för Vera och CFT redovisas i tabell 28. Resultatet visar att det finns förbättringar gällande båda verktygen med avseende på användarvänlighet och resultatredovisning.

Tabell 28: Analys av verktygens användarvänlighet och resultatredovisning.

| Användarvänlighet | CFT | Vera |
|--|--|--|
| Går avsaknad i indata att hantera i programmet? | Finns en del schablonvärden men i flera fall behöver användaren göra detta på egen hand. | Finns mycket schablonvärden men kräver ibland att användaren letar i rapporter. Finns frivilliga beräkningar för t.ex. inköp av kalvar och dieselanvändning. |
| Finns möjlighet att göra anpassningar i programmet utifrån systemet som ska bedömas? | Går inte att lägga till insatsvaror som inte redan finns i systemet. Emissionsfaktorer kan inte heller ändras. Går att göra en viss anpassning som t.ex. val av energislag, transport och typ av gödsel. | Schablonvärden för emissionsfaktorer kan ändras. Användaren kan själv lägga själv till de insatsvaror som ska beaktas. |
| Kräver verktygen mycket tid? | Kräver inte så mycket tid om data redan är insamlad och anpassad till verktyget. Annars krävs tid till att bearbeta indata. | Det tar tid att fördela ut insatsvaror på olika system och hitta rätt insatsvara. Programmets upplägg kräver en del "bläddrande" och sökfunktionen för att välja vara skulle kunna fungera bättre. |
| Resultatredovisning | | |
| Redovisas resultatet på en detaljnivå som ger möjlighet att hitta förbättringsmöjligheter? | Till viss del. Det går att se de övergripande områdena, som t.ex. foderproduktion, men mer detaljerade resultat skulle behövas för att lättare identifiera förbättringsmöjligheter. | Resultaten redovisas på flera sätt vilket ger möjlighet att välja det som passar användaren bäst. Går inte att se mer detaljerade rubriker per funktionell enhet utan enbart för hela gårdens utsläpp. |
| Är resultaten lätta att förstå? | De övergripande områdena är lätta att förstå. Däremot är det svårt att förstå vad som leder till vilket utsläpp mer detaljerat. | Resultaten uppfattas som lätta att förstå för lantbrukare vid ett rådgivningsmöte. Redovisas mycket resultat som kräver en del utsållning. |
| Redovisas utsläppen för systemens nyttor, alltså både kött och mjölk? | Nej. Endast för mjölk redovisas för mjölksystem. | Ja. |

4.4.4 Förslag för förbättring av resultat

Det egna förslaget på resultatredovisning utgår från de egna beräkningarna. Detta redovisas i figur 11. Tabeller är uppdelat på djurhållning, foderproduktion och insatsvaror. Varje område är också uppdelat delområden för att ge möjlighet att påvisa områden för förändring. Även mer detaljerade områden går att se per funktionell enhet. Det förbättrade resultatet redovisas inte på allt för många sätt för att minska förvirring och tar även med flera funktionella enheter. Även diagrammen som presenteras ovan ingår i förslaget.

Figur 11: Förslag till resultatredovisning från de egna beräkningarna.

| Resultat | CO2 (kgCO2e) | CH4 (kgCO2e) | N2O (kgCO2e) | Totalt | kgCO2e per l FPCM | kgCO2e per kg levande vikt | kgCO2e per slaktvikt | kgCO2e per kg benfritt kött | Andel |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Djurhållning | 4412 | 113191 | 23172 | 140775 | 1,0 | 7,6 | 15,3 | 21,8 | 88% |
| <i>CH4 enteric fermentation</i> | | 106627 | | 106627 | 0,8 | 5,8 | 11,6 | 16,5 | 67% |
| Gödselhantering | | 6492 | 16629 | 23121 | 0,2 | 1,3 | 2,5 | 3,6 | 14% |
| Djupbädd - utan ombländning | | 6492 | 16629 | 23121 | 0,2 | 1,3 | 2,5 | 3,6 | 14% |
| Bete | | | 6247 | 6247 | | 0,3 | 0,7 | 1,0 | 4% |
| Gödsel direkt från djur | | | 6247 | 6247 | | 0,3 | 0,7 | 1,0 | 4% |
| Energianvändning - djurhållning | 4347 | 70 | 295 | 4713 | | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 3% |
| Vattenkraft | 68 | 2 | | 69 | | | | | 0% |
| Vindkraft | 178 | 1 | 2 | 182 | | | | | 0% |
| Diesel | 3365,7 | 49,9 | 26,2 | 3441,8 | | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 2% |
| Biodiesel | 735 | 18 | 267 | 1020 | | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 1% |
| Transport | 65 | 2 | 1 | 68 | | | | | 0% |
| Tung lastbil - diesel | 50 | 2 | 1 | 52 | | | | | 0% |
| Lätt lastbil - diesel | 16 | 1 | | 16 | | | | | 0% |
| Foder | 2527 | 38 | 5835 | 8400 | 0,1 | 0,5 | 0,9 | 1,3 | 5% |
| Markavgångar | | | 5805 | 5805 | | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 4% |
| Organiskt gödsel | | | 2903 | 2903 | | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 2% |
| Skörderester | | | 2902 | 2902 | | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 2% |
| Energianvändning - foderproduktion | 2527 | 38 | 30 | 2594 | | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 2% |
| Vattenkraft | 4 | | | 4 | | | | | 0% |
| Vindkraft | 10 | | | 10 | | | | | 0% |
| Diesel | 2485 | 37 | 19 | 2541 | | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 2% |
| Biodiesel | 28 | 1 | 10 | 39 | | | | | 0% |
| Insatsvaror | 3108 | 1953 | 6029 | 11090 | 0,1 | 0,6 | 1,2 | 1,7 | 7% |
| Inköpt foder | 561 | 1953 | 6029 | 8542 | 0,1 | 0,5 | 0,9 | 1,3 | 5% |
| Proteinfoder | 428 | 1952 | 6026 | 8406 | 0,1 | 0,5 | 0,9 | 1,3 | 5% |
| Mineralfoder | 133 | 1 | 3 | 136 | | | | | 0% |
| Strö | 2547 | | | 2547 | | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 2% |
| Halm | 2547 | | | 2547 | | 0,1 | 0,3 | 0,4 | 2% |
| Totalt | 10047 | 115182 | 35036 | 160264 | 1,1 | 8,7 | 17,4 | 24,9 | 100% |

5 DISKUSSION

5.1 UPSKATTNING AV FODER

Fodrets näringsvärde och energiinnehåll har uppskattats med hjälp av fodertabeller vilket innebär osäkerheter. Ett sätt för att inte behöva göra denna uppskattning är att be lantbrukarna om mer detaljerad data, vilket inte alltid finns tillgängligt. Om miljöbedömningen är planerad kan detta göras i tid för att ge lantbrukarna en möjlighet att göra bättre uppskattningar. Genom att använda foderanalyser av gårdarnas egna foder kan resultaten bli eventuellt bli mer exakta. Resultaten från denna kan dock variera från år till år så det är inte en säkerhet att det gör resultatet mer exakt. Betesintaget blir ändå svårt att uppskatta. Det uppskattade fodret i studien, som redovisas i tabell 7, överensstämmer relativt väl i jämförelse med foderstaterna från hushållningssällskapet som redovisas i tabell 3.

5.2 MILJÖBEDÖMNING

5.2.1 Systemgränser

Systemet inkluderar inte förändring i markanvändning och markkol. Enligt IPCC (2019) beaktas inte förändrad markanvändning om den har skett de närmaste 20 åren, vilket det inte har gjort för de gårdar studien omfattar. Att detta inte beaktas kan ge effekter på resultatet då det kan leda till emissioner av växthusgaser. Vad gäller förändring i markkol har kolinlagring i betesmarker inte en så stor betydelse då den inte är så stor. Förändringar i kol i odlingsmarker kan ha större betydelse. För att hitta förbättringsmöjligheter för att minska emissionerna går resultaten att använda ändå men med notationen att det inte går att undersöka förbättringsmöjligheter i till exempel kolinlagring.

CFT inkluderar inte införandet av kalvar från andra system i sina beräkningar. Vera och CFT, som båda inkluderar införandet av kalvar, genererar samma resultat för gård A:s köttssystem medan CFT:s resultat blir 9 % (1 kg CO_{2e}) högre, se tabell 21. CFT använder en annan funktionell enhet för dessa system, kg tillförd levandevikt istället för kg såld levandevikt. Den tillförda vikten blir för gården lägre än den sålda vikten, se tabell 12, och därmed blir utsläppen högre per kg vilket kompenserar för att utsläppen från de införda kalvarna inte tas med. Enligt Matthews et al. (2014) ska flöden i en livscykelanalys fördelas mellan systemets olika nyttor. Hur mycket tillförd vikt systemet genererar är utifrån denna definition inte en lika bra funktionell enhet som kg såld levandevikt, då det är där nyttan finns. Även enligt PCR ska kg produkt användas, vilket inte den tillförda vikten är utan den sålda vikten. Enligt Berglund et al. (2013) räknas inköpta kalvar som insatsvara och därför kan Vera och de egna beräkningarna anses hantera detta på ett mer korrekt sätt.

Det går inte heller att ange några avelstjurar för mjölkssystem i CFT. Att inte skillnaden blir större än 9 % (1 kg CO_{2e}), se tabell 21, beror på att systemet endast har en tjur. En annan möjlig anledning till skillnaden är att det inte går att ange sålda kalvar i CFT utan att ge dem en stallplats. I denna studie tas därmed inte sålda kalvar med i CFT:s beräkningar och därmed producerar systemet en mindre mängd levandevikt i CFT än de andra verktygen. Detta gör att utsläppen blir högre per funktionell enhet och är därför en bidragande faktor till att avsaknaden av tjuren inte gör någon stor skillnad.

5.2.2 Metan från fodersmältning

CFT får lägst utsläpp från fodersmältningen, därefter Vera och högst får de egna beräkningarna där utsläppen, se tabell 22 och 23. Detta beror främst på skillnaderna i verktygens val av GWP-faktorer för metan, där 25, 28 respektive 34 används. Då metanet från fodersmältningen beräknas om efter samma GWP-faktor blir både CFT:s och Veras resultat likt de egna beräkningarna för metan från fodersmältning, vilket visas i tabel 22 och 23. Om samma GWP faktor hade använts borde de totala resultaten därmed blivit högre för CFT och Vera. För kött från mjölksystemen blir skillnaden mellan Vera och de egna beräkningarna 0,5 kg CO₂ vilket är större än övriga system. Vera använder samma metod som den svenska klimatrapporeringen vilken uppskattar metanutsläppen utifrån fodrets energiinnehåll. I Vera används även en annan metod för hur andelen av energi som bildar metan använts där Vera beräknar utifrån andelen grovfoder. Då båda gårdarna har en hög andel grovfoder blir faktorn hög. I de egna beräkningarna har istället andelen smältbar energi används för att avgöra vilken faktor som ska användas. Fodrets energiinnehåll påverkar även beräkningarna av energibehov som i sin tur påverkar metanutsläppen. En lägre andel smältbar energi i fodret leder till att en större del av djurets bruttoenergi leder till metanemissioner (IPCC 2019). Enligt Bertilsson (2016) ökar mängden metanenergi med andelen grovfoder. För gård B:s köttssystem har ensilaget ungefär samma energivärde i både Vera och de egna beräkningarna, där värdet är 13,4 respektive 13,7 MJ/kg TS, se tabell 13. Gård A har i de egna beräkningarna antagits ha ett högre energivärde i vallen då det är en mjölkgård. Högre smältbar energi i fodret innebär generellt lägre metanutsläpp, vilket är en förklaring till skillnaden mellan verktygens resultat för mjölksystemets kött. Enligt IPCC (2019) ska nationella metoder användas om användaren vill beräkna utifrån ”tier 3”, vilket är den mest detaljerade ”tiern”. Utifrån detta ger Vera säkrast resultat för svenska gårdar, men inte för andra länder. För en noggrannare analys behövs en foderanalys av gårdarnas egna foder.

