



Skånemejerier

KLIMATKOLLEN 2021

MJÖLKGÅRDARNAS KLIMATPÅVERKAN

– nuläge och möjliga vägar framåt

Anna Ekman-Nilsson,
Ph.D., Sustainability Expert, Milk Collection, Skånemejerier AB



INNEHÅLL

Sammanfattning	3
Bakgrund	4
Metod	6
Resultat	11
Diskussion	16
Arbetet framåt	20
Slutsatser	20
Referenser	21



Sammanfattning



Klimatförändringar orsakade av mänsklig aktivitet så som förbränning av fossila bränslen, industri, avfallshantering och jordbruk är en de största globala utmaningarna. I Sverige står jordbruket för cirka 14 % av de nationella utsläppen av växthusgaser. Till skillnad från många andra sektorer kommer utsläppen i jordbruket inte huvudsakligen från fossila bränslen utan från biologiska processer då det bildas metan (CH₄) och lustgas (N₂O). Kunder och konsumenter blir allt mer medvetna och intresserade av frågan och efterfrågar produkter med lågt klimatavtryck. Skånemejerier har som målsättning att bli Sveriges mest hållbara mejeri. Att minska utsläppen av växthusgaser är därför mycket viktigt för Skånemejerier. Inom mejeriet jobbar vi aktivt med att bl.a. öka användningen av förnybar energi till 100 % år 2025. Den absolut största delen av mjölkens klimatpåverkan uppstår redan på gården och här måste åtgärder vidtas för att minska mjölkens klimatavtryck.

Under 2021 genomförde Skånemejeriers leverantörer klimatberäkningar på sina gårdar. Beräkningarna gjordes i Klimatkollen. Klimatkollen är en modul i programmet Vera som är utvecklat av Jordbruksverket med stöd från EU. I gårdens klimatavtryck inkluderas klimatpåverkan från alla insatsvaror som används på gården samt olika processer som sker på gården och som orsakar utsläpp av växthusgaser. Detta är bl.a. förbränning av fossila bränslen vid t.ex. traktorkörning men också de viktiga biologiska processerna som metanbildning vid fodermältning och lustgasbildning i jordbruksmark. Utsläpp orsakade av biologiska processer beräknas utifrån modeller som finns inlagda i Vera. Utsläppen av de olika växthusgaserna koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och lustgas (N₂O) räknas om till koldioxidekvivalenter (CO₂-ekv) med hjälp av omvand-

lingsfaktorer. Utsläppen på gården redovisas i kategorierna inköpt energi, utsläpp från motorer och pannor på gården, mineralgödsel, inköpt foder, övriga insatsmedel, lustgas från mark till atmosfär, lustgas från ammoniak och nitratförluster, förändrat kolförråd i mark, fodermältning och lager och stall. Beräkningen för att allokeras den totala klimatpåverkan från gården mellan produkterna mjölk och nötkött gjordes separat.

Det genomsnittliga klimatavtrycket på mjölk levererad till Skånemejerier var 1,0 kg CO₂-ekv/kg mjölk. Genomsnittet för konventionella gårdar var 0,99 kg CO₂-ekv/kg mjölk och för ekologiska gårdar 1,01 kg CO₂-ekv/kg mjölk. Den enskilt största källan till växthusgasutsläpp är djurens fodermältning följt av inköpt foder, lustgas från mark och lager och stall. Hög produktivitet med hög mjölkavkastning och god tillväxt på djur är en viktig faktor för lågt klimatavtryck. Produktivitetssökning får dock inte ske med alltför höga insatser av bl.a. inköpt foder och på bekostnad av kornas hälsa och välmående eftersom det kan ha motsatt effekt på klimatavtrycket. Även hög kväveeffektivitet mätt som mängd kväve som förs bort i produkter i förhållande till mängd tillfört kväve är en viktig faktor precis som hög avkastning i växtodlingen. På ekologiska gårdar kan man även se ett tydligt samband mellan andelen förnybar energi och klimatavtryck. På konventionella gårdar var detta samband inte lika tydligt. En mjölkgård är ett komplext system och åtgärder för att minska klimatpåverkan behöver därför utvärderas noga och anpassas efter varje gårds förutsättningar.

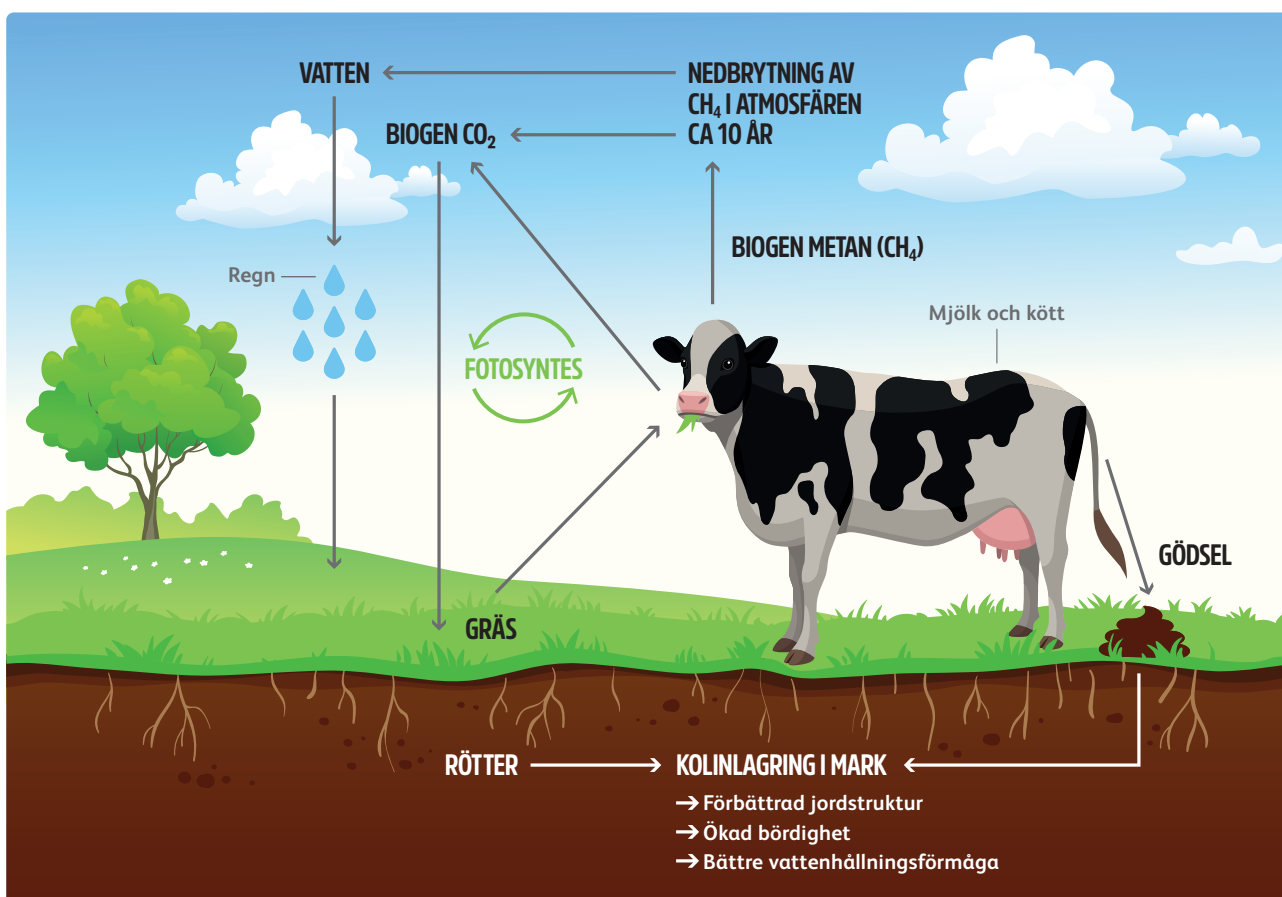
En djupare analys av resultaten från Klimatkollen på gårdsnivå och diskussion med lantbrukare och externa experter kommer att bli viktiga för att hitta vägar mot ytterligare minskningar av klimatavtrycket på mjölkgårdarna som levererar till Skånemejerier.

Bakgrund

Klimatförändringar är en av vår tids största globala utmaningar. Sedan 1800-talet har den största orsaken till klimatförändringar varit utsläpp av växthusgaser orsakade av mänsklig aktivitet. Förbränning av fossila bränslen är den största utsläppskällan men även markanvändningsförändringar, avfallshantering, industri och jordbruk bidrar till utsläpp av växthusgaser ([What Is Climate Change? | United Nations, 2022-02-03](#)). Globalt sett står livsmedelsproduktionen för 26 % av de totala utsläppen av växthusgaser och av dessa står jordbruket för den största delen (Poore och Nemecek, 2018). I Sverige står jordbruket för cirka 14 % av de nationella utsläppen av växthusgaser ([www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-jordbruk/](#), 2021-12-01). Det är viktigt att notera att denna statistik bara innefattar de utsläpp som sker i Sverige. Utsläpp från t.ex. produktion av

konstgödsel utomlands ingår inte. Sedan 1990 har den svenska jordbrukssektorns utsläpp minskat något vilket beror på minskad användning av konstgödsel och färre djur. Minskningen måste ställas i relation till produktiviteten där produktionen av mjölk idag är nästan samma som 1990 fastän antalet djur har halverats. Detta innebär att klimatavtrycket per kilo mjölk är lägre idag än för 30 år sedan ([www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-jordbruk/](#), 2021-12-01).

Jordbruket skiljer sig något från andra sektorer eftersom koldioxid från användning av fossila bränslen bara utgör en liten del av utsläppen och den största delen utgörs av lustgas (N_2O) och metan (CH_4). Lustgas bildas huvudsakligen i jordbruksmark och metan kommer huvudsakligen från idisslande djurs fodermältning. Kollets kretslopp på en gård med nötkreatur visas i Figur 1.