5.2.3 Gödselhantering

Vid omräkning till samma GWP-faktor blev Veras resultat för gödselhanteringen högre, se tabell 24. Vera får 22 % högre utsläpp än vad de egna beräkningarna får för mjölksystemet efter omräkning. Mängden kväve djuren utsöndrar har i Vera uppskattats med schabloner medan det i de egna beräkningarna har beräknats gårdsspecifikt vilket är en anledning till skillnaden. I Vera kan dock värden anpassas för den egna gården användas vilket hade kunnat ge andra resultat. Vera tar även hänsyn till tillförsel av kväve till gödsel från tillfört strömedel. Detta gör inte de egna beräkningarna vilket också kan vara en anledning men den stora skillnaden antas bero till störst del på schablonvärdena. Det är svårt att säga vilken av metoderna som är närmast verkligheten då Vera utgår från schabloner och de egna beräkningarna inte inkluderar tillfört kväve från strömedel och därmed inte utsläppen av lustgas detta leder till. Dikorna har också antagits producera olika mängder mjölk, vilket skulle kunna påverka men tros inte ha allt för stor inverkan. I CFT blir resultatet för utsläppen från gödselhantering högre än de egna beräkningarna för gård A:s mjölksystem och gård B:s köttssystem, se tabell 23, med en skillnad på ungefär 0,5 respektive 0,9 kg CO₂e. En anledning till detta är att CFT använder högre utsläpp för strömedel, vilket också räknas in i kategorin. Skillnaden i resultatet för gård B:s köttssystem mellan CFT och de egna beräkningarna är

ungefär, se figur 8 och 10, vilket är det system som ger störst skillnad mellan CFT och de egna beräkningarna av utsläpp från gödselhanteringen. CFT och de egna beräkningarna använder båda IPCC men har olika stora omvandlingsfaktorer för metan från flytgödsel med täckning. Faktorn CFT använder sig av är 14,5 procentenheter större än den som använts i de egna beräkningarna. Då gård B hanterar 95 % av gödslet som flytgödsel är detta en orsak till att skillnaden blir större för den än för de övriga systemen där endast djupströbädd används. En orsak till att skillnaden mellan verktygens resultat för köttssystemet på gård A blir större än skillnaden mellan verktygens resultat för mjölken, se tabell 23, är att CFT använder en annan funktionell enhet för gård A:s köttssystem.

5.2.4 Övriga skillnader

CFT får lägre utsläpp från transport än de andra verktygen, med tydligast skillnad för köttssystemet på gård B, se figur 2, 4, 5, 7, 8 och 10. Alla systemen använder sig av utsläpp per ton km där CFT har ett mindre än hälften så hög utsläppsfaktor för lätta transporter än de egna beräkningarna, 0,34 kg CO₂e/ton km respektive 0,82 CO₂e/ton km, se tabell 20. Om CFT hade använt samma emissionsfaktorer för transporter som de egna beräkningarna hade de totala utsläppen minskat. Emissionsfaktorerna för transport som användes i de egna beräkningarna är dock osäkra. Vera får högre utsläpp för energi på stall för Gård A:s kött från mjölksystem, se figur 2–4. För allokeringen krävs att användaren anger vilken energikälla och mängd energi som används för odling respektive kött. Detta går endast att göra med drivmedel. Elanvändningen kan ha fördelats enbart till stall, vilket skulle förklara skillnaden till de andra verktygen. Om detta är anledningen är dock inte säkert.

CFT får ofta högre värden för foderproduktionen än Vera och de egna beräkningarna se figur 2–10. För gård B blir skillnaden som störst där utsläppen blev ungefär 2,0, 1,2 och 1,5 kg CO₂e. Då CFT i resultaten inte visar insatsvaror eller foderproduktion som en egen kategori kan det inköpta fodret ha inkluderats här av CFT vilket då står för ökningen. Att den största skillnaden blir för den gård som köper in proteinfoder stärker tesen. En annan skillnad är att CFT tar hänsyn till spridningsmetod och jordens egenskaper vilket innebär att CFT:s beräkning blir mer detaljerad. Hur mycket detta ökar precisionen är svårt att säga då jordens egenskaper på gårdarna är uppskattade.

5.3 KÄNSLIGHETSANALYS

5.3.1 Skördemängd

Resultaten från alla metoderna ändrades med 1–4 %, se tabell 26, när skördemängderna ökade med 20 %. Detta visar på att skördemängden inte behöver vara noggrant framtagen för beräkning i verktygen.

5.3.2 Levandevikt

Resultatet visar på att den representativa levandevikten påverkar foderuppskattningarna med ca 15 %, se tabell 26. Även systemens totala klimatpåverkan minskade med mellan 2 och 12 % i CFT och 4 till 15 % för de egna beräkningarna, se tabell 27. Minskningen blev störst för gård A:s köttssystem och lägst för mjölksystemet. Denna skillnad beror på att den representativa levandevikten inte ändrades för mjölk- och dikor. Gård A:s köttssystem har

ingetdera och får därmed en större skillnad, mellan 2 och 11 procentenheter större, än de andra systemen, se tabell 2. Detta beror på att alla djurens representativa levandevikt ändras. För Vera ledde känslighetsanalysen av representativa levandevikten till att resultatet förändrades med 1 och 3 %, se tabell 27. Detta beror på att Vera inte använder någon representativ levandevikt i beräkningarna och därför är det endast data som är viktallokerad indata, som energi och transport, som ändras. Vera är alltså mindre känslig för osäkerheter i data för djurens representativa levandevikt än CFT och de egna beräkningarna.

5.4 ANVÄNDARVÄNLIGHET

I Vera finns möjligheten att ändra schablonvärden vilket är bra för användarvänligheten då det ger möjlighet till anpassning efter gården. Att som användare kunna välja vilka insatsvaror systemet ska omfatta och vilka produkter det leder till är också positivt för användarvänligheten. Den möjligheten finns inte i CFT vilket gör det mindre anpassningsbart efter den specifika gården. Vera tar istället längre tid att använda än CFT då det krävs av användaren att denne letar sig igenom listor för att hitta rätt produkt. Genom en bättre sökfunktion skulle det krävas mindre till att leta i listor, som en rådgivare poängterade, se tabell 28. Att användaren själv behöver fördela insatsvaror och energianvändning på olika system kräver också tid. Vera uppfattas därför som mer flexibelt och anpassningsbart för gården men mer tidskrävande än CFT om ett mer anpassat resultat önskas. Schablonvärdena ger möjlighet för systemen är fungera trots avsaknad av data. Det skall dock noteras att det kan få precisionen att minska. CFT kräver mer detaljer om foderintaget vilket inte behövs i Vera vilket gör Vera mer användarvänligt vid brist på data om fodret.

5.5 RESULTATREDOVISNING

Vid bedömning av ett mjölksystem redovisar CFT enbart resultaten för mjölk, se figur 2. Då mjölksystem även genererar kött kan det vara av intresse för lantbrukaren att se hur mycket klimatpåverkan köttet leder till. Fördelningen mellan de olika utsläppskategorierna borde dock bli likartad som för mjölk vilket innebär att en redovisning av resultatet för kött inte bidrar om bedömningen utförs med syfte att poängtera förbättringsområden. Då allokeringsfaktorn är beroende av förhållandet mellan producerad mängd kött och mjölk kan ett system som producerar mycket kött i förhållande till mjölk få en låg klimatpåverkan från mjölken. Det kan då se ut som att gården släpper ut väldigt lite när utsläppen i själva verket istället allokeras till köttet. Det blir då missvisande att bara redovisa mjölkens påverkan.

CFT ger en övergripande bild av resultatet där utsläpp finns uppdelade på övergripande kategorier, se figur 2, 5 och 8. För energianvändningen redovisas andel utsläpp per energikälla vilket ger möjlighet att se vilken källa som kan minskas eller bytas ut. Detsamma gäller för transporter. Övriga områden redovisas per djurstadie. Vad som leder till att varje djurkategori bidrar med sin del av utsläppen går inte att utläsa. Detta gör det svårt för användaren att hitta mer konkreta förbättringsmöjligheter.

Vera redovisar sitt resultat på många sätt. Det gör det möjligt för användaren att själv välja bland resultaten men som en av rådgivarna poängterade så blir det mycket att sortera bland, se tabell 28. Med hjälp av en rådgivare borde resultaten bli lättare att tolka då de kan välja vad

som ska visas för lantbrukaren. Utifrån de två intervjuade rådgivarnas svar verkar lantbrukarna då kunna förstå resultaten, se tabell 28, om än inte alltid. CFT redovisar resultaten på färre sätt vilket gör användaren inte behöver sortera ut lika mycket.

5.6 FRAMTIDA STUDIER

För att verifiera resultaten bättre bör en ytterligare djupdykning i metoden för varje delberäkning göras. De egna beräkningarna utgår från IPCC, där det till störst del är ”tier 2” som används men även ”tier 1” förekommer. För att kunna göra mer säkra jämförelser borde beräkningar utifrån ”tier 3” göras. Detta kräver dock nationella metoder och modelleringar vilket är mer tidskrävande. Projektet utesluter också förändring i markanvändning och kolinlagring vilket det också kan finnas intresse i att undersöka.

Systemen antas i projektet bara leda till kött och mjölk och därför allokeras utsläppen bara mellan dessa. I verkligheten kan gårdar leda till fler miljönyttor, som biologisk mångfald genom skötsel av betesmark, Det är därför av intresse att undersöka allokering där även detta inkluderas som en ytterligare produkt av systemen.

6 SLUTSATS

Vera har en stor fördel i att det använder svenska metoder vilket gör verktyget mer anpassat för svenska gårdar än CFT. En annan fördel med Vera är att systemet är flexibelt då det finns schabloner för många varor vilket ger användaren möjlighet att hantera bristfällig data. Precisionen ökar om användaren ändrar dessa till gårdsspecifika vilket dock gör programmet tidskrävande. CFT går snabbare att använda och det går att hantera bristfällig data till viss del med schabloner. Då de förinställda värdena inte går att ändra minskar precisionen. Vera redovisar resultatet på flera sätt med möjlighet att upptäcka områden för förbättring. CFT redovisar inte lika detaljerat vilket innebär att användaren måste tolka resultatet. Några förbättringsmöjligheter för systemen är att Vera skulle behöva minska tiden som går åt till att leta efter produkter i listor och lägga till varor medan CFT skulle kunna öka sin flexibilitet och resultatredovisning.

REFERENSER

- Berglund, M. (2015). *Manual som beskriver Klimatkollen - klimatberäkningar i VERA. Greppa näringen.*
<https://adm.greppa.nu/download/18.77f61041167329de2ec48caf/1542812559623/klimatberakningar-vera-2015.pdf> [2020-08-16]
- Berglund, M., Cederberg, C., Clason, C., Henriksson, M. & Törner, L. (2009). *Jordbrukets klimatpåverkan – underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar.* (JOKER projektet). Hushållningssällskapet Halland. [2020-02-04]
- Berglund, M., Clason, C., Bååth Jacobsson, S., Bergström Nilsson, S. & Sund, V. (2013). *Klimatavtryck av insatsvaror i jordbruket – ungnöt, smågrisar, gyltor och strömedel.* Hushållningssällskapet Halland.
<https://adm.greppa.nu/download/18.57753f8f16f143204d058a15/1576675664422/Klimatavtryck+insatsvaror,+HS,+2013.pdf> [2020-08-16]
- Cool Farm Alliance (u.å.). *Cool Farm Tool - Greenhouse gases. Cool Farm Alliance.*
<https://coolfarmtool.org/coolfarmtool/greenhouse-gases/> [2020-02-04]
- Cool Farm Alliance (2019a). *Cool Farm Tool Technical Documentation*
- Cool Farm Alliance (2019b). *The Cool Farm Tool. Cool Farm Tool.*
<https://coolfarmtool.org/coolfarmtool/> [2020-09-09]
- Dieden, K., Äng, S. & Stabo, S. (2012). *Typfoderstater för ekologisk nötköttproduktion.* Hushållningssällskapet. [2020-08-05]
- EPA (2019). *Greenhouse Gas (GHG) Emissions - Overview of Greenhouse Gases. EPA - United States Environmental Protection Agency.*
<https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases#CO2-lifetime> [2020-02-03]
- EPD (2019a). *Meat of mammals - Product group classification: UN CPC 211,2113.* [2020-02-10]
- EPD (2019b). *Raw milk - Product category classification: UN CPC 022.* [2020-02-10]
- EPD *The International EPD® System. EPD - The International EPD® System.*
<https://www.environdec.com/> [2020-02-07]
- Eriksson, L., Stenberg, M. & Linge, C. (2020). *VERA Allokering i Klimatkollen.* [2020-08-24]
- European Commission (2016a). *2030 climate & energy framework. European Commission.* [Text]. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en [2020-01-31]
- European Commission (2016b). *2050 long-term strategy. European Commission.* [Text]. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en [2020-01-31]
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock - a global assessment of emissions and mitigation opportunities.* Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Gode, J., Martinsson, F., Hagberg, L., Öman, A., Höglund, J. & Palm, D. (2011). *Miljöfaktaboken 2011 - Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter.* (1653–1248). Stockholm: Värmeforsk.
- Greenhouse Gas Protocol (u.å.). *Tools Built on GHG Protocol. Greenhouse Gas Protocol.*
https://ghgprotocol.org/Tools_Built_on_GHG_Protocol [2020-09-16]

- Greppa näringen (u.å.a). *Vera. Greppa näringen - för rådgivare*. [text].
<https://adm.greppa.nu/vera.html> [2020-02-04]
- Greppa näringen (u.å.b). *Vera*. Version: 1.1.62,0. Greppa näringen.
<https://adm.greppa.nu/vera/installation-av-vera.html> [2020-08-20]
- Greppa näringen (2011a). *Klimatpåverkan från djurproduktion. Greppa näringen*.
<https://adm.greppa.nu/download/18.77f61041167329de2ec33080/1542791796011/klimatpaverkan-fran-djurproduktion-faktablad-2011.pdf> [2020-02-03]
- Greppa näringen (2011b). *Klimatpåverkan från foder. Greppa näringen*.
<https://adm.greppa.nu/download/18.77f61041167329de2ec33082/1542791796188/klimatpaverkan-fran-foderproduktion-faktablad-2011.pdf> [2020-01-30]
- International Dairy Federation (2015). *A common carbon footprint approach for the dairy sector - The IDF guide to standard life cycle assesment methodology*. (479). Bryssel.
https://www.fil-idf.org/wp-content/uploads/2016/09/Bulletin479-2015_A-common-carbon-footprint-approach-for-the-dairy-sector.CAT.pdf [2020-08-24]
- IPCC (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. (Eggleston, H. S., Intergovernmental Panel on Climate Change, National Greenhouse Gas Inventories Programme, & Chikyū Kankyō Senryaku Kenkyū Kikan, red.). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm> [2020-10-26]
- 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*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC (2014a). *Climate change 2014: mitigation of climate change: Working Group III contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainen, J., Schlömer, S., von Stechow, C., Zwickel, T., & Minx, J. C., red.) New York, NY: Cambridge University Press.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_full.pdf [2020-08-16]
- IPCC (2014b). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. (Pachauri, R. K. & Mayer, L., red.). Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. (Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., & Federici, S., red.) Schweiz: IPCC. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Cover.pdf [2020-04-06]
- IPCC (2020-09-12). *About the IPCC. IPCC*. <https://www.ipcc.ch/about/> [2020-11-11]
- Jordbruksverket (2017). *Jordbruksmarkens användning 2017 - JO10SM1703 - Kommentarer. Jordbruksverket*.
http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/A_realer/JO10/JO10SM1703/JO10SM1703_kommentarer.htm [2020-01-27]
- Jordbruksverket (2018a). *Ekosystemtjänster från jordbruksmark. Jordbruksverket*. [text].
<https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ettriktodlingslandskap/sejo>

- rdbruksmarkensvarden/ekosystemtjansterfranjordbruksmark.4.4d857f2814e3cf3eeda2b bce.html [2020-01-27]
- Jordbruksverket (2018b). *Naturgödsel. Jordbruksverket*. [text].
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/produkterfrandjur/organiskagodninsmedel/naturgodselsel.4.37e9ac46144f41921cd32423.html> [2020-02-12]
- Jordbruksverket (2019). *Bedömning av betesmarker och slätterängar. Jordbruksverket*. [text].
<https://nya.jordbruksverket.se/stod/lantbruk-skogsbruk-och-tradgard/sam-ansokan-och-allmant-om-jordbrukarstoden/bedomning-av-betesmarker-och-slatreranger> [2020-01-27]
- Jordbruksverket (2020). *Rådgivning om energi och klimat - Jordbruksverket.se*.
<https://jordbruksverket.se/utveckla-foretagande-pa-landsbygden/radgivning-och-kompetensutveckling/radgivning-om-energi-och-klimat> [2020-08-16]
- Klemedtsson, Å.K. (2013). Skog och jordbruk på dikade våtmarker avger stora mängder växthusgaser. *BECC Policy Brief*, 2013 (03), 4
- Lantmännen (2020). *Lantmännen. Lantmännen*. <https://www.lantmannen.se/> [2020-09-09]
- Leifeld, J. & Menichetti, L. (2018). The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nature Communications*, 9 (1), 1–7.
<https://doi.org/10.1038/s41467-018-03406-6>
- Lewis, K.A., Green, A., Warner, D.J. & Tzilivakis, J. (2013). Carbon accounting tools: are they fit for purpose in the context of arable cropping? *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2013 (11), 159–175.
<https://doi.org/10.1080/14735903.2012.719105>
- Matthews, H.S., Hendrickson, C.T. & Matthews, D. (2014a). Chapter 4: The ISO LCA Standard—Goal and Scope. *Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions that Matter..*
<https://app.boxcn.net/s/5mnzyq1y3gcyjrveubf4/file/23378453038> [2020-02-13]
- Matthews, H.S., Hendrickson, C.T. & Matthews, D. (2014b). Chapter 6: Analyzing Multiple Output Processes and Multifunctional Product Systems. *Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions that Matter..*
<https://app.boxcn.net/s/5mnzyq1y3gcyjrveubf4/file/23378453182> [2020-02-11]
- Naturvårdsverket (2019). *National Inventory Report Sweden 2019*. Stockholm.
<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/internationalt-miljoarbete/miljokonventioner/FN/nir-sub-15-april.pdf> [2020-04-06]
- NE (u.å.a). *De olika växthusgaserna. Nationalencyklopedin*. [Uppslagsverk].
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/v%C3%A4xthusgaserna> [2020-02-11]
- NE (u.å.b). *Idisslare. Nationalencyklopedin*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/idisslare> [2020-01-29]
- NE (u.å.c). *Koldioxid. Nationalencyklopedin*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/koldioxid> [2020-01-31]
- NE (u.å.e). *Kväve. Nationalencyklopedin*.
<https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/kv%C3%A4ve> [2020-09-16]
- NTMCalc 4.0 - Environmental Performance Calculator* (u.å.). [Beräkningsprogram].
<https://www.transportmeasures.org/ntmcalc/v4/basic/index.html#/> [2020-04-06]