Figur 1: Kolets kretslopp på en mjölkgård

Klimatfrågan är även högt upp på den politiska agendan. I juni 2017 antog Riksdagen ett klimatpolitiskt ramverk som består av en klimatlag, klimatmål och ett klimatpolitiskt råd ([Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se), 2021-12-01). Klimatlagen innehåller bestämmelser om regeringens klimatpolitiska arbete, vad det arbetet ska syfta till och hur det ska bedrivas ([Klimatlag \(2017:720\) Svensk författningssamling 2017:2017:720 – Riksdagen](#), 2021-12-01). Sveriges långsiktiga klimatmål är att ha netto-noll utsläpp till 2045 och därefter negativa utsläpp. Detta mål kommer att nås genom att utsläppen inom landet ska vara 85 % lägre än 1990 och kompletteras med åtgärder för kolinlagring i t.ex. mark och skog samt teknik för koldioxidavskiljning och lagring s.k. CCS.

Sveriges klimatlag och klimatpolitiska ramverk är i linje med Paris-avtalet och åtagandet att begränsa den globala uppvärmningen år 2050 till 1,5°C jämfört med en förindustriell nivå ([The Paris Agreement I UN-FCCC](#), 2022-01-14).

Klimatfrågan är inte bara viktig inom politiken. Konsumenter blir mer medvetna om hur olika produkter, i synnerhet livsmedel, påverkar klimatet. Mat och klimat är ett ämne som ofta behandlas i media och det börjar även avspelas i butikernas hyllor.

Skånemejerier har målsättningen att bli Sveriges

mest hållbara mejeri. Vi jobbar därför aktivt med hållbarhets- och klimatfrågor i hela företaget och i värdekedjan. Inom mejeriet har vi som mål att använda 100 % förnybar energi till 2025, år 2021 var andelen förnybar energi 98 %. Även alla Skånemejeriers transporter ska vara fossilfria till 2025 och år 2021 var denna siffra 96 %. Förpackningar är också en viktig fråga och Skånemejeriers målsättning är att alla förpackningar ska vara 100 % återvinningsbara och tillverkade av 100 % förnybar råvara till 2030. År 2021 var dessa andelar 96 % respektive 79 %. Skånemejerier har också skrivit på ett commitment letter för Science Based Targets och arbetar för att sätta klimatmål i enlighet med Paris-avtalet. En grundläggande kartläggning visar att råvarorna in till mejerierna står för 95 % av Skånemejeriers klimatpåverkan och är därför den allra viktigaste faktorn att arbeta med.

Att bli Sveriges mest hållbara mejeri är därför inget som vi på Skånemejerier klarar själva utan något som vi måste göra tillsammans med alla våra leverantörer.

Syftet med denna rapport är att sammanställa det arbete som Skånemejerier gjort för att mäta klimatpåverkan på gårdsnivå samt de övergripande resultaten från beräkningarna. I diskussionen lyfts ett urval av möjliga åtgärder för minskad klimatpåverkan på gårdsnivå. Rapporten hålls på en generell nivå och resultat eller åtgärder från enskilda gårdar diskuteras inte.



Metod

Skånemejeriers arbete med Klimatkollen

Under 2020 togs beslut att så många mjölkleverantörer som möjligt skulle redovisa sitt klimatavtryck. Skånemejerier beslöt att detta skulle göras med verktyget Klimatkollen. Klimatkollen är en modul i beräkningsverktyget Vera som har utvecklats av Jordbruksverket med stöd från EU. Vera kan även användas för att beräkna växtnäringsbalans, energibalans och annat kopplat till en gårds miljöpåverkan. Valet baserades på det faktum att Vera är ett svenskspråkigt verktyg som är framtaget för svenska förhållanden. Många rådgivare har utbildats för att kunna använda Vera och Klimatkollen så förankringen och kunskap om programmet inom näringen är god.

Arbetet med Klimatkollen gjordes under första halvåret 2021. Skånemejerier ordnade digitala introduktionsmöten och utbildningar för mjölkleverantörerna. Mjölkleverantörerna kunde själva genomföra beräkningarna eller ta hjälp av rådgivare. Efter att mjölkleverantörerna rapporterat in sina uppgifter sammanställdes resultaten och klimatavtrycket per kg mjölk beräknades.

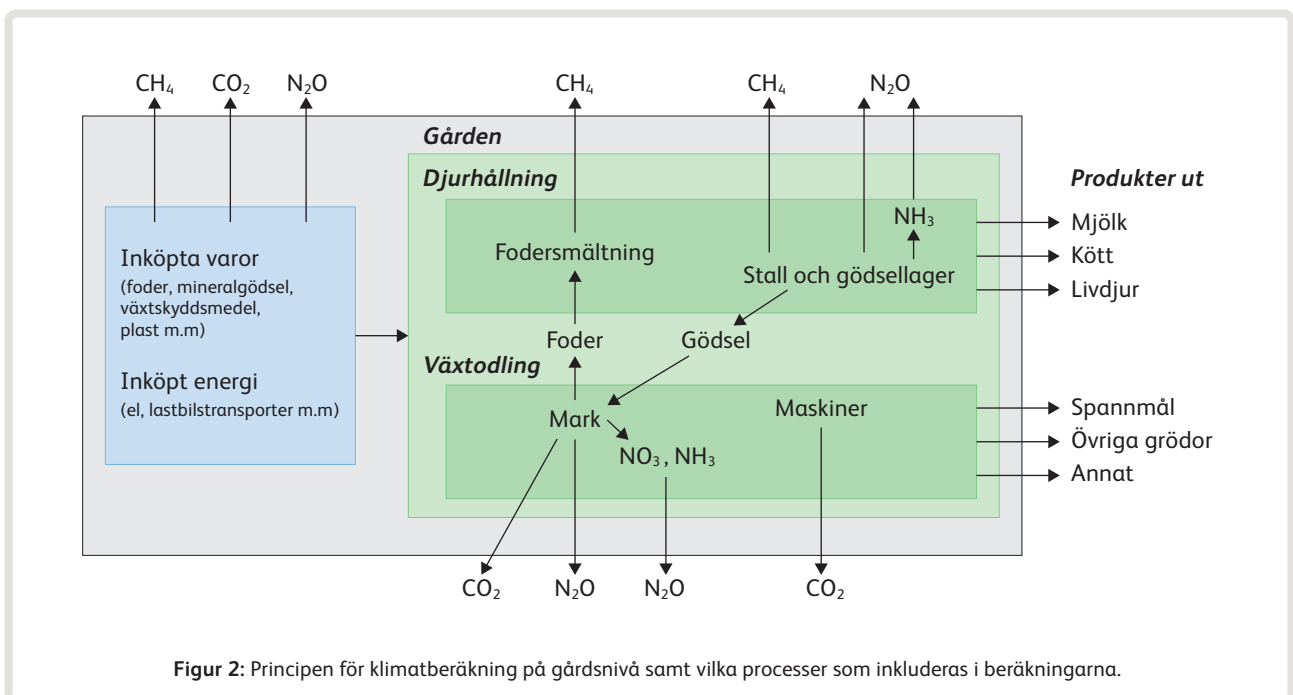
Resultatet av arbetet blev att det genomsnittliga klimatavtrycket per kg levererad, energikorrigerad mjölk är 1,0 kg CO₂-ekvivalenter. Detta är ett mycket

bra resultat och i september 2021 gick Skånemejerier ut med ett pressmeddelande för att kommunicera arbetet och resultatet brett. Meddelandet fick god respons i media och togs upp i ett flertal forum som fokuserar på livsmedel, jordbruk, klimat och miljö.

Hur görs beräkningarna i klimatkollen

Följande stycken beskriver teorin och beräkningarna bakom Klimatkollen för ökad förståelse av metoden samt bättre tolkning av resultaten. Vera har utvecklats för att användas som ett verktyg för lantbruksrådgivare. Hur programmet Vera används och hur indata till beräkningarna läggs in beskrivs av Kvarmo m.fl. (2021).

Klimatkollen har använts för att beräkna klimatpåverkan på gårdsnivå. För att beräkna klimatpåverkan för en gård tar man hänsyn till klimatpåverkan av alla insatsvaror på gården samt olika processer som sker på gården och som orsakar utsläpp av växthusgaser. Detta är bl.a. förbränning av fossila bränslen vid t.ex. traktorkörning men kan också vara biologiska processer som t.ex. metanbildning vid fodermältning eller lustgasbildning i gödslade marker. De växthusgaser som inkluderas är koldioxid, metan och lustgas. Processerna som tas med i beräkningarna i Klimatkollen illustreras i Figur 2.



Figur 2: Principen för klimatberäkning på gårdsnivå samt vilka processer som inkluderas i beräkningarna.