- Nunez, C. (2019). *Climate 101: Deforestation. National Geographic*.
<https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/deforestation/>
 [2020-02-04]
- Odensten, M., Äng, S., Stabo, S. & Klang, T. (2012). Typfoderstater för ekologiska mjölkkor. Hushållningssällskapet. [2020-08-05]
- Phillips, C.J.C. (2010). *Principles of Cattle Production*. 2. uppl. Wallingford: CABI.
- Pichancourt, J.-B., Manso, R., Ningre, F. & Fortin, M. (2018). A carbon accounting tool for complex and uncertain greenhouse gas emission life cycles. *Environmental Modelling & Software*, 107, 158–174. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.06.005>
- Seeman, A., Ordell, A. & Borgenvall, L. (2019). Dikoåret. Gård och Djurhälsan. https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/06/dikoaret_180426.pdf
 [2020-11-11]
- SIS (2006a). *Standard - Miljömärkning och miljödeklarationer - Typ III miljödeklarationer - Principer och procedurer (ISO 14025:2006) SS-EN ISO 14025:2010*.
<https://www.sis.se/produkter/ledningssystem-e07b0fe8/ledningssystem-for-miljo/sseniso140252010/> [2020-02-07]
- SIS (2006b). Svensk standard SS-EN ISO 14040:2006. Miljöledning – Livscykelanalys – Principer och struktur (ISO 14040:2006). [2020-02-07]
- SJVFS 2019:80 *Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2015:25) om miljöersättningar, ersättningar för ekologisk produktion, kompensationsstöd och djurvälståndersättningar; Statens jordbruksverks författningssamling*.
https://jvdoc.sharepoint.com/sites/sjvfs/Shared%20Documents/2015_25/2019-080.pdf?&originalPath=aHR0cHM6Ly9qdmRvYy5zaGFyZXBvaW50LmNvbS86Yjovcy9zanZmcy9FY20zSEc4RE5MbEhoMUFUeEN1dHdBd0ItSIVIdEtGR11WwC1ncEhEY0JVU2xRP3J0aW1PVhpUnNIEG5MkVn [2020-08-10]
- SLU (2019a). *Biologisk mångfald. SLU*. <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/centrum-for-biologisk-mangfald-cbm/biologisk-mangfald/> [2020-01-31]
- SLU (2019b). *Vad är livscykelanalys? SLU*. <https://www.slu.se/institutioner/energi-teknik/forskning/lca/vadar/> [2020-02-07]
- SVA (2020). *Värmestress hos idisslare. SVA*. /djurhalsa/klimatforandring/djur-och-djurrhallning/varmestress-hos-idisslare/ [2020-02-10]
- Sveriges lantbruksuniversitet (u.å.). *Fodertabell - Idisslare. Freefarm*.
<http://www2.freefarm.se/fodertabell/fodtab.pl?a=show&djur=ko> [2020-04-07]
- Sveriges miljömål (2018a). *Precisering av Begränsad klimatpåverkan. Sveriges miljömål*.
<https://sverigesmiljomal.se/miljomalen/begransad-klimatpaverkan/precisering-av-begransad-klimatpaverkan/> [2020-09-12]
- Sveriges miljömål (2018b). *Preciseringar av Ett rikt odlingslandskap. Sveriges miljömål*.
<http://sverigesmiljomal.se/miljomalen/ett-rikt-odlingslandskap/preciseringar-av-ett-rikt-odlingslandskap/> [2020-01-28]
- UNDP i Sverige (2015a). *Mål 13: Bekämpa klimatförändringarna. Globala målen*.
<https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-13-bekampa-klimatforandringarna/> [2020-01-31]
- UNDP i Sverige (2015b). *Mål 15: Ekosystem och biologisk mångfald. Globala målen*.
<https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-15-ekosystem-och-biologisk-mangfald/> [2020-01-31]

- UNEP (2018). *Emissions Gap Report 2018 - Executive summary*. UNEP.
https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26879/EGR2018_ESEN.pdf?sequence=10 [2020-02-11]
- UNFCCC (2020). *The Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement> [2020-09-12]
- UNISECO (2018). *About UNISECO | UNISECO platform*. <https://uniseco-project.eu/articles/3/about> [2020-08-16]
- Växa Sverige (u.å.). *Handbok för djurskötare inom mjölkproduktion*.
<https://www.vxa.se/globalassets/dokument/fordjupningar/info-pa-flera-sprak/handbok-for-djurskotare-inom-mjolkproduktion-svenska.pdf> [2020-02-06]
- Wallman, M., Berglund, M. & Cederberg, C. (2013). *Miljöpåverkan från animalieprodukter - kött, mjölk och ägg*. (Livsmedelsverkets rapportserie, 17/2013). Sverige: Livsmedelsverket.
https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2013/2013_livsmedelsverket_17_animalieproduktionens_miljopaverkan.pdf?AspxAutoDetectCookieSupport=1 [2020-01-30]
- Wredle, E., Spörndly, E. & Karlsson, C. (u.å.). *Automatisk mjölkning i kombination med bete*. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/profile/Ewa_Wredle/publication/267301315_Automatisk_mjolkning_i_kombination_med_bete/links/569e592408ae502916633803.pdf [2020-08-20]

APPENDIX A BESKRIVNING AV CFT:S BERÄKNINGSMETOD

Följande avsnitt redogör för vad Cool Farm Tool tar hänsyn till vid beräkning av klimatpåverkan för kött- och mjölkproduktion från idisslare samt odling.

A.1 ODLING

A.1.1 Skörderester

Från skörderester beaktas utsläpp av metan och lustgas från rester ovan markytan om dessa tas bort från åkern. Utsläppen beräknas då med mängd rest och med utsläppsfaktorer utifrån resthanteringsteknik. Då resterna lämnas beräknas resterna tillföra kväve till marken utifrån schablonvärden för hur mycket kväve grödan innehåller. För detta beaktas både rester ovan och under mark där mängden under mark beräknas utifrån ett schablonvärde för grödan i fråga relativt till mängd ovan jord. Mängden ovan jord kan anges av användaren om så önskas annars beräknas detta utifrån yta, skörd, andel torrsubstans och schablonvärden för grödan (Cool Farm Alliance 2019a).

A.1.2 Gödselproduktion

Utsläpp från gödselproduktion beräknas utifrån mängden gödsel och en emissionsfaktor utifrån typ av gödsel. Produktionen av stallgödsel sätts ofta till noll i enlighet med systemgränsen (Cool Farm Alliance 2019a). Användaren kan välja bland redan angivna gödselmedel eller skapa ett eget utifrån gödselt näringsinnehåll och produktionsland. Utsläpp från gödselproduktion är 0,067 för gödsel som användaren själv har lagt in och för gödsel som producerats på gården är utsläppen 0 (Cool Farm Alliance 2019a).

A.1.3 Markavgång

CFT beräknar markavgång på grund av gödsel men också jordens avgångar orsakade av nitrifikation och denitrifikation där både direkta och indirekta utsläpp räknas med. Följande inkluderas (Cool Farm Alliance 2019a):

- Emissioner av lustgas genom nitrifikation och denitrifikation. Detta beräknas utifrån markens lerhalt, halt organiskt kol, skrymdensitet och mängd gödsel per arealenhet.
- Direkta emissioner av lustgas från spridning av gödsel.
- Avgång av NO_x och NH₃ vilket indirekt leder till lustgas.
- Utlakning av kväve orsakat av gödsel vilket indirekt leder till lustgas. Denna beaktas om jorden är fuktig och beräknas utifrån mängd gödsel per areal och en utlaknings- samt utsläppsfaktor från IPCC.
- Koldioxidutsläpp från hydrolys av urea.
- Utsläpp från användning av ammoniumvätekarbonat (kalk).

A.1.4 Pesticider

För pesticider som används för odlingen utgår beräkningarna från arean, hur många gånger pestiden används och en emissionsfaktor. För pesticider för behandling av jord används mängd pesticid per yta och andel aktiv ingrediens istället för antal gånger den appliceras. Emissionsfaktorn för pesticider antas vara 20,5 kg CO₂e/ha (Cool Farm Alliance 2019a).

A.1.5 Energianvändning

Utsläpp från energianvändning kan beräknas utifrån hur mycket energi gården använder om information om detta finns tillgänglig. Beräkning sker då utifrån den mängd energi som förbrukas och emissionsfaktorer för bränsletyp. De flesta av emissionsfaktorerna kommer från Greenhouse Gas Protocol (Cool Farm Alliance 2019a). Dessa redovisas i tabell 1.

Tabell 1: Emissionsfaktorer för energi i CFT.

| Energi | Emissioner |
|---------------------------------------|--------------------|
| Solkraft [kgCO ₂ e/kWh] | 0,071 ¹ |
| Vatten [kgCO ₂ e/kWh] | 0,006 ¹ |
| Vind [kgCO ₂ e/kWh] | 0,012 ¹ |
| Elnät [kgCO ₂ e/kWh] | 0,28 ¹ |
| Diesel [kgCO ₂ e/l] | 2,68 ¹ |
| Biodiesel RME [kgCO ₂ e/l] | 2,68 ¹ |

¹(Cool Farm Alliance 2019a)

Om energianvändningen inte är känd uppskattas denna utifrån antal maskiner, areal och mängd bränsle som används per areal. Mängden bränsle kan med olika beräkningar uppskattas för sådd, skörd och bevattning (Cool Farm Alliance 2019a).

A.1.6 Transport

Utsläpp från transporter beräknas utifrån transportsträcka, massa som transporteras och en emissionsfaktor för fordonstyp (Cool Farm Alliance 2019a). Emissionsfaktorer för detta redovisas i tabell 2.

Tabell 2: Emissionsfaktorer för transport i CFT.

| Transport | Emissionsfaktor [kgCO ₂ e/ton km] |
|--------------|--|
| Lätt lastbil | 0,34 ¹ |
| Tung lastbil | 0,12 ¹ |

¹(Cool Farm Alliance 2019a)

A.2 BOSKAP

A.2.1 Typ av boskap

För köttproduktion beräknas utsläppen antingen för system med eller utan dikor. De olika systemen inkluderar olika typer av boskap. För mjölk anges en ras vilket ger defaultvärden för boskapens vikt. Vikten kan dock ändras (Cool Farm Alliance 2019a).

A.2.2 Bete

Beräkning av direkta utsläpp sker utifrån hur mycket kväve boskapen utsöndrar vilket beräknas utifrån hur mycket kväve de får i sig och hur mycket kväve de bibehåller. Indirekta

utsläppen beräknas utifrån lakning och avrinning samt avgång av ammoniak och kväveoxider. Vid beräkning beaktas hur mycket och när boskapen betar samt på vilken typ av betesmark och betets kvalitet (Cool Farm Alliance 2019a).

A.2.3 Energiintag

För boskapens energiintag används IPCC:s ”tier 2” (2006) och beräkning sker bl.a. utifrån boskapens vikt och viktökning per dag. Energiintaget beräknas också utifrån boskapens energibehov och energimängd i foder. Schablonvärden för viktökning används. Vuxenvikten anges här som vikten för en fullvuxen kviga (Cool Farm Alliance 2019a).

A.2.4 Foderspjälkning

Utsläppen från foderspjälkningen beräknas utifrån boskapens energiintag med faktorer för varje typ av boskap. För mjölk och nötkött sker beräkningarna med IPCC:s ”tier 2” (IPCC 2006). I beräkningarna används en faktor för hur stor andel av energin som omvandlas till metan (Y_m) vilken beräknas enligt ekvation 1, där DE andelen av fodrets bruttoenergi som är smältbar (Cool Farm Alliance 2019a).

$$Y_m = 9,75 - 0,05 * DE \quad (1)$$

A.2.5 Gödselhantering

Utsläppen från gödsel inkluderar metan, lustgas och produktion av strö. För att beräkna utsläppen från användning av strö används mängden strö och angiva emissionsfaktorer beroende på typ av strö. Utsläppen av metan beräknas utifrån medeltemperatur, hur gödslet hanteras och mängden flyktiga ämnen som avgår. För detta används en formel från IPCC (2006). Även för lustgasutsläppen används en formel från IPCC (2006) (Cool Farm Alliance 2019a).

A.2.6 Foder

Utsläppen från foderproduktion beräknas utifrån emissionsfaktorer för foderkomponenterna. Emissionsfaktorer finns för förändrad markanvändning, transport och för produktionen av fodret (Cool Farm Alliance 2019a).

A.2.7 Energianvändning

Utsläppen beräknas på samma sätt som för grödor men kan inte uppskattas från antal maskiner, areal och mängd bränsle som används per areal som för odlingen (Cool Farm Alliance 2019a).

A.2.8 Transporter

Utsläpp beräknas på samma sätt som för grödor (Cool Farm Alliance 2019a).

A.2.9 Allokering vid mjölkproduktion

Allokering görs med metod från International Dairy federation (2015) utifrån massa energikorrigerad mjölk och massa boskap som har sålts. Detta utförs för de utsläpp som inte kan kopplas direkt till produktionstyp (Cool Farm Alliance 2019a).

A.2.10 Exempel på cirkeldiagram från resultatredovisning

CFT redovisar resultatet i form av tabell och cirkeldiagram. Ett exempel på hur cirkeldiagramen redovisas visas i figur 1.



Figur 1: Exempel på cirkeldiagramen som är en del av CFT:s resultatredovisning (Cool Farm Alliance 2019b).

APPENDIX B VERA:S BERÄKNINGSMETOD

B.1 GWP-FAKTORER

Vera använder GWP-faktorerna 1 för koldioxid, 28 för metan och 265 för lustgas.

B.2 METAN FRÅN FODERSMÄLTNING

Beräknar enligt National inventory report (2019) som använder Bertilsson (2016). Utgår från djurens energibehov och fodrets näring med avseende på, protein, andel grovfoder och energiinnehåll. Metanemissionerna beräknas sedan med metanets energitäthet. Användaren anger insättnings- och försäljningsvikt samt insättnings- och försäljningsålder. Även mjölkproduktion anges för mjölkkor. Schablonvärden finns för fodrets proteinhalt och grovfoderandel samt överutfodring (Berglund 2015). Dessa kan även ändras av användaren.

B.3 LUSTGAS FRÅN GÖDSELHANTERING

Utgår från mängden kväve i träck och urin, metod för gödselhantering och strömmängd (Berglund 2015). Användaren anger metod för gödselhantering och lagringsperiodens längd samt mängd strömedel.

B.4 METAN FRÅN GÖDSELHANTERING

Utgår från mängden organiskt material i gödseln. Även lagringsteknik och temperatur beaktas (Berglund 2015).

B.5 LUSTGAS FRÅN MARKAVGÅNG

Utgår från mängd tillförd kväve i form av skörderester och gödselmedel. Schablonvärden för kväveinnehåll i skörderester. Användaren anger mängden kväve som tillförs via gödselmedel. Det finns flera gödseltyper att välja på med schabloner för produktionsutsläpp, vilka även kan ändras. Spridningsteknik för gödsel anges av användaren. För ammoniakavgång från mineralgödsel används ett schablonvärde på 2 % av kväveinnehållet. Utlakning av kväve beräknas utifrån kväveutlakning per areal och gårdens odlade areal där kväveutlakningen är angiven per kommun (Berglund 2015).

B.6 ENERGIANVÄNDNING

Mängden energi multipliceras med utsläppsfaktorn (Berglund 2015). Användningen anges av användaren som insatsvara. Schablon- eller egna värden kan användas. Samma utsläppsfaktorer som för de egna beräkningarna har använts.

B.7 TRANSPORT

Mängden transport multipliceras med utsläppsfaktorn (Berglund 2015). Anges som insatsvara. Verkyget saknar schablonvärden för utsläpp vilka istället behöver anges av användaren. Anges i ton km av användaren. Samma utsläppsfaktorer som för de egna beräkningarna har använts

B.8 INSATSVAROR

Användaren lägger själv till de som ska tas med i beräkningen och vads om omfattas bestäms därför av användaren. Mängden insatsvara multipliceras med utsläppsfaktorn (Berglund

2015). Schablonvärden för utsläpp är inlagda men möjlighet för användaren att ange egna finns.

B.9 ALLOKERING

International Dairy Federations metod för allokering används (Eriksson et al. 2020).

APPENDIX C BERÄKNINGSMETOD FÖR EGNA BERÄKNINGAR AV VÄXTHUSGASUTSLÄPP

C.1 BRUTTOENERGIBEHOV

Djurens bruttoenergibehov (GE) har beräknats i enlighet med IPCC:s riktlinjer (2019), enligt ekvation 1.

$$GE = \frac{\frac{NE_m + NE_a + NE_l + NE_c + NE_w}{REM} + \frac{NE_g + NE_{wool}}{REG}}{DE} \quad (1)$$

Följande energibehov inkluderas i formeln (IPCC 2019):

- Underhållsenergi (NE_m)
- Aktivitetsenergi (NE_a)
- Energi för tillväxt (NE_g)
- Laktationsenergi (NE_l)
- Energi för havandeskap (NE_c)
- Energi för arbete (NE_w)
- Energi för ullproduktion (NE_{wool})
- Andel smältbar energi i fodrets bruttoenergi (DE)
- Andel nettoenergi i fodret tillgänglig för underhåll (REM)
- Andel nettoenergi i fodret tillgänglig för tillväxt (REG)

NE_w för arbete har antagits vara noll då svenska djur sällan utför något arbete. Även NE_{wool} beaktas ej då nötkreatur inte producerar ull (Berglund et al. 2009).

Underhållsenergin (NE_m) beräknades enligt ekvation 2 (IPCC 2019):

$$NE_m = C_{fi} * LW^{0,75} \quad (2)$$

där C_{fi} är nettoenergi för underhåll per dag och kg levandevikt för djurkategori i och LW är levandevikten. Värderna för C_{fi} redovisas i tabell 1.

Tabell 1: Värderna för C_{fi}

| Kategori | Värde [MJ/dkg] |
|----------|--------------------|
| Mjölkkor | 0,386 ¹ |
| Kalvar | 0,322 ¹ |
| Tjurar | 0,37 ¹ |

¹ (IPCC 2019)

C.2 AKTIVITETSENERGI

Aktivitetsenergin (NE_a) beräknades enligt ekvation 3 (IPCC 2019):

$$NE_a = C_a * NE_m \quad (3)$$

där NE_m är den beräknade underhållsenergin och C_a är en aktivitetskonstant vilken beräknas utifrån djurens aktivitet enligt ekvation 4 (IPCC 2019):

$$C_a = \sum_i C_{ai} * f_i \quad (4)$$

där f_i står för andelen av året som ägnas åt aktiviteten i och C_{ai} är en konstant för aktiviteten i vilka redovisas i tabell 2.

Tabell 2: Värden för C_{ai} .

| Aktivitet i | C_{ai} |
|-------------|-------------------|
| Stall | 0 ¹ |
| Bete | 0,17 ¹ |

¹(IPCC 2019)

C.3 ENERGI FÖR TILLVÄXT

Energibehovet för tillväxt beräknas enligt ekvation 5 (IPCC 2019).

$$NE_g = 22,02 * \left(\frac{LW}{C * MW} \right)^{0,75} * WG^{1,097} \quad (5)$$

där LW är levandevikten, MW är vuxenvikten, WG är viktökningen och C är en konstant vilken redovisas i tabell 3.

Tabell 3: C för olika kategorier.

| Kategori | C [MJ/dkg] |
|----------------|------------------|
| Kvigor och kor | 0,8 ¹ |
| Stutar | 1 ¹ |
| Tjurar | 1,2 ¹ |

¹(IPCC 2019)

MW representeras i detta arbete av djurets slutvikt och viktökningen har beräknats utifrån MW och kategoriernas levandevikt enligt ekvation 6, där 365 är antal dagar på ett år.

$$WG = \frac{MW - \text{födelsevikt}}{\text{livslängd}} \quad (6)$$

C.4 LAKTATIONSENERGI

Nettoenergin som går åt till laktation (NE_l) beräknas enligt ekvation 7 (IPCC 2019).

$$NE_l = \text{mjölk} * 1,47 + 0,4 * \text{fett} \quad (7)$$

där mjölk är den mängd mjölk kon producerar per dag och fett är mjölkens fetthalt i %.

C.5 ENERGI FÖR HAVANDESKAP

Den nettoenergi som krävs vid havandeskap (NE_p) beräknas enligt ekvation 8 där NE_m är nettoenergi för underhåll (IPCC 2019).

$$NE_p = 0,1 * NE_m \quad (8)$$

C.6 ANDEL NETTOENERGI I FODRET TILLGÄNGLIGT FÖR UNDERHÅLL

Andelen tillgänglig nettoenergi i fodret tillgänglig för underhåll (REM) beräknades med ekvation 9 där DE är andelen av fodrets bruttonenergi som är smältbar (IPCC 2019).

$$REM = 1,123 - (4,092 * 10^{-3} * DE) + (1,126 * 10^{-5} * DE^2) - \left(\frac{25,4}{DE}\right) \quad (9)$$

C.7 ANDEL NETTOENERGI I FODRET TILLGÄNGLIGT FÖR TILLVÄXT

Fodrets tillgängliga energi för tillväxt (REG) beräknas enligt ekvation 10 där DE är andelen av fodrets bruttoenergi som är smältbar (IPCC 2019).

$$REG = 1,164 - (5,16 * 10^{-3} * DE) + (1,308 * 10^{-5} * DE^2) - \left(\frac{37,4}{DE}\right) \quad (10)$$

C.8 ANDEL SMÄLTBAR ENERGI I FODRETS BRUTTOENERGI

Andelen av fodrets bruttoenergi som är smältbar beräknades enligt ekvation 11 (IPCC 2019).

$$DE = \sum_i \left(\frac{x_i * SE_i}{18,45}\right) \quad (11)$$

där x är andelen foder i utgör av det totala foderintaget och SE mängden smältbar energi i foder i. 18,45 är IPCC:s värde för bruttoenergi i foder.

C.9 METAN FRÅN FODERSMÄLTNING

Metanutsläpp från djurens fodersmältning beräknades enligt IPCC (2019) ”tier 2” med ekvation 12.

$$EF_{CH_4,e} = \frac{GE * \frac{Y_m * 365}{100}}{55,65} \quad (12)$$

där GE är djurets beräknade bruttoenergibehov och Y_m en omvandlingsfaktor för bruttoenergi till metan. Y_m har valts till 6,3 % utifrån fodrets energiinnehåll i enlighet med IPCC (2019).

C.10 METAN FRÅN GÖDSELHANTERING

Utsläpp av metan från gödselhanteringen har beräknats enligt IPCC (2019) ”tier 2” med ekvation 13.

$$EF_{CH_4,m} = VS_T * 365 * B0_T * 0,67 * \sum_s \frac{MCF_s}{100} * AWMS_s \quad (13)$$

där VS_T är organiskt material från djurens träck och $B0_T$ är största möjliga metanproduktionspotential vilka redovisas i tabell 4. MCF_s anger hur stor del av $B0(T)$ som faktiskt uppnås för gödselhanteringssystemet s. MCF för olika gödselhanteringssystem och redovisas i tabell 5. $AWMS_s$ anger hur stor del av gödsel som hanteras i varje system.