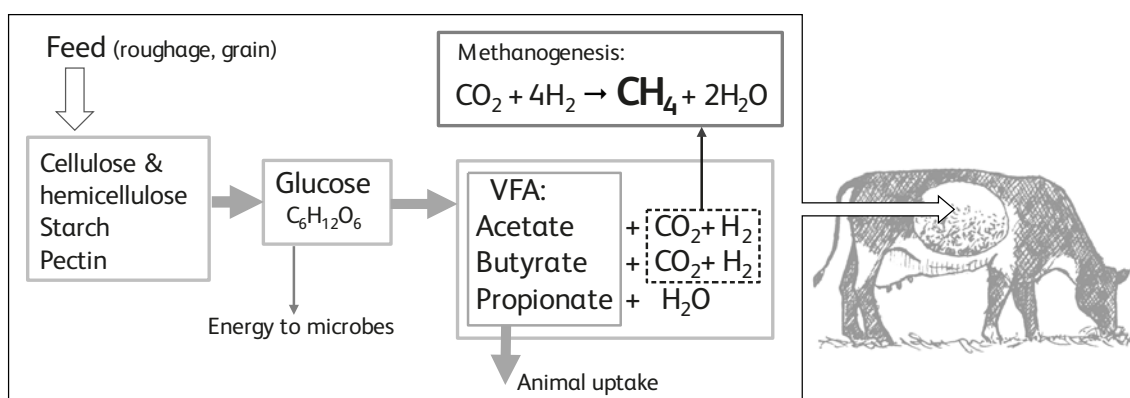
Indatahantering

Inköpta varor och inköpt energi (se Figur 2) måste läggas in för varje gård. För att klimatberäkningarna ska bli rättvisande måste lantbrukaren veta vad och hur mycket som användes på gården under det år som beräkningarna avser. Det kan vara stora skillnader i klimatpåverkan mellan likvärdiga produkter av olika fabriker. Detta är särskilt tydligt för mineralgödsel. Kvävegödsel som tillverkas med katalytisk kväverening (s.k. BAT-gödsel) genererar betydligt lägre utsläpp av lustgas vid tillverkningen än kvävegödsel som tillverkas utan katalytisk kväverening (Henriksson, 2014; Landquist m.fl., 2019). Enligt Klimatkollen använder 77 % av de konventionella gårdarna mer än 50 % BAT-gödsel och 64 % använder enbart BAT-gödsel. Även för foderblandningar kan man se skillnader i klimatavtryck mellan olika produkter vilket huvudsakligen beror på vad som ingår i blandningen. T.ex. Lantmännen som är en stor foderleverantör redovisar klimatavtryck för alla sina foderblandningar ([Produktkatalogen | Lantmännen Lantbruk & Maskin \(lantmannenlantbruk-maskin.se, 2022-01-14\)](#)). Emissionsfaktorer för vissa inköpta produkter och energi finns i Veras databas. Under Skånemejeriers arbete med Klimatkollen behövde denna data kompletteras med en del specifika produkter som många av mjölkgårdarna använder, t.ex. kalvnäring. En lathund med klimatavtryck för de viktigaste insatsvarorna sammanställdes för att förenkla arbetet för mjölkleverantörerna.

Modeller för att beräkna utsläpp av växthusgaser

För att beräkna utsläppen från aktiviteter på gården används olika modeller som finns inlagda i Vera. Metodiken för beräkningarna beskrivs av Berglund (2015). Metan och lustgas bildas vid hantering och lagring av stallgödsel och gödsel från kor på bete både direkt och indirekt från ammoniak. Lustgasavgången beräknas utifrån mängden kväve i träck och urin men varierar också beroende på gödselsystem (t.ex. flyt, fast och djupströ) samt hur gödseln lagras och täcks. Metan beräknas utifrån mängden organiskt material i gödseln. Även metanbildningen beror på gödselsystem och lagringsteknik där syrefria miljöer gynnar metanbildningen (Berglund, 2015).

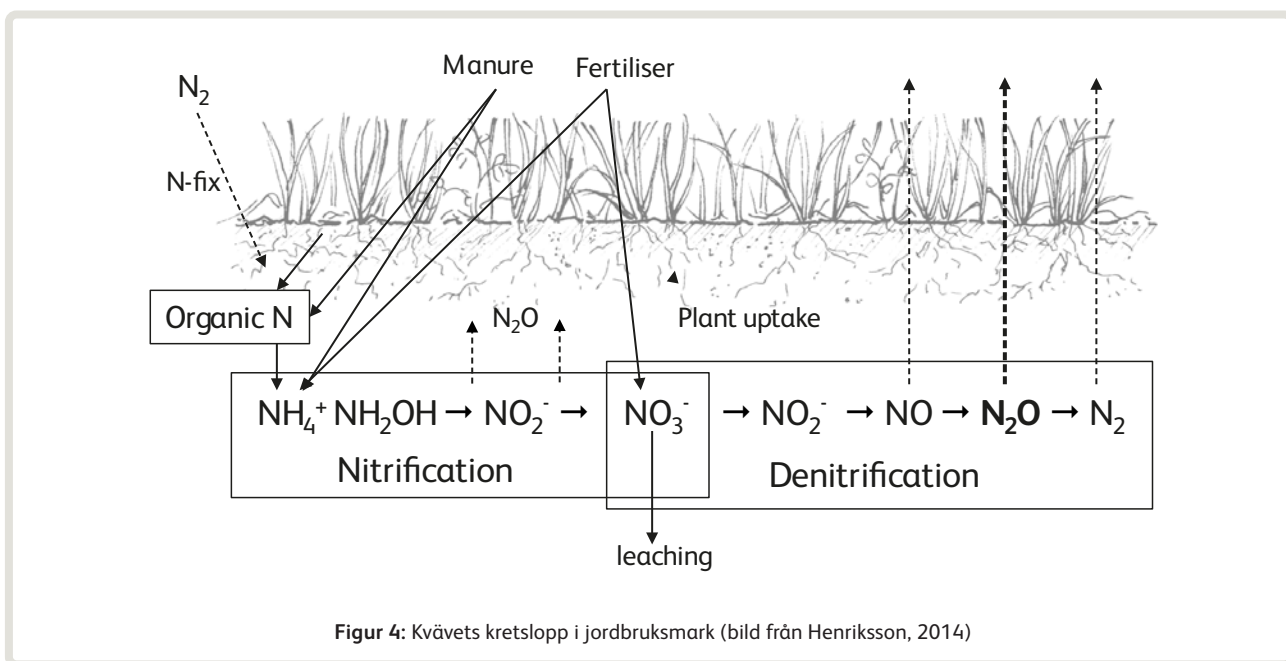
Metan bildas som en effekt av kornas möjlighet att omsätta foder med högt fiberinnehåll så som gräs. Principen för metanbildning i vommen visas i Figur 3. Metanavgång från nötkreaturens fodermältning beräknas enligt Bertilsson (2016) vilket är samma metod som i den nationella klimatrapporteringen. Denna metod tar hänsyn till djurens energibehov baserat på vikt, tillväxt och mjölkproduktion samt fodrets sammansättning och eventuell överutfodring. Alla dessa parametrar behöver därför läggas in i Klimatkollen. Det finns olika modeller för att beräkna metanavgång från nötkreatur vilket bl.a. har sammanställts av Cederberg och Berglund (2009). Det som huvudsakligen skiljer de olika metoderna från varandra är om ökningen av metanbildning relativt ökad avkastning är linjär eller inte (Cederberg och Berglund, 2009). I dagsläget kan beräkningarna i Klimatkollen inte ta hänsyn till effekten av metanreducerande fodertilskott som t.ex. DSM:s nya produkt Bovear (3-NOP) eller alger.



Figur 3: Principen för metanbildning från nötkreaturens matsmältning (bild från Henriksson, 2014)

Lustgas från mark ger ett stort bidrag till jordbrukets klimatpåverkan. Lustgas bildas från kvävet i de gödselmedel som används samt kväve som finns i skörderester och marken. Principen för bildning av lustgas i mark visas i Figur 4. Lustgasemissionerna beräknas som en funktion av mängden tillfört kväve från mineralgödsel, stallgödsel, gödsel från kor på bete, skörderester samt som bakgrundsemission från mulljordar och betesmarker (Berglund, 2015). Att beräkna lustgasutsläpp

från mark är förknippat med stora osäkerheter och ett flertal parametrar spelar in. Wang m.fl. (2021) delar in påverkansfaktorerna i tre olika kategorier, miljöfaktorer så som markens textur och fuktighet, managementfaktorer så som gödslingsteknik och markbearbetning och faktorer kopplat till mätosäkerheter. Klimatkollent tar med direkta lustgasutsläpp och indirekta lustgasutsläpp från ammoniakläckage. Lustgasutsläppen beräknas enligt IPCC:s metod (IPCC, 2006).



Figur 4: Kvävetts kretslopp i jordbruksmark (bild från Henriksson, 2014)

Organogena jordar eller mulljordar är jord med högt innehåll av organiskt material. Organogen jordbruksmark har skapats när torvmarker och sjöar har dikats ut för att utöka jordbruksarealen. Dessa marker släpper kontinuerligt ifrån sig betydande mängder koldioxid samt lustgas. Koldioxiden har lagrats in i marken under mycket lång tid och ger därför ett nettobidrag till klimatpåverkan (Markensten m.fl., 2018). I Klimatkollen beräknas utsläppen från organogena jordar utifrån arealen samt vilken gröda som odlas och grödans liggtid. Utöver detta antas en bakgrundsemission på 12,8 kg N_2O /ha och år som är oberoende av hur marken används (Berglund, 2015).

Omvandling av emissioner till klimatavtryck

Växthusgaserna, koldioxid, metan och lustgas, räknas om till koldioxidekvivalenter enligt omvandlingsfaktorer i Tabell 1. Omvandlingsfaktorerna baseras på IPCC (2014). Exempelvis motsvarar utsläpp av 1 kg metan

28 kg koldioxidekvivalenter. Biogen koldioxid räknas inte in i klimatavtrycket. För metan görs ingen skillnad på om ursprunget är biogent eller fossilt.

Växthusgas	Omvandlingsfaktor (GWP100)
Koldioxid (CO ₂)	1
Metan (CH ₄)	28
Lustgas (N ₂ O)	265

Tabell 1: Omvandlingsfaktorer som används för att räkna om utsläppen till koldioxidekvivalenter (CO₂-ekv.)