Tabell 4: Största möjliga metanproduktion för olika gödselhanteringssystem.

| | B _{0T} [m ³ CH ₄ /kg VS] |
|--------------------------|---|
| Mjölkkor | 0,24 ¹ |
| Övriga nötkreatur | 0,18 ¹ |

¹(IPCC 2019)

Tabell 5: MCF för olika gödselhanteringssystem

| | MCF _s [% av B ₀] |
|-------------------|---|
| Djupströ | 17 ¹ |
| Flytgödsel | 3,5 ¹ |

¹(Naturvårdsverket 2019)

VS beräknas för varje djur med bruttoenergibehov (GE), askhalten i fodret (%ASH), fraktion av bruttoenergi som är urinenergi (UE) och andelen smältbar energi i fodret (DE). Detta gjordes med ekvation 14 (IPCC 2019). UE sattes till 0,04 i enlighet med IPCC:s (2019) värde för idisslare.

$$VS = GE * \frac{1-DE}{100} + UE * GE * \frac{1-\%ASH}{18,45} \quad (14)$$

C.11 LUSTGAS FRÅN GÖDSELHANTERING

C.11.1 Direkta utsläpp

Direkta lustgasutsläpp från gödselhantering beräknades med ekvation 15 enligt IPCC (2019) ”tier 2”.

$$N_2O_{d,mm} = \sum_s [\sum_T (N_T * Nex_T * AWMS_{T,S}) * EF_{3,s}] * \frac{44}{28} \quad (15)$$

där N_T är antal djur i kategorin, Nex_T är medelutsöndringen av kväve per djur under ett år och EF_{3,s} är en emissionsfaktor för direkta utsläpp av lustgas från system s som gödslet hanteras i. Emissionsfaktorerna redovisas i tabell 6.

Tabell 6: Emissionsfaktorer för direkta utsläpp av lustgas från olika gödselhanteringssystem.

| | EF _{3,s} [%] |
|-------------------|-----------------------|
| Djupströ | 1 ¹ |
| Flytgödsel | 0,5 ¹ |

¹(Naturvårdsverket 2019)

Djurens medelutsöndring av kväve beräknas enligt IPCC (2019) ”tier 2” med ekvation 16.

$$Nex_T = (N_{intake,T} - N_{retention,T}) * 365 \quad (16)$$

där $N_{intake,T}$ är det intaget av kväve per dag och $N_{retention,T}$ är mängden kväve per dag som djur T bibehåller.

$N_{intake,T}$ beräknas med djurets bruttoenergimehov (GE) och proteinhalt i fodret (CP%) enligt ekvation 17 (IPCC 2019).

$$N_{intake,T} = \frac{GE}{18,45} * \frac{CP\%}{6,25} \quad (17)$$

$N_{retention,T}$ beräknas enligt ekvation 18 där WG är djurens viktökning i genomsnitt och NE_G är bruttoenergiebehov för tillväxt.

$$N_{retention,T} = \frac{WG * (268 - \frac{7,03 * NE_G}{WG})}{6,25} \quad (18)$$

För mjölkkor adderas även en term för mjölkproduktion vilken beräknas enligt ekvation 19, där MjolkPR% är mjölkens proteinhalt och mjölk är mängden mjölk (IPCC 2019).

$$N_{retention,T,mjolk} = \frac{Mjolk * \frac{MjolkPR\%}{100}}{6,38} \quad (19)$$

C.11.2 Indirekta utsläpp

Indirekta utsläpp orsakade av förångning av N ($N_2O_{volt,mms}$) beräknades enligt IPCC (2019) ”tier 2” med ekvation 20.

$$N_2O_{volt,mms} = \sum_S [\sum_T (N_T * Nex_T * AWMS_{T,S}) * Frac_{gas,ms,S,T}] * EF_4 * \frac{44}{28} \quad (20)$$

där $Frac_{gas,ms,S}$ är den andel av N som förångas från gödselhantering S och djurkategori T. Denna redovisas i tabell 4. $AWMS_{T,S}$ är andelen av djurkategori T:s gödsel som hanteras med gödselhanteringsmetod S. EF_4 är emissionsfaktorn för förångning av kväve som har valts till 0,014 vilken är värdet för blött klimat (IPCC 2019.)

Indirekta utsläpp orsakade av kväveutlakning ($N_2O_{leach,mms}$) beräknades enligt IPCC (2019) ”tier 2” med ekvation 21.

$$N_2O_{leach,mms} = \sum_S [\sum_T (N_T * Nex_T * AWMS_{T,S}) * Frac_{leach,ms,S,T}] * EF_5 * \frac{44}{28} \quad (21)$$

där $Frac_{leach,ms,S,T}$ är den andel av N som lakas ut för djur T och gödselhantering S. Denna redovisas i tabell 7. EF_5 är emissionsfaktorn för utlakning av kväve som har valts till 0,011 i enlighet med IPCC (2019).

Tabell 7: Värden på $Frac_{gas,ms,S}$ och $Frac_{leach,ms,S,T}$ för djupströ och flytgödsel.

| | $Frac_{gas,ms,S,T}$ | $Frac_{leach,ms,S,T}$ |
|------------|---------------------|-----------------------|
| Djupströ | 0,25 ¹ | 0,035 ¹ |
| Flytgödsel | 0,3 ¹ | 0 ¹ |

¹(Naturvårdsverket 2019)

C.12 LUSTGAS FRÅN BETESMARK

Mängden kväve som hamnar på betesmark via träck och urin beräknas utifrån IPCC (2019) ”tier 1” enligt ekvation 22.

$$F_{PRP} = \sum_T N_T * Nex_T * MS_T \quad (22)$$

där MS_T är andelen av urin och träck från djur T som hamnar på betesmark. MS_T har likställts med andelen av året djuren spenderar ute vilket är 70 % av dygnen de betar (Wredle et al. u.å.).

C.12.1 Direkta utsläpp

De direkta lustagsutsläppen från djurens träck och urin på betesmark beräknades med IPCC (2019) ”tier 2” enligt ekvation 23.

$$N_2O_{PRP,d} = F_{PRP} * EF_{3,prp} * \frac{44}{28} \quad (23)$$

där $EF_{3,prp}$ är emissionsfaktorn för direkta lustgasutsläpp från betesmark. Denna valdes till 0,006, vilket är värdet för blött klimat i IPCC (2019).

C.12.2 Indirekta utsläpp

Utsläpp av lustgas från betesmark genom avgång av ammoniak och kväveoxider beräknades enligt IPCC (2019) ”tier 2” enligt ekvation 24.

$$N_2O_{PRP,v} = F_{PRP} * EF_4 * \frac{44}{28} \quad (24)$$

där $EF_{4,prp}$

Utsläpp av lustgas från betesmark genom utlakning beräknades enligt IPCC (2019) ”tier 2” med ekvation 25. Kvävet kommer från djurens träck och urin.

$$N_2O_{PRP,l} = F_{PRP} * EF_5 * \frac{44}{28} \quad (25)$$

C.13 LUSTGAS FRÅN FODERODLING

C.13.1 Skörderester

Kväve från skörderester beräknas med metod från IPCC (2019) enligt ekvation 26.

$$F_{CR} = \sum_C [AGR_C * N_{AG,C} * (1 - Frac_{Remove,C} - (Frac_{Burnt,C} * C_f)) + BGR_C * N_{BG,C}] \quad (26)$$

där AGR_C är mängden skörderester ovan jord och $N_{AG,C}$ dess kväveinnehåll för gröda C. $Frac_{Remove,C}$ är andelen skörderester som förs bort medan $Frac_{Burnt,C}$ är den andel av marken som bränns där C_f är en förbränningsfaktor. BGR_C är mängden skörderester under jord och $N_{BG,C}$ är dess kväveinnehåll. BGR_C beräknas enligt ekvation 27. Övrig indata redovisas i tabell 8.

$$BGR_C = (Crop_C + Crop_C * R_{AG,C}) * RS_C * Area_C * Frac_{Renew,C} \quad (27)$$

där $Crop_C$ är skörd per hektar och $R_{AG,C}$ mängden skörderester relaterat till skördemängden för gröda C. RS_C är mängden rötternas massa relativt massan ovan jord och $Area_C$ är arean för grödan C. $Frac_{Renew,C}$ är andelen som förnyas per år av arean under jord, vilken beräknas med 1/grödans ligg tid (IPCC 2019).

Mängden direkta lustgasemissioner från skörderester beräknas med ekvation 28 (IPCC 2019).

$$N_2O_{D,CR} = F_{CR} * EF_{1,CR} * \frac{44}{28} \quad (28)$$

där $EF_{1,CR}$ är en emissionsfaktor för kväve som valdes till

Tabell 8: Faktorer för beräkning av kväve från skörderester.

| | $N_{AG,C}$ | $N_{BG,C}$ | $R_{AG,C}$ | RS_C |
|-------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Korn | 0,0077 ¹ | 0,014 ¹ | 0,825 ¹ | 0,22 ¹ |
| Vete | 0,0044 ¹ | 0,009 ¹ | 0,925 ¹ | 0,28 ¹ |
| Vall | 0,024 ¹ | 0,016 ¹ | 0,25 ¹ | 0,054 ¹ |

¹(Naturvårdsverket 2019)

Mängden indirekta lustgasemissioner genom utlakning för skörderester beräknas med ekvation 29.

$$N_2O_{leach} = F_{CR} * Frac_{Leach,C} * EF_5 * \frac{44}{28} \quad (29)$$

där $Frac_{Leach,C}$ är andelen av N som utlakas eller avrinner vilken valdes till 0,24 i enlighet med IPCC (2019).

C.13.2 Gödselmedel

Mängden kväve orsakade av användning av organiska gödselmedel beräknas enligt ekvation 30 (IPCC 2019).

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA} \quad (30)$$

där F_{AM} är mängden N som tillförs till marken från gödsel, F_{SEW} från avloppsslam, F_{COMP} från kompost och F_{OOA} andra organiska källor. Mängden tillförd kväve beräknades enligt följande formel för gödsel i med halten kväve n och mängd tillförd produkt m. Formeln används även för mineralgödsel F_{Sn} .

$$F_i = n_i * m_i \quad (31)$$

Indirekta lustgasemissioner genom avgång av ammoniak och kväveoxider beräknas för gödselmedel med ekvation 32.

$$N_2O_{gas} = F_i * Frac_{gas} * EF_4 * \frac{44}{28} \quad (32)$$

där $Frac_{gas}$ är andelen av kvävet i gödselmedlet som förångas. Ett aggregerat värde på 0,11 antogs från IPCC (2019).

C.14 UTSLÄPP FRÅN ENERGIANVÄNDNING

Emissioner av koldioxid, metan och lustgas från odling av foder beräknades utifrån energianvändningen per yta och emissionsfaktorer för energitypen enligt ekvation 33 för varje gröda:

$$Emissioner = Energimängd * area * EF_e \quad (33)$$

Emissionsfaktorer redovisas i tabell 9. Omvandlingsfaktor som för att omvandla liter diesel till MJ var 43,1 [MJ/kg] och omvandlingsfaktor 3,6 kWh/MJ värme för att omvandla värme till energi.