Resultatredovisning i Klimatkollen

Klimatkollen ger resultaten på gårdsnivå. De olika emissionerna räknas ihop och redovisas under rubrikerna i Tabell 2:

Kategori	Förklaring	Huvudsakliga växthusgaser
Energi, produktion av inköpt energi	Utsläpp vid produktion av inköpt el och värme samt utsläpp som orsakas av t.ex. dieselförbränning vid inhyrda tjänster eller köpta transporter. Produktion av diesel och bibränslen som används på gården.	CO ₂
Energi, utsläpp från motorer/pannor på gården	Utsläpp som uppstår på gården vid t.ex. dieselanvändning i maskiner, förbränning av fossila bränslen i t.ex. värmepannor och generatorer. Förbränning av bibränsle och biodrivmedel ger inga nettoutsläpp av CO ₂ på gården.	CO ₂
Mineralgödsel	Utsläpp som uppstår vid produktion av den mineralgödsel som köps in till gården.	CO ₂ och N ₂ O
Inköpt foder	Utsläpp från produktion av foder som köps in till gården.	CO ₂ , N ₂ O (CH ₄)
Övriga insatsmedel	Utsläpp från produktion av övriga insatsmedel som behövs på gården. Växtskyddsmedel, plast, strömedel, livdjur m.m.	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄
Lustgas från mark till atmosfär	Direkta lustgasutsläpp från mark, beräknade enligt metod ovan. Både mineral- och naturgödsel bidrar till utsläpp av lustgas.	N ₂ O
Lustgas från ammoniak och nitratförluster	Indirekta lustgasutsläpp som bildas vid näringsläckage, beräknade enligt metod ovan.	N ₂ O
Förändrat kolförråd i mark	Koldioxid som släpps ut vid brukande av organogena jordar. Kol som legat lagrad i mark räknas som ett nettotillskott av CO ₂ till atmosfären. I dagsläget tar Klimatkollen inte hänsyn till eventuell inlagring av kol i mark.	CO ₂
Fodersmältning	Metan som bildas i vommen vid kornas fodersmältning, beräknas enligt metod ovan.	CH ₄
Lager och Stall	Emissioner av metan och lustgas som bildas i stall och vid lagring av gödsel. Beror på typ av stall samt gödsel-lager.	CH ₄ , N ₂ O

Tabell 2: Resultatrubriker från Klimatkollen

Allokering av klimatpåverkan

För att fördela gårdens klimatavtryck på de olika produkterna som gården producerar görs en så kallad allokering. Den finns en allokeringfunktion i Klimatkollen men då beräkningarna för Skånemejerier gjordes så användes inte denna. Istället gjordes allokeringen i en separat beräkningsfil. Principen för allokeringen i Klimatkollen liknar den som användes av Skånemejerier men detaljeringsgraden är högre då olika insatsmedel och grödor direkt kopplas till olika djurslag på gården. Detta gör att Klimatkollens metod har större möjlighet att vara exakt men den är mer tidskrävande och det extra arbetet och databehovet innebär också en större risk för fel vilket motiverar Skånemejeriers val av allokeringmetod.

Första steget är att separera klimatpåverkan från växtodling och animalieproduktion. Klimatpåverkan från avsalugrödor drogs bort från gårdens totala klimatavtryck baserat på schablonvärden. Klimatavtrycket för mjölk baserades på den totala produktionen av mjölk, även det som används på gården eller levereras till ett annat mejeri. Mängden energikorrigerad mjölk beräk-

nades utifrån den fett- och proteinhalt som mätts upp på mejerierna vid leverans. Denna data hämtades internt från Skånemejeriers system. Klimatavtrycket från mjölken beräknades från klimatavtrycket för gårdens animalieproduktion baserat på rekommendationen från IDF (IDF, 2015) (ekvation 1). Allokeringsfaktorn för mjölk baseras på ett s.k. biofysikaliskt samband mellan mjölk och kött som tar hänsyn till mängden energi korna behöver för tillväxt och laktation och som har beskrivits av Thoma m.fl. (2013). Förhållandet mellan kött och mjölk beskrivs av en så kallad Beef-to-Milk Ratio (BMR). BMR beräknas enligt ekvation 2.

AFmjölk : Allokeringsfaktor mjölk

BMR : Beef to Milk Ratio

$AFmjölk = 1 - 6,04 \cdot BMR$

(ekvation 1)

Mslaktdjur : Total levandevikt slaktdjur i kg. Motsvarar slaktad vikt * 2

Mlivdjur : Total levandevikt livdjur i kg

Mkadaver : Total vikt kadaver i kg

MECM : Total vikt ECM i kg

$BMR = (Mslaktdjur + Mlivdjur + Mkadaver) / MECM$ (ekvation 2)



Resultat

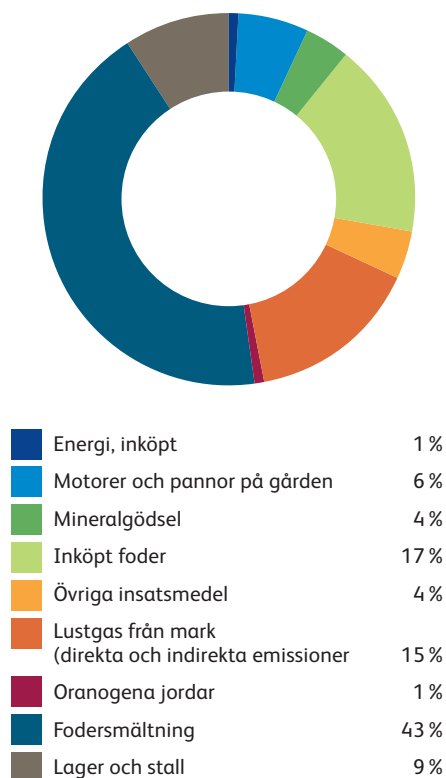
Resultatsammanställning från Klimatkollen 2021

Det genomsnittliga klimatavtrycket för mjölken som levereras till Skånemejerier är 1 kg CO₂-ekv per kilo energikorrigerad mjölk (ECM). Detta värde tar hänsyn till klimatavtrycket på alla gårdar samt hur mycket mjölk som varje gård levererar. Klimatavtrycket på konventionella gårdar är i genomsnitt 0,99 kg CO₂-ekv/kg ECM vilket är något lägre än på ekologiska gårdar (1,01 kg CO₂-ekv/kg ECM). Att konventionella gårdar får något lägre klimatpåverkan beror till stor del på högre produktivitet. Spridningen mellan gårdarna är större än skillnaden mellan medelvärdena och man kan därför inte dra slutsatsen att ekologisk mjölk alltid är sämre ur klimatsynpunkt än konventionell mjölk även om den ofta är det. Detta är i linje med tidigare publicerad forskning t.ex. Rööf m.fl. (2013). Lägre klimatpåverkan är dock inte ett argument för att välja ekologisk mjölk.

Fördelningen av växthusgasutsläpp på gårdsnivå för alla Skånemejeriers leverantörer, ekologiska och konventionella, 2020 visas i Figur 5. Det är skillnader mellan olika gårdar men mönstret i den totala fördelningen är representativ för en stor del av leverantörerna. Dock utgår posten mineralgödsel på ekologiska gårdar.



Fördelning av växthusgasutsläpp hos Skånemejeriers leverantörer



Figur 5: Fördelningen av växthusgasutsläpp på gårdsnivå hos Skånemejeriers samtliga leverantörer.

Det enskilt största bidraget till gårdarnas klimatavtryck är metan från djurens fodermältning. Metan bildas när djuren idisslar och kommer därför alltid att finnas med som ett bidrag till klimatpåverkan på gårdar med kor och andra idisslare.

Inköpt foder är en viktig faktor på många mjölk-gårdar. Mjölkkor förbrukar mycket energi och behöver välbalanserat näringsintag för att både vara högproducerande och må bra vilket innebär att mjölkkor äter förhållandevis mycket foderkoncentrat jämfört med andra nötkreatur. Klimatpåverkan för inköpt foder beror på mängden foder som köps in samt det inköpta fodrets klimatpåverkan, exempelvis har biprodukter som rapskaka lägre klimatpåverkan än sojamjöl, i synnerhet om markanvändningsförändringar inkluderas. Lustgas från mark samt produktion av mineralgödsel orsakas av gårdens egen växtodling. Då Klimatkollen redovisar utsläpp på gårdsnivå inkluderas både egen foderproduktion samt odling av eventuella avsalugrödor.

Användning av drivmedel i gårdens maskiner och fordon står för större del av gårdarnas klimatpåverkan än elanvändningen vilken ger ett mycket litet bidrag. Drivmedel är dock viktigt att arbeta vidare med då dessa utsläpp enbart består av fossil koldioxid.

Organogena jordar utgör en mycket liten del av Skånemejeriers utsläpp vilket skiljer sig från den nationella statistiken. Dock är skillnaderna mellan gårdar mycket stora, de flesta gårdar har inga utsläpp i denna kategori men vissa gårdar har mer än 20 % av sina utsläpp i denna kategori.

Nyckeltal och trender

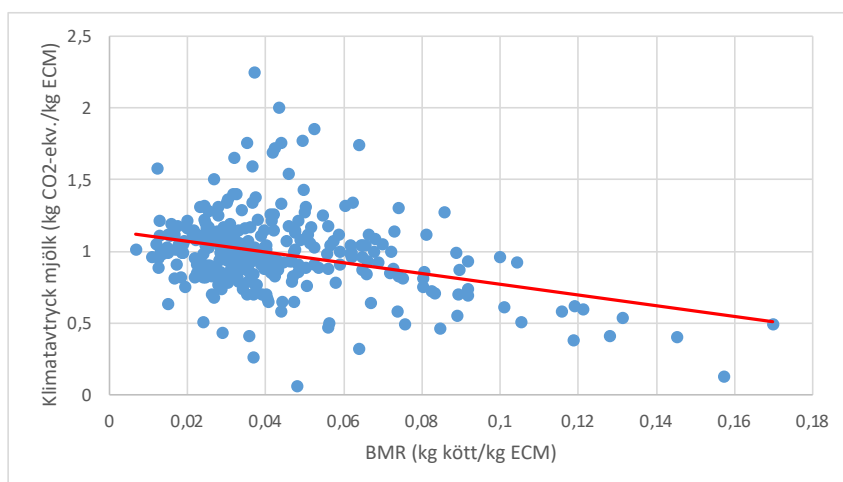
Förutom en sammanställning av klimatpåverkan på gårdsnivå ger Klimatkollen ett flertal nyckeltal som ger en ökad förståelse för resultaten samt för hur olika åtgärder kan tas fram för att minska klimatpåverkan på gårdsnivå.

Produkter ut:

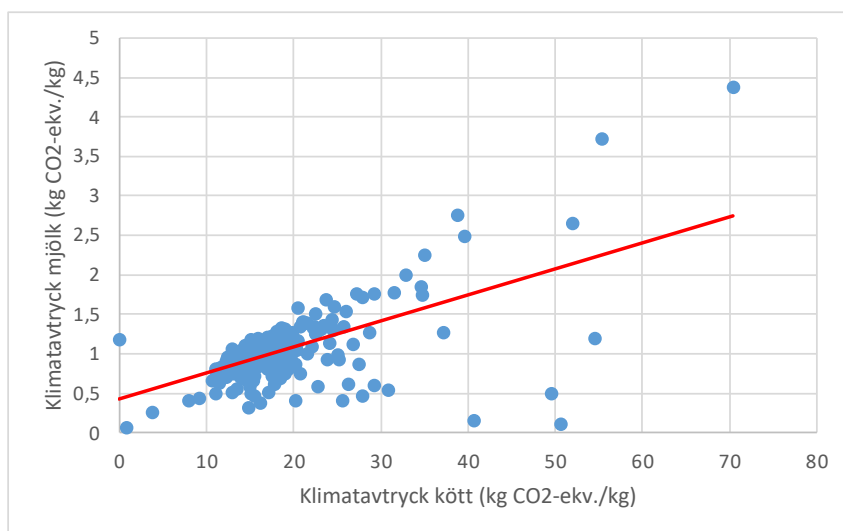
Då klimatpåverkan för mjölk delvis beror på allokeringen av gårdens klimatavtryck mellan de olika produkterna gjordes en analys av hur klimatavtrycket påverkas av förhållandet mellan producerat kött och mjölk på de olika gårdarna. Man kan se ett tydligt samband mellan hög andel kött och lågt klimatavtryck (Figur 6).

Skillnaderna i klimatavtryck mellan gårdar som har mycket djur för köttproduktion (köttrasdjur och/eller tjurar av mjölkkras) och gårdar som enbart har mjölkkor och kvigor är mycket små.

För att undersöka om det bara är mängden djur ut per kg mjölk som är avgörande för klimatavtrycket gjordes samma analys av förhållandet mellan klimatavtrycket för mjölk och klimatavtrycket för kött vilket visas i Figur 7. Man kan tydligt se att gårdar som har lågt klimatavtryck på mjölk även har ett lågt klimatavtryck på köttet vilket tyder på bra klimatprestanda på dessa gårdar och inte bara är en effekt av allokeringen.



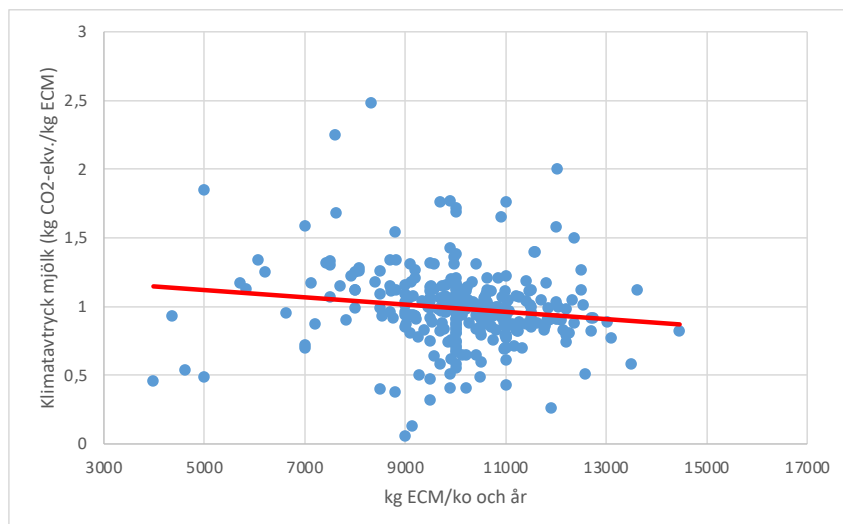
Figur 6: Förhållande mellan klimatavtrycket på mjölk och Beef-to-Milk Ratio (BMR) BMR



Figur 7: Förhållandet mellan klimatavtrycket för mjölk och kött på gårdarna

Produktivitet

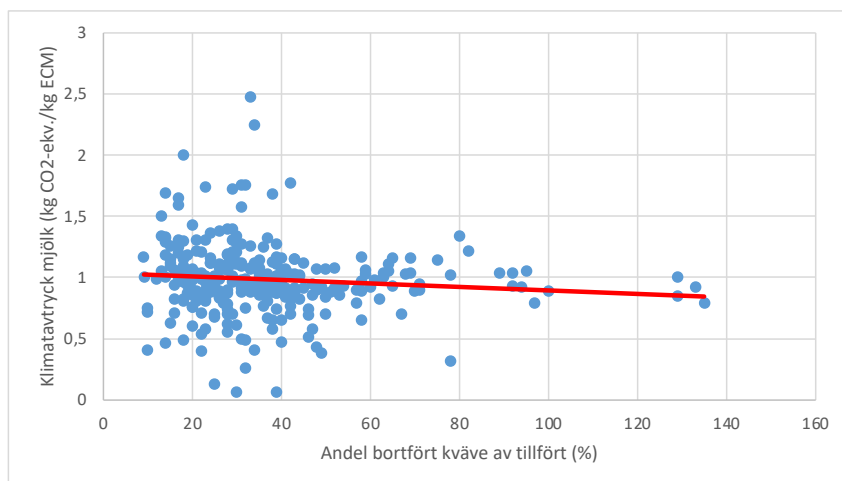
Man kan se ett tydligt samband mellan produktiviteten uttryckt som mängd mjölk per ko och år, och minskat klimatavtryck. Spridningen i produktivitet är dock relativt liten då majoriteten av gårdarna producerar mellan 9000–11000 kg ECM/ko och år vilket räknas som högavkastande.



Figur 8: Samband mellan klimatavtryck och produktivitet.

Kväveeffektivitet

En av de viktigaste utsläppskällorna inom jordbruket är lustgas från mark. Den viktigaste orsaken till lustgasbildning är kvävetillförsel (se metodavsnittet). Hög kväveeffektivitet gör att mindre mängd kväve behöver köpas in till gården samt att mindre mängd av kvävet avgår som lustgas (direkt eller indirekt). Att ha god tillgång på kväve är viktigt för höga skördar vilket ofta sänker klimatavtrycket per kilo produkt. För att minska lustgasemissionerna är det viktigt att en så stor andel av det tillförda kvävet som möjligt bortförs åkern i form av produkter och inte som utlakat kväve. Analysen visar att det finns ett samband mellan kväveeffektivitet och klimatavtryck. Kvävegödslingen beror på både plats och odlad gröda vilket man måste ta i beaktande när man analyserar detta nyckeltal.

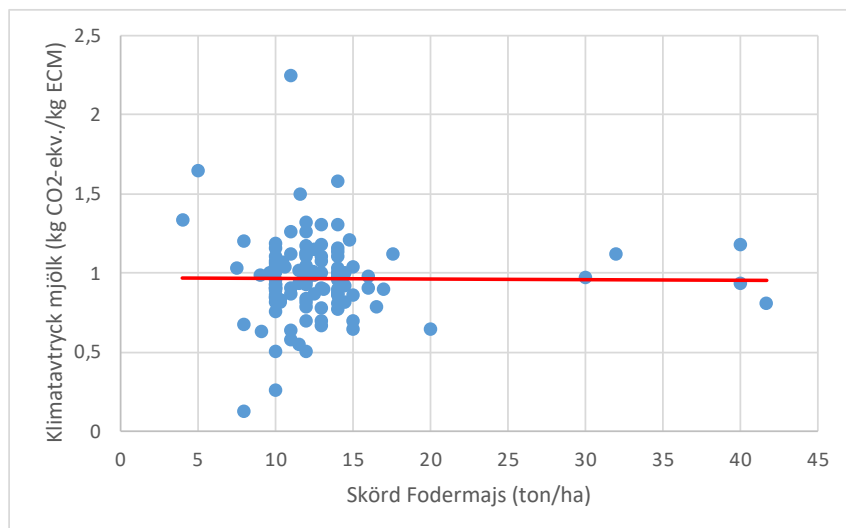
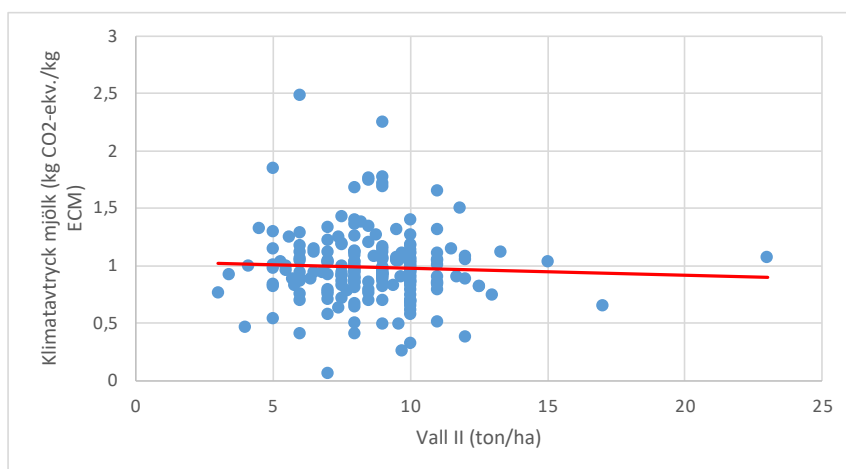
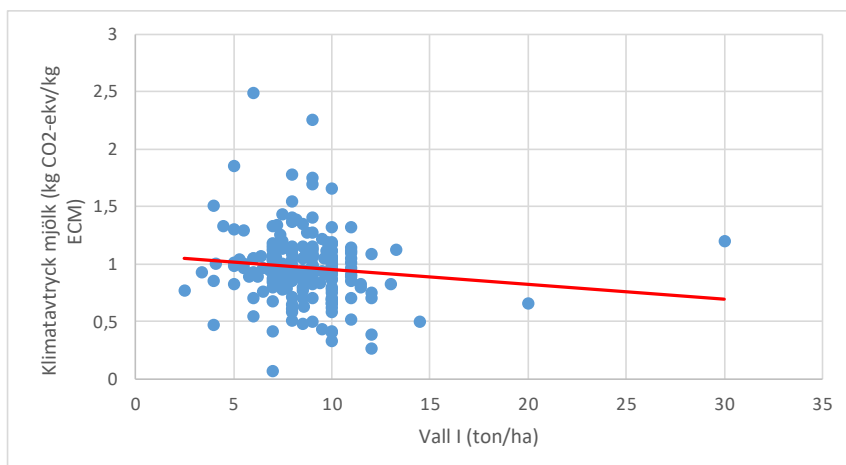