Tabell 9: Emissionsfaktorer för energi och omvandlingsfaktor för diesel.

| | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O |
|---------------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| Solkraft [g/MJ värme] | 12,2 ¹ | 0,0425 ¹ | 0,000469 ¹ |
| Vattenkraft [g/kWh] | 5,7 ¹ | 0,004 ¹ | 0,000092 ¹ |
| Vindkraft [g/kWh] | 12 ¹ | 0,0034 ¹ | 0,0005 ¹ |
| Diesel [g/MJ] | 78,78 ¹ | 0,03434 ¹ | 0,0020555 ¹ |
| Elnät [gCO _{2e} /kWh] | 0,36 ¹ | | |
| Biodiesel (RME) [g/MJ] | 17,2 ¹ | 0,0121 ¹ | 0,021 ¹ |

¹(Gode et al. 2011)

C.15 UTSLÄPP FRÅN TRANSPORTER

Emissionerna från transporter beräknas utifrån angiven vikt och sträcka från gårdarna enligt ekvation 34 tillsammans med emissionsfaktorer för transport t (Eft) där t är transporttyp. Dessa redovisas i tabell 10. För lätt lastbil används värden för en skåpbil en sträcka i Sverige. Användandet av skåpbil vid lätt transport är ett antagande då traktor inte gick att välja. För tung lastbil används lastbil 14-20 ton.

$$Transportemissioner = Sträcka * vikt * Eft \quad (34)$$

Tabell 10: Emissioner för transport (*Eft*) för lätt och tung lastbil.

| | CO ₂ [kg/ton km] | CH ₄ [g/ton km] | N ₂ O [g/ton km] |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Lätt lastbil | 0,7831 ¹ | 0,7592 ¹ | 0,02833 ¹ |
| Tung lastbil | 0,1295 ¹ | 0,1210 ¹ | 0,005062 ¹ |

¹(NTMCalc 4.0 - Environmental Performance Calculator u.å.)

C.16 ÖVRIGA INSATSVAROR

Emissionsfaktorer för produktion av övriga insatsvaror redovisas i tabell 11. Utsläppen har beräknats genom att multiplicera utsläppen med mängden.

Tabell 11: Utsläppsvärden för produktion av övriga insatsvaror.

| | Utsläpp [kgCO ₂ e/kg produkt] |
|--------------------------------|--|
| Halm (strömedel) | 0,032 |
| Mineralgödsel Yara 27-4 | 0,9 |
| Mineralgödsel P-K 11-22 | 0,5 |

¹ (Greppa näringen u.å.b)

APPENDIX D UPPSKATTNING AV BESÄTTNINGAR I JÄMVIKT

Uppskattningar av gårdarnas besättningar vid ett jämviktsläge har utförts enligt följande beskrivningar. Antal djur per djurkategori T har även räknats om till belagda stallplatser (N_T) enligt följande formel för att anpassa antalet djur efter slaktålder (IPCC 2019):

$$N_T = \text{Antal djur} * \frac{\text{Antal månader i kategori}}{12} * 365 \quad (1)$$

De djurkategorier (T) som har använts för de olika systemen redovisas i tabell 1

Tabell 1: Djurkategorier (T) för gårdarnas olika system.

| Mjölksystem | Köttsystem | Köttsystem med uppfödning av mjölkraskalvar |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Mjölkkalvar • Kalvar ej för rekrytering • Rekryteringskvigor • Mjölkkor • Sinkor • Avelstjurar | <ul style="list-style-type: none"> • Kalvar • Stutar för kött • Kvigor för kött • Dikor • Rekryteringskvigor • Tjurar | <ul style="list-style-type: none"> • Kalvar • Stutar för kött • Kvigor för kött |

D.1 GÅRD A - MJÖLKSYSTEM

Uppskattningen av besättningens jämviktsläge utgick ifrån antal mjölkkor, andel mjölkkor som ersätts per år, kalvningsintervall och dödstal för kalvar. Indata för gård A:s mjölksystem redovisas i tabell 2.

Tabell 2: Indata för uppskattning av mjölkbesättningens jämviktsläge för gård A.

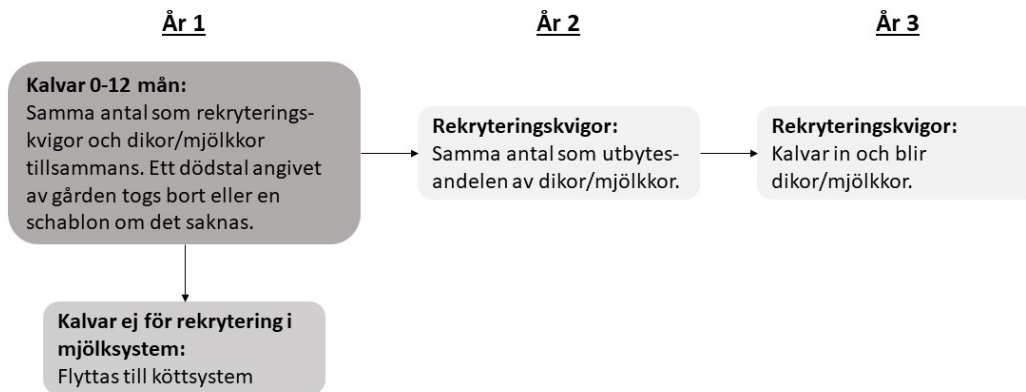
| | Värde |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Antal mjölkkor | 25 ¹ |
| Andel mjölkkor som ersätts per år | 25 % ¹ |
| Kalvningsintervall | 11 mån ¹ |
| Dödstal för kalvar | 3 st. per år ¹ |

¹ Angivet av gården

För att utföra uppskattningen antogs följande:

- Antalet mjölkkor, sinkor och rekryteringsgrad har antagits vara den som gården har angivit.
- Varje mjölkko får en kalv per år.
- Könsfördelningen bland kalvarna antas vara 50 % kvigor och 50 % tjurar.
- Antal kalvar för mjölk är densamma som antalet kvigor då det är mjölkkalvarnas kategori året efter.
- Resterande kalvar blir kalvar ej för rekrytering som flyttas till köttssystemet.
- Antalet avelstjurar är konstant.

Ett flödesschema över hur djuren byter kategori från år till år för uppskattning av jämnviktsbesättningar för gård A:s mjölksystem redovisas i figur 1. Avelstjurar och mjölkkor finns inte med i figuren då de inte byter djurkategori.



Figur 1: Flödesschema över hur djuren byter djurkategori från år till år för att uppskatta jämnviktsbesättningen för gård A:s mjölksystem.

D.2 GÅRD A – KÖTTSYSTEM

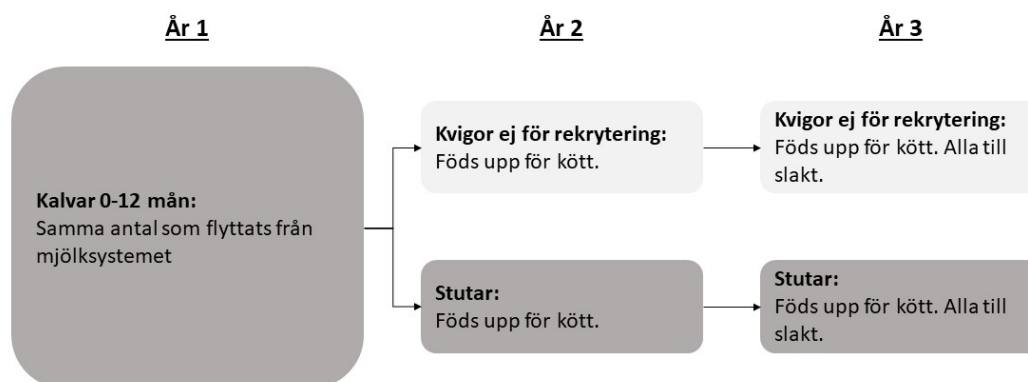
Uppskattning av besättningens jämnviktsläge för gård A utgick ifrån antal kalvar för kött och slaktålder. Indata för gård A redovisas i tabell 3. Kalvarna för kött tas från gårdens mjölkbesättning.

Tabell 3: Indata för uppskattning av köttbesättningens jämnviktsläge för gård A.

| | Värde |
|---------------------|---|
| Antal kalvar | Antalet kalvar som tas från mjölksystemets jämnviktsläge ¹ |
| Slaktålder | 32 månader ² |

¹ Framräknat. ² Angivet av gården.

Ett flödesschema likt för mjölksystemet över hur djuren byter kategori från år till år för uppskattning av jämnviktsbesättningar för gård A:s köttssystem redovisas i figur 2.



Figur 2: Flödesschema över hur djuren byter djurkategori från år till år för att uppskatta jämnviktsbesättningarna för gård A:s köttssystem.

D.3 GÅRD B - KÖTTSYSTEM

Uppskattningen av besättning i jämviktsläge för gård B utgick ifrån ett dikosystem och varje diko antogs föda en kalv per år. Även dödstal för kalvar, ersättningstal för dikor och slaktålder har beaktats. Då systemet är nystartat har totala antal stallplatser på gården använts för att uppskatta besättningen. Uppskattningen av besättningen gjordes enligt följande:

- Antal kalvar är densamma som antal dikorkor förutom ett antal som beräknas enligt dödstalet.
- 50 % av kalvarna antas vara kvigkalvar och 50 % tjurkalvar.
- Antal rekryteringskvigor är densamma som antal dikor som ersätts per år
- De kalvar som inte används till rekrytering föds upp dirket till slakt och kallas då de slutar räknas som kalvar för kvigor ej för rekrytering och stutar.

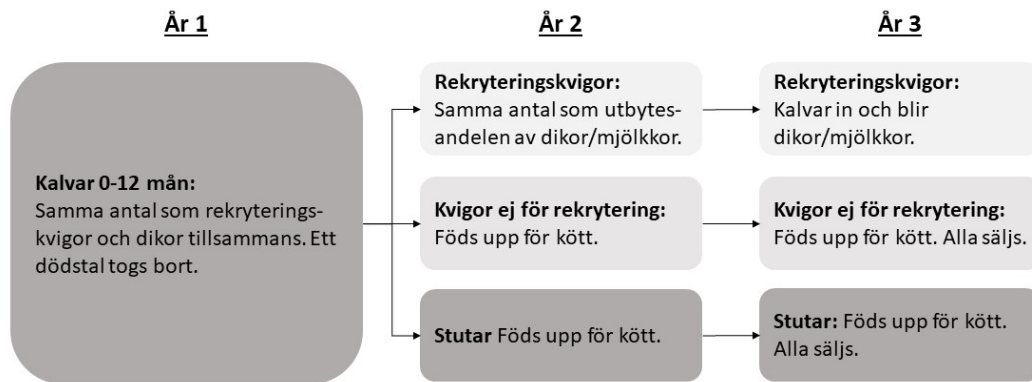
Systemet antas i ett jämviktsläge inte köpa in några djur. Indata för detta redovisas i tabell 4.

Tabell 4: Indata för uppskattning av köttbesättningens jämviktsläge för gård B.

| | Värde |
|--------------------------------|---------------------|
| Antal belagda stallplatser | 40 st. ¹ |
| Dödstal för kalvar | 5 % ¹ |
| Andel dikor som ersätts per år | 20 % ² |
| Slaktålder | 27 mån ¹ |

¹ Angivet av gården. ² (Seeman et al. 2019).

Ett flödesschema likt för övriga system över hur djuren byter kategori från år till år för uppskattning av jämnviktsbesättningar för gård B:s köttstäm redovisas i figur 3.



Figur 3: Flödesschema över hur djuren byter djurkategori från år till år för att uppskatta jämnviktsbesättningarna för gård B:s kötsystem.

APPENDIX E UPPSKATTNING AV FODERINTAG

Det dagliga intaget av torrs substans (DMI) beräknades enligt IPCC utifrån ekvation 1 för djurkategori T.

$$DMI_T = \frac{GE}{18,45} \quad (1)$$

där 18,45 är IPCC:s omvandlingsfaktor för bruttoenergi till intag av torrs substans (IPCC, 2019).

Beräkningarna utfördes utifrån gårdarnas angivna besättning, angiven fodergiva för besättningen per år och betesperiod. Fodret fördelades till varje djurkategori baserat på antal djur och DMI. Under betesperioden utgörs grovfodret av enbart bete vilket gjorde att mängden angivet foder fick anpassas för att överensstämma med stallperiodens längd. Då beräkningarna av DMI och GE är beroende av varandra utfördes dessa iterativt till jämvikt uppnåddes. Indata för gård A och B var följande:

Gård A – mjölk- och köttssystem

- 15 ton kraftfoder av baljväxter raps och soja till mjölkkor.
- 1 ton kraftfoder av baljväxter raps och soja till övriga djur, förutom sinkor och avelstjurar.
- 202 ton ensilage.
- 125 dagar på bete.

Gård B - köttssystem

- 30,8 ton ensilage varav 80 % vall och 20 % helsädesensilage.
- 200 dagar på bete.

APPENDIX F INDATA FÖR FODERODLING

F.1 GÅRD A

Indata för gård A:s foderodling för egna beräkningar redovisas i tabell 1. För helsädesensilage har vårvete valts som gröda i alla verktyg och för ensilage har gräs-klövermix valts som gröda i CFT utifrån valbara grödor i CFT. Även för de egna beräkningarna har gräs-klövermix använts utifrån kategorier i National Inventory Report (2019) och Sveriges lantbruksuniversitet (u.å.). I Vera har Vall III 3+, rödklöver-gräs valts utifrån de grödor som kan väljas i Vera.

Tabell 1: Indata för foderodling på gård A.

| | Helsädesensilage | Ensilage | Används i metod |
|-----------------------------------|--|-------------------|-----------------|
| Skörd [kg/ha] | 5000 ¹ | 4400 ¹ | Alla |
| Liggtid [år] | 1 ¹ | 5 ¹ | Egna, Vera |
| Energi | | | |
| Vattenkraft [kWh/ha] | 39 ¹ | | Alla |
| Vindkraft [kWh/ha] | 39 ¹ | | Alla |
| Diesel [l/ha] | 44 ¹ | | Alla |
| Biodiesel [l/ha] | 2,3 ¹ | | Alla |
| Gödselmedel | | | |
| Kompost 1 % kväve [kg kompost/ha] | 7800 ¹ | | Alla |
| Jordegenskaper | | | |
| Textur | Sandig ¹ | | CFT |
| | Leriga jordar (5-15% ler) ² | | Vera |
| Organiskt material | 1.72 < SOM < 5.16 ¹ | | CFT |
| pH-värde | <5,5 ¹ | | CFT |
| Fuktighet | Fuktig ¹ | | CFT |
| Dränering | Bra ¹ | | CFT |

¹ Gårdens egna data. ² Jordens lerighet har uppskattats från sandig jord till 5-15 % (FAO u.å.).

F.2 GÅRD B

Indata för gård B:s foderodling redovisas i tabell 2. För helsädesensilage har vårkorn valts i CFT och de egna beräkningarna medan grönfoder, stråsäd har valts i Vera. För ensilaget har gräs-klövermix använts i CFT och de egna beräkningarna och Vall III 3+, rödklöver-gräs har använts i Vera. Lerhalten har uppskattats på samma sätt som för gård A.

Tabell 2: Indata för foderodling på gård B.

| | Helsädesensilage | Ensilage | Används i metod |
|---------------------------------------|--|-------------------|-----------------|
| Skördemängd [kg/ha] | 5500 ¹ | 5500 ¹ | Alla |
| Liggtid [år] | 1 ¹ | 3 ¹ | Egna, Vera |
| Energi | | | |
| Elnät [kWh/ha] | 86 ¹ | | Alla |
| Diesel [l/ha] | 93,6 ¹ | | Alla |
| Gödselmedel | | | |
| Mineralgödsel PK 11-21, 0 % N [kg/ha] | | 200 ¹ | Alla |
| Mineralgödsel Axan, 27 % N [kg/ha] | 125 ¹ | | Alla |
| Jordegenskaper | | | |
| Textur | Sandig ¹ | | CFT |
| | Lättleriga jordar (15-25 % ler) ² | | Vera |
| Organiskt material | 1,72 < SOM < 5,16 ¹ | | CFT |
| pH-värde | < 5,5 ¹ | | CFT |
| Fuktighet | Fuktig ¹ | | CFT |
| Dränering | Bra ¹ | | CFT |

¹ Gårdens egna data. ² Jordens lerighet har uppskattats från sandig jord till 5-15 % (FAO u.å.).

APPENDIX G VERKTYGENS FODERDATA

I detta appendix redovisas data för de olika metodernas foder. Data för CFT redovisas i tabell 1, för Vera i tabell 2 och för de egna beräkningarna i tabell 3.

Tabell 1: Näringsvärde för olika fodertyper i CFT.

| Foder | Bruttoenergi [MJ/kg TS] | Smältbar energi [MJ/kg TS] | Råprotein [g/kg TS] |
|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Gräs, extensivt | 17,5 ¹ | 10,0 ¹ | 127 ¹ |
| Ensilage, gräs | 18,0 ¹ | 12,0 ¹ | 134 ¹ |
| Vete | 18,2 ¹ | 16,0 ¹ | 128 ¹ |
| Korn | 18,4 ¹ | 15,2 ¹ | 120 ¹ |
| Proteinfoder, hög andel soja | 19,7 ¹ | 18,2 ¹ | 343 ¹ |

¹(Cool Farm Alliance 2019a)

Tabell 2: Näringsvärde för ensilage och koncentrat i Vera.

| | Omsättningsbar energi [MJ/kg TS] | Fett [g/kg TS] |
|------------|-------------------------------------|-----------------|
| Ensilage | 10,1 ¹ | 12 ¹ |
| Koncentrat | 13,4 ¹ | 43 ¹ |

¹(Naturvårdsverket 2019)

Tabell 3: Näringsvärden för olika fodertyper för de egna beräkningarna.

| Gröda | Smältbar energi (SE) [MJ/kg TS] | Råprotein [g/kg TS] | Aska [g/kg TS] |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------|
| Korn | 11,8 ¹ | 113 ¹ | 68 ¹ |
| Vete | 12,7 ¹ | 160 ¹ | 60 ¹ |
| Ärt | 16,0 ¹ | 226 ¹ | 33 ¹ |
| Rapsmjöl | 14,6 ¹ | 389 ¹ | 75 ¹ |
| Gräs-klöverblandning, låg energi | 12,2 ¹ | 133 ¹ | 78 ¹ |
| Gräs-klöverblandning, hög energi | 13,7 ¹ | 158 ¹ | 75 ¹ |
| Bete | 11,6 ¹ | 135 ¹ | 68 ¹ |
| Sojamjöl | 16,9 ¹ | 475 ¹ | 70 ¹ |

¹(Sveriges lantbruksuniversitet u.å.)

APPENDIX H INDATA FÖR ENERGIANVÄNDNING I STALL OCH TRANSPORTER

Indata för energianvändning i stall och transporter för gård A:s mjölksystem, köttssystem och gård B:s köttssystem redovisas i tabell 1, 2 respektive 3. I Vera anges transporter istället som insatsvaror som totala tonkm.

Tabell 1: Energianvändning och transport för djurhållning för gård A:s mjölksystem.

| | Mängd | Används i verktyg |
|-------------------|----------------|-------------------|
| Energi | | |
| Vattenkraft [kWh] | 11895 | Alla |
| Vindkraft [kWh] | 11895 | Alla |
| Diesel [l] | 991 | Alla |
| Biodiesel [l] | 991 | Alla |
| Transport | | |
| Lätt lastbil | 2 ton & 1,5 km | CFT och egna |
| Tung lastbil | 8 ton & 200 km | CFT och egna |

Tabell 2: Energianvändning och transporter för djurhållningen för köttssystemet på gård A.

| | Mängd | Används i verktyg |
|-------------------|------------------|-------------------|
| Energi | | |
| Vattenkraft [kWh] | 8695 | Alla |
| Vindkraft [kWh] | 8695 | Alla |
| Diesel [l] | 1380 | Alla |
| Biodiesel [l] | 69 | Alla |
| Transport | | |
| Lätt lastbil | 12 ton & 7 km | CFT och egna |
| Tung lastbil | 3,5 ton & 200 km | CFT och egna |

Tabell 3: Energianvändning och transport för djurhållningen på gård B.

| | Mängd | Används i verktyg |
|------------------|------------------|--------------------------|
| Energi | | |
| Diesel [l] | 489,6 | Alla |
| Elnät [kWh] | 16320 | Alla |
| Transport | | |
| Lätt lastbil | 33 ton & 5 km | CFT och egna |
| Tung lastbil | 6,5 ton & 276 km | CFT och egna |

APPENDIX I FRÅGOR TILL RÅDGIVARE

I.1 FRÅGOR TILL KLIMATRÅDGIVARE

Följande frågor ställdes till klimatrådgivare på Greppa Näringen och Ludvig & CO som använder Vera.

Tycker du att det är lätt att ge rådgivning för minskade utsläpp utifrån hur resultaten av beräkningarna redovisas i Vera?

Tycker du att resultaten är lätta att förstå, både för dig som rådgivare men också för lantbrukarna?

Ser du några förbättringsmöjligheter i hur resultaten redovisas?

Hur brukar ni ta fram klimatavtrycket för de insatsvaror där det inte finns några förinställda, som t.ex. för inköpta kalvar?

Hur väl anpassat tycker du att Vera är för att beräkna klimatavtryck utifrån den data lantbrukarna har, då den inte alltid är så detaljerad?

Ser du några andra svårigheter eller förbättringsmöjligheter utöver det som redan har tagits upp som du vill dela med dig av?

I.2 FRÅGOR TILL RÅDGIVARE PÅ VERA

Följande frågor ställdes till rådgivare på Vera om jobbar med utvecklingen av Vera.

Ser du några svårigheter eller förbättringsmöjligheter i beräkningarna eller i programmet?

Ser du några förbättringsmöjligheter i hur resultaten redovisas?

Är det någonstans i beräkningarna du känner att det sker stora uppskattningar som gör att resultaten blir osäkra?