Figur 9: Sambandet mellan kväveeffektivitet och klimatavtryck



Produktivitet växtodling

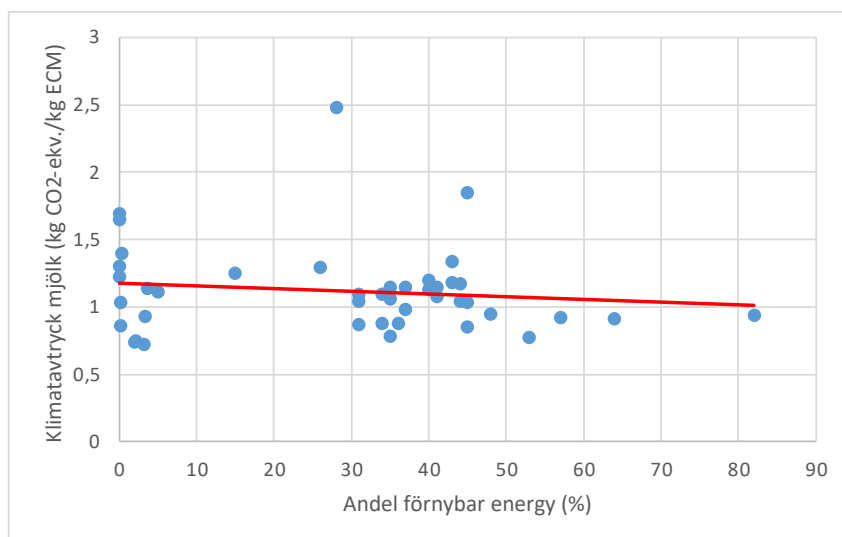
Eftersom en stor del av mjölk-kornas foder odlas på gården spelar även växtodlingen roll för mjölkens klimatavtryck. För vall (I och II) kan man se ett tydligt samband mellan hög produktivitet per hektar och lågt klimatavtryck. För fodermajs kan man inte se något samband mellan produktivitet och klimatavtryck. Det är oklart varför sambanden inte är lika tydliga för alla grödor. Dock måste man notera att jämförelsen görs med klimatavtryck på mjölk och inte med klimatavtrycket för den enskilda grödan. Hektarskörden måste också ställas i relation till kväveanvändningen per kilo skördad gröda, kväve är nödvändigt för höga skördar men alltför höga kväveöverskott bör undvikas. Fodermajs kräver mindre kväve och ger högre hektarskördar än vall. Majs odlas också på mindre arealer och av färre lantbrukare än vall vilket kan förklara varför påverkan på klimatavtrycket blir mindre.



Figur 10 (a, b, c): Samband mellan klimatavtryck och produktivitet i växtodlingen för vall I, vall II och fodermajs.

Energi

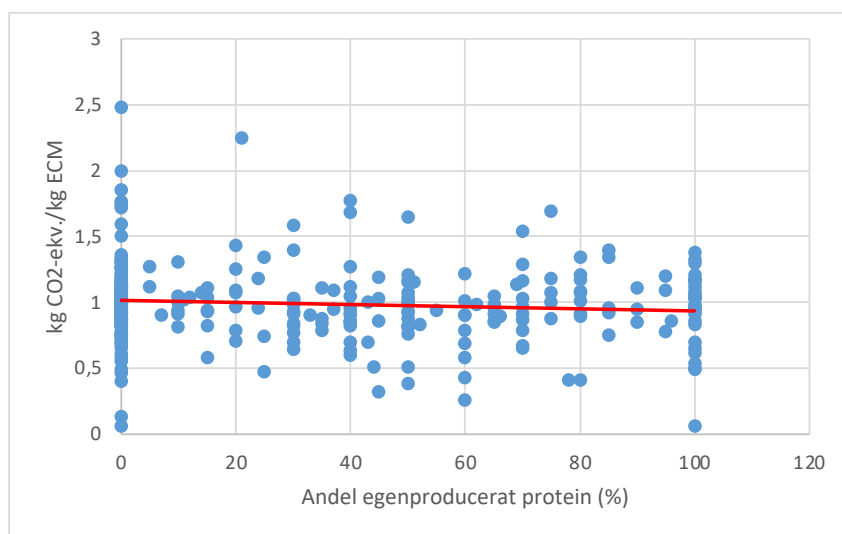
Energianvändningen står för en relativt liten del av mjölkgårdarnas klimatavtryck. På ekologiska gårdar kan man se ett tydligt samband mellan klimatavtryck och andel förnybar energi på gården vilket *visas i Figur 11. Ekogårdar har krav att använda 100 % förnybar el. Hög andel förnybar energi beror då på hög andel el samt hög andel inblandade förnybara drivmedel. Konventionella gårdar har inte samma krav att använda förnybar el och därför är spridningen mellan gårdarna större och sambandet inte lika tydligt.



Figur 11: Samband mellan klimatavtrycket och andel förnybar energi på ekologiska gårdar

Foder

Inköpt foder är en stor del av gårdarnas klimatpåverkan. Man kan dock inte se något samband mellan mjölkens och det inköpta fodrets klimatpåverkan. Klimatkollen ger ingen ytterligare information om hur stor del av fodret som är inköpt och hur stor del av fodret som produceras på gården. Information om andelen egenproducerat och inköpt grov- och proteinfoder ges i den hållbarhetsrapportering som bönderna gör varje kvartal. I Figur 12 illustreras sambandet mellan andelen egenproducerat proteinfoder och klimatavtryck. Observerat att klimatavtrycket avser år 2020 men andelen egenproducerat proteinfoder avser år 2021. Skillnaderna mellan åren antas vara försumbara och vi kan hävda att det inte finns något tydligt samband mellan andelen egenproducerat proteinfoder och klimatavtryck.



Figur 12: Sambandet mellan klimatavtryck och andelen egenproducerat proteinfoder.

Diskussion

I resultaten från Klimatkollen såg vi en tydlig koppling mellan lågt klimatavtryck och stor mängd sålt kött i förhållande till mjölk (se Figur 6). Det finns olika metoder för att allokera klimatpåverkan mellan mjölk och kött. Valet av allokeringmetod kan ha stor påverkan på hur stort klimatavtrycket för mjölk blir vilket har studerats av bl.a. Flysjö m.fl. (2011). Enligt Flysjö m.fl. (2011) varierade klimatavtrycket för 1 kg ECM mellan 0,73 kg CO₂-ekv. och 1,16 kg CO₂-ekv beroende på vilken allokeringmetod som användes. Lågst klimatpåverkan fick man med systemexpansion då kött från mjölk-korna antas ersätta kött från system med enbart köttproduktion och högst klimatpåverkan då ingen allokering gjordes vilket tidigare var rekommendationen i PCR för mjölk. Andra allokeringmetoder som studerades var ekonomisk allokering, mass-allokering och allokering utifrån proteininnehåll samt den biofysikaliska allokeringmetod som föreslås av International Dairy Federation (IDF). Den allokeringmetod som användes för att beräkna klimatavtrycket för Skånemejeriers leverantörer baseras på den metod som tagits fram av IDF (IDF, 2015). Denna metod är välbeprövad men har också kritiserats av bl. a. Nemecek och Thoma (2020) för att underestimera mjölkens klimatpåverkan i förhållande till kött då mängden kött överstiger 3 % av mjölmängden.

Skillnaden i klimatavtryck på mjölk som produceras av gårdar som enbart har mjölkkor och kvigor och gårdar som även föder upp djur för köttproduktion var enligt resultaten från Klimakollen mycket liten. Mjölk från gårdar som även har kötttrasdjur har något lägre klimatpåverkan än gårdar med enbart mjölktrasdjur. Vad detta beror på kan inte direkt utläsas från Klimatkollen men en förklaring kan vara kötttrasdjurens snabbare tillväxt än mjölktrasdjurens. Detta kan motivera inseminering med köttträs om avkomman inte förväntas användas för rekrytering till mjölkbesättningen.

Rekryteringstakten kan ha en påverkan på klimatavtrycket. Enligt Henriksson (2014) gav en rekryteringstakt på 42 % (0,98 kvigor/ko) ett klimatavtryck som är i genomsnitt 2 % högre än för en rekryteringstakt på 38 % (0,89 kvigor/ko). En lägre rekryteringstakt ger lägre utsläpp p.g.a. färre djur som inte bidrar till mjölkproduktionen. För Skånemejeriers leverantörer kunde vi mot förväntan inte se något samband mellan klimatavtrycket och antal kvigor/ko. I Klimatkollen kan inte utläsas om alla kvigor verkligen kommer att användas till rekrytering eller om några kvigor kommer att säljas som livdjur eller till slakt då gårdens rekryteringsbehov har tillgodosetts. En lång produktiv livslängd för mjölk-korna är positivt för lågt klimatavtryck. Detta eftersom tiden de inte bidrar till mjölkproduktionen relativt sett blir kortare. Låg inkalvningsålder lyfts ofta som en viktig parameter för lågt klimatavtryck men äldre kor har ofta bättre mjölkavkastning än yngre (Framtidens

Jordbruk, 2021). En alltför låg inkalvningsålder kan också vara problematiskt ur ett djurvälståndsperspektiv.

Även tidigare gjorda studier har noterat sambandet mellan hög mjölkavkastning och lågt klimatavtryck men också att minskningen av klimatavtrycket blir mindre om ökningen görs från en redan hög nivå än en lägre nivå (Henriksson, 2014). Sambandet mellan hög produktivitet och lågt klimatavtryck är inte så tydligt att enbart ökad avkastning självklart ger lägre klimatavtryck. Det är viktigt att man även tar hänsyn till de extra insatsvaror, framförallt foder som krävs för att öka produktiviteten samt att den ökade produktiviteten inte påverkar kornas välmående genom t.ex. minskad fertilitet, förlamning, sjukdomar m.m. (Henriksson, 2014).



Fodereffektiviteten har en stark koppling till emissionerna av metan från fodersmältningen. Fodereffektivitet kan vara svårt att mäta på ett bra sätt då enbart intagen mängd foder som TS per kg ECM inte ger hela bilden. Metanbildningen kan ses som en form av energiförlust då 2–12 % av fodrets totala energiinnehåll har beräknats gå förlorat som metan (Brito och Silva, 2020; Guinguina m.fl., 2020; Thompson and Rowntree, 2020). Kor som äter mycket gräs och annat cellulosa-rikt foder har något högre metanproduktion än kor som äter större andel stärkelse-rikt foder som t.ex. majs då detta har högre smältbarhet (Thompson and Rowntree, 2020). Minskningen av metanproduktionen genom mer majs och spannmål i fodret måste ställas i relation till de fördelar som vall kan bidra med i en växtföljd och eventuella möjligheter för kolinlagring



(Cederberg m.fl., 2012). Vall kan odlas på marker som inte är lämpliga för odling av grödor som t.ex. majs och spannmål vilket är viktigt att ta hänsyn till och som motiverar kornas position i livsmedelssystemet. Bra management kan minska metanbildningen även från kor som huvudsakligen äter gräsbaserat foder (Thompson och Rowntree, 2020). Flera studier så t.ex. Gerber m.fl. (2013) och Hristov m.fl. (2013a, b) har sammanfattat olika åtgärder som kan minska utsläppen av metan från idisslare. Dessa åtgärder kan handla om att höja kvaliteten på grovfoder, bättre balanserad foderstat och betesplanering (Hristov m.fl., 2013a) men det kan också vara åtgärder kopplade till avel för ökad fodereffektivitet (Hristov m.fl., 2013b). Ökad mängd fett i fodret kan minska metanbildningen och på längre sikt kan metanreducerande fodertillskott så som alger, Bovear (3-NOP) eller annat vara ett alternativ för att minska metanutsläppen. Dock saknas det fortfarande kunskap om de långsiktiga hälsoeffekterna vid användning av dessa (Dillon m.fl., 2021). I Klimatkollen finns ingen möjlighet att se fodereffektivitet som ett nyckeltal vilket hade varit önskvärt att följa upp då det har en direkt påverkan på metanproduktionen från korna och därför är avgörande för klimatavtrycket på mjölk.

Foder påverkar inte bara metanbildningen utan produktion av inköpt foder står i genomsnitt för 17 % av gårdarnas klimatpåverkan. Dessutom går en stor del av produkterna från gårdarnas växtodling till foder. Mjölkkor behöver mycket energi och näring för att producera mjölk av god kvalitet och är de nötkreatur som äter mest koncentrat och foderblandningar. I resultaten från Klimatkollen ser man dock ingen skillnad på om det inköpta fodret är grovfoder eller koncentrat. En gård som har lågt klimatavtryck på inköpt foder men där detta utgör en stor del av gårdens klimatavtryck köper troligtvis in mycket grovfoder medan gårdar med högre klimatavtryck på det inköpta fodret troligtvis köper in en större andel koncentrat

och/eller proteinfoder. Varje enskild gård bör se över sina foderstrategier och välja foder med så lågt klimatavtryck som möjligt inom respektive foderkategori utan att kompromissa med foderkvaliteten.

I statistiken som Skånemejerier samlar in från bönderna kan vi se hur stor andel egenproducerat och närproducerat foder som används på gårdarna men inget om fodrets kvalitet. Enligt resultaten från Klimatkollen och Skånemejeriers egen statistik är ökad användning av egenproducerat proteinfoder inte en åtgärd med direkt påverkan på klimatavtrycket (se Bild 12). Grovfoder av bra kvalitet kan göra att mängden proteinfoder och foderkoncentrat kan minskas med bibehållen produktivitet vilket är positivt ur klimatsynpunkt (Framtidens Jordbruk, 2021). Gerber m.fl. (2013) identifierade också foderkoncentrat som ett sätt att minska metanbildningen från fodersmältningen.

Soja är ett relativt billigt proteinfoder med hög kvalitet men soja är problematiskt ur klimatsynpunkt, framförallt p.g.a. markanvändningsförändringar och avskogning kopplad till produktionen. Användningen av soja på mjölkgårdar bör därför minimeras (Landquist m.fl., 2019). Rapsmjöl har i studier visat sig vara ett bättre och med hållbart proteinfoder än soja, däremot kan inhemska proteingrödor som ärtor och åkerböna inte på egen hand ersätta soja (Huhtanen m.fl., 2019). Produktionen begränsas bl.a. av kapaciteten för odling av baljväxter som åkerböna och ärtor (Framtidens Lantbruk, 2021). I resultaten från Klimatkollen kunde vi inte se något tydligt samband mellan hög andel egenproducerat proteinfoder och klimatavtryck. Många av bönderna använder rapsbaserade proteinfoder, andra biprodukter som agrodrank eller färdiga foderblandningar som innehåller dessa produkter och därför har väl så lågt klimatavtryck som egenproducerade foder vilket kan vara bidragande till att vi inte ser något samband. När utvecklingen inom baljväxtodling i Sverige kommit längre är det möjligt att sambandet blir tydligare.



Även om protein är en viktig komponent i mjölkornas foder innebär en överutfodring med protein inte nödvändigtvis en mer effektiv omsättning av foderprotein till mjölkprotein. Studier har visat att en viss minskning i den totala mängden protein i fodret kan ha en positiv påverkan på proteinhalten i mjölken samt minska förlusterna av kväve i urin och gödsel. Dock kan tillskott av rena aminosyror vara nödvändigt för att optimera produktiviteten även vid lägre andel protein i fodret (Broderick, 2018; Framtidens Jordbruk, 2021). Även kväveeffektiviteten kan vara ett viktigt mått att följa upp för minskat klimatavtryck. En annan parameter som kan ha stor påverkan på klimatavtrycket är foderspill. Metoder för att mäta och undvika foderspill kan därför vara relativt enkla åtgärder som både minskar klimatavtrycket och onödiga kostnader för bönderna (Landquist m.fl., 2019). Hur stor del av fodret som går till spillo kan inte utläsas från Klimatkollen utan behöver följas upp separat.

Foderfrågan är komplex och vid utveckling av åtgärdsförslag för minskad klimatpåverkan är det viktigt att ha ett helhetsperspektiv för att undvika suboptimering.

Lustgas från mark står för ca 15 % av det samlade klimatavtrycket från gårdarna. Lustgas är en viktig växthusgas i jordbruket men det finns stora osäkerheter i mätningen och modelleringen av lustgasutsläpp. En detaljerad sammanställning av faktorer som påverkar lustgasbildning i jordbruksmark samt hur dessa avspeglas i olika beräkningsmodeller har gjorts av Wang m. fl. (2021). För att kvantifiera olika aktiviteters påverkan på lustgasutsläpp krävs detaljerad information om de faktiska odlingsförhållandena på varje enskild gård (Landquist m.fl., 2019). Faktorer som har visat sig påverka lustgasutsläpp är kvävetillförsel, nedbrukning av skörderester, jordbearbetning och markens fuktighet (Henriksson m.fl., 2015).

Alla gårdar som levererar mjölk till Skånemejerier är certifierade enligt ISO 9001. För att godkännas måste leverantörerna ha gjort en markkartering och en växt-näringsbalans vilket är viktiga verktyg för att optimera kväveanvändningen på gården. För att ytterligare kunna anpassa gödslingen finns möjlighet att använda teknik för att mäta en viss grödas aktuella behov av kväve (Landquist m.fl., 2019) En åtgärd som ofta lyfts är att dela kvävegivan så att växten lättare kan ta upp kvävet samt att effekter av t.ex. kraftigt regn direkt efter gödsling minskar (Wang m.fl., 2021).

Att använda mineralgödsel som produceras med katalytisk kväverening s.k. BAT-gödsel lyfts ofta fram som en viktig parameter för att minska klimatpåverkan från jordbruket (Landquist m.fl., 2019). För Skånemejeriers leverantörer syns inte något tydligt samband mellan användningen av BAT-gödsel och klimatavtryck för mjölken. Detta kan bero på att den största delen av bönderna sedan länge använder stor andel BAT-gödsel och att detta är en ännu viktigare åtgärd på rena växtodlingsgårdar då mineralgödsel står för en procentuellt större del av klimatpåverkan än på mjölkgårdar som har egen stallgödsel.

Ungefär 6 % av gårdarnas utsläpp kommer från förbränning i motorer och pannor på gården. Dessa utsläpp består av fossil koldioxid och bör därför minimeras. På kort sikt kan utsläppen minskas genom mer effektiv körning och minskad jordbearbetning men på längre sikt är elektrifiering och ökad användning av biodrivmedel så som HVO och RME möjliga åtgärder (Framtidens Lantbruk, 2021). LRF har tillsammans med Lantmännen, Arla och HK Scan tagit fram en färdplan för att nå fossilfrihet i lantbruksbranschen till 2030. I denna betonas inte bara det engagemang som krävs från lantbrukare och företag i värdekedjan utan också vilka stöd som krävs från politiskt håll för att målet om fossilfritt lantbruk ska kunna nås (LRF, 2020). Regeringen har också gjort en utredning om vilka åtgärder och styrmedel som behövs för ett fossiloberoende jordbruk (SOU, 2021).

Elanvändningen står för en liten del (ca. 1 %) av mjölkgårdarnas klimatavtryck. Detta trots att mjölkproduktionen kräver en del el för att driva mjölkningsanläggningar och kylning av mjölken. Många gårdar gör inget aktivt val vid inköp av el, de får då vad som kallas residualmix. I Sverige består denna av en stor del kärnkraftsel som fastän den inte är förnybar ger upphov till låga utsläpp av växthusgaser. Detta gör också att sambandet mellan elanvändning och mjölkens klimatavtryck blir mindre tydligt. En hög andel förnybar energi på gården är önskvärt ur hållbarhetssynpunkt. Att investera i produktion av egen el är ofta ekonomiskt lönsamt för bonden vilket är en starkare drivkraft än klimatpåverkan. Produktion av förnybar el på gårdarna är också viktigt ur kommunikationssynpunkt. Elektrifiering av maskiner på gården som idag drivs av diesel kan ge minskat klimatavtryck men kommer öka elanvändningen vilket gör det ännu viktigare att gården använder hållbart producerad förnybar el, gärna från egen produktion.

Att producera biogas kan vara positivt för klimatavtrycket på olika sätt. Dels får man förnybar energi som både kan användas till el och värme men på sikt också i motorer och för transport. Genom att röta gödseln minskar man också läckage av växthusgaserna metan och lustgas från stall och lager samtidigt som man får en gödsel med högre växttillgänglighet (Jordbruksverket, 2006). För att biogasproduktion ska ge full klimatnytta är det dock viktigt att rötningen är effektiv och rötresten lagras täckt. Detta för att utsläppen av metan inte skall öka och att så mycket av den producerade biogasen som möjligt ska kunna tas tillvara (Landquist m.fl., 2019). Att investera i biogas är relativt kostsamt och anläggningarna är ofta beroende av investeringsstöd vilket förutsätter långsiktighet i klimatpolitiken. Rötning är också en teknik med tydliga skal fördelar vilket gör att det är lättare för stora gårdar att få bra ekonomi i en biogasanläggning (Framtidens Jordbruk, 2021). Detta gäller inte minst om man vill uppgradera gasen för att den även ska kunna användas som drivmedel i olika fordon.



Arbetet framåt

Baserat på resultaten från Klimatkollen och diskussionen i denna rapport kommer Skånemejerier att föreslå åtgärder för minskad klimatpåverkan på mjölkgårdarna. Dessa åtgärder kommer att följas upp kontinuerligt för att kunna följa förändringen av klimatavtrycket. Åtgärderna kommer att diskuteras med Skånemejerier Ekonomisk Förening samt enskilda bönder med särskilt

intresse och kunskap i frågan. Vilka åtgärder en enskild gård bör prioritera beror på gårdens förutsättningar. En djupare analys av resultaten från Klimatkollen på gårdsnivå och diskussion med bönder och externa experter så som lantbruksrådgivare och forskare kommer att behövas för att hitta den optimala strategin för minskat klimatavtryck på enskilda gårdar.



Slutsatser

Klimatkollen är ett bra verktyg som är specialiserat för att beräkna klimatpåverkan inom det svenska lantbruket. Klimatkollen ger mycket information om klimatavtrycket på gården samt flera nyckeltal som kan användas för att följa upp åtgärder på gården. Arbetet med Klimatkollen har gett oss ett bra underlag och kunskap om mjölkgårdarnas klimatpåverkan. Dock bör man göra beräkningarna under ett par år för att få ett mer tillförlitligt underlag och där effekter orsakade av t.ex. växtföljder och väderhändelser får ett mindre genomslag.

Resultaten från Klimatkollen visar att Skånemejeriers mjölkleverantörer i genomsnitt har ett klimatavtryck på 1 kg CO₂-ekvivalenter per kilo fett- och proteinkorrigerad mjölk. Detta är något lägre än genomsnittet i Sverige. Metan från djurens foder-smältning ger det enskilt största bidraget till klimatpåverkan följt av inköpt foder och lustgas från jordbruksmark.

För att minska klimatavtrycket på mjölken måste ett antal åtgärder vidtas. Åtgärderna för minskad klimatpåverkan på gårdarna baseras på den senaste forskningen och allt eftersom nya upptäckter görs kommer rekommendationer och åtgärder kontinuerligt att ses över och vid behov revideras.

För att kunna föreslå och följa upp effektiva åtgärder till lantbrukarna behöver informationen i Klimatkollen kompletteras med några nyckeltal. Det tydligaste exemplet är fodereffektivitet. Fodereffektivitet är ett stort område som är viktigt att arbeta vidare med.

Målen för Skånemejeriers minskningar av växthusgasutsläpp kommer att sättas i enlighet med Science Based Targets och att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5 grader jämfört med en förindustriell nivå.

Referenser

- Berglund M. (2015) Manual som beskriver Klimatkollen –klimatberäkningar i Vera, Greppa Näringen, Rapport Reviderad 2015-08-26
- Bertilsson J. (2016) Updating Swedish emission factors for cattle to be used for calculations of greenhouse gases, On commission of the Swedish Environmental Protection Agency 2016, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Rapport 292, ISSN 0347-9839
- Brito A. F., Silva L. H. P., 2019, Symposium review: Comparisons of feed and milk nitrogen efficiency and carbon emissions in organic versus conventional dairy production systems, *Journal of Dairy Science*, 103:5726-5739
- Broderick G.A. (2018) Review: Optimizing ruminant conversion of feed protein to human food protein, *Animal*, 12 (8)
- Cederberg C. och Berglund M. (2009) Utsläpp av växthusgaser i mjölkproduktionen, Underlag till Klimatcertifiering, Klimatmärkning för mat, Rapport 2009:3
- Cederberg C., Landquist B., Berglund M., 2012, Potentialer för jordbruket som kolsänka, SIK-Rapport Nr 850 2012
- Dillon J., Stackhouse-Lawson K., Thoma G., Gunter S., Rotz A., Kebreab E., Rilet D., Tedeschi L., Villalba J., Mitloener F., Hristov A., Archibeque S., Ritten J., Mueller N. (2021) Current state of enteric methane and the carbon footprint of beef and dairy cattle in the United States, *Animal Frontiers*, Vol 11 (4)
- Flysjö A., Cederberg C., Henriksson M., Ledgard S. (2011) How does co-product handling affect the carbon footprint of milk? Case study of milk production in New Zealand and Sweden, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16: 420-430
- Framtidens Jordbruk, 2021, Mjök & Nötkött, Rapport publicerad av HK Scan, Lantbrukarnas Riksförbund (LRF), Yara, #Svenskt Kött, DeLaval, Arla, Växa, Lantmännen
- Gerber P., Hristov A., Henderson B., Makkar H., Oh J., Lee C., Meinen R., Montes F., Ott T., Firkins J., Rotz A., Dell C., Adesogan A., Yang W., Tricarico J., Kebreab E., Waghorn G., Dijkstra J., Oosting S., Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review, *Animal* 7(2)
- Guinguina A., Yan T., Bayat A. R., Lund P., Huhtanen P., 2020, The effects of energy metabolism variables on feed efficiency in respiration chamber studies with lactating dairy cows, *Journal of Dairy Science*, 103:7983-7997
- Henriksson M. (2014) Greenhouse Gas Emissions from Swedish Milk Production –Towards Climate-Smart Milk Production, Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, Sverige, ISBN 978-91-576-8005-1
- Henriksson M., Stenberg M., Berglund M., 2015, Lustgas från jordbruksmark, Konkreta råd för att minska lustgasavgången på gårdsnivå, Rapport, Hushållningssällskapet Halland, 2015
- Hristov A., Oh J., Firkins J., Dijkstra J., Kebreab E., Waghorn G., Makkar H., Adesogan A., Yang W., Lee C., Gerber P., Henderson B., Tricarico J., 2013, Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options, *Journal of Animal Science*, 91: 5045-5069
- Hristov A., Ott T., Tricarico J., Rotz A., Waghorn G., Adesogan A., Dijkstra J., Montes F., Oh J., Kebreab E., Oosting S., Gerber P., Henderson B., Makkar H., Firkins J., 2013, Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: III. A review of animal management mitigation options, *Journal of Animal Science*, 91: 5095-5113
- Huhtanen P., Krizan S., Ramin M. (2019) Proteinutfodring till mjölkkor, SLU Nytt nr 4 2019, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia I., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. (eds) Published: IGES Japan
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014, 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol, Hiraishi T., Krug T., Srivastava N., Baasaranen J., Fukuda M., Troxler T.G. (eds.) Published: IPCC, Switzerland
- Jordbruksverket, 2006, Gårdsbaserad biogasproduktion –en möjlighet för det ekologiska lantbruket. Råd i praktiken, Jordbruksinformation 1 – 2006
- Kvarmo P., Listh U., Stenberg M., Linge C., Andersson E., Eriksson L., Sandberg C. (2021) Manual till VERA, Version 11, 2021-08-16, Jordbruksverket, Greppa Näringen
- Landquist B., Berglund M., Ahlgren S., Woodhouse A., Axel-Nilsson M., Svensson A., Lind A-K. (2019) Underlag för uppdatering av IP-standardens modul för klimatcertifiering, RISE Rapport 2019:121, ISBN: 978-91-89049-74-1
- LRF Lantbrukarnas Riksförbund (2020) Färdplan för fossilfri konkurrenskraft Lantbruksbranschen
- Markensten T., Reitner L., Bodin P., Hasund K. P., Svensson E., Nyberg M. (2018) Återvätning av organogen jordbruksmark som klimatåtgärd, Jordbruksverket Rapport 2018:30
- Nemecek T., Thoma G. (2020) Allocation between milk and meat in dairy LCA: critical discussion of the International Dairy Federation's standard methodology, Abstract code 103, 12th International Conference on Life Cycle Assessment of Food 2020, Berlin, Germany
- Poore J., Nemecek T. (2018) Reducing food's environmental impacts through producers and consumers, *Science* June 2018
- Röös E., Sundberg C., Salomon E., Wivstad M. (2013) Ekologisk produktion och klimatpåverkan –En sammanställning av kunskapsläge och framtida forskningsbehov, SLU, EPOK –Centrum för ekologisk produktion och konsumtion, ISBN: 978-91-576-9159-0
- SOU Statens Offentliga Utredningar, 2021, Vägen mot fossiloberoende jordbruk, SOU 2021:67
- Thoma G., Jolliet O., Wang Y. (2013) A biophysical approach to allocation of life cycle environmental burdens for fluid milk supply chain analysis, *International Dairy Journal* 31: 541-549
- Thompson L.R., Rowntree J.E., 2020, INVITED REVIEW: Methane sources, quantification, and mitigation in grazing beef systems, *Applied Animal Science* 36:556-573
- Wang C., Amon B., Schulz K., Mehdi B. (2021) Factors That Influence Nitrous Oxide Emissions from Agricultural Soils as Well as Their Representation in Simulation Models: A Review, *Agronomy*, 11, 770



Skånemejerier

www.skånemejerier.se