

# Svenska jordbrukets klimatpåverkan

– ett beräkningssätt där även livsmedlens innehåll av energirika kolbindningar värderas

## Förord

I min tidigare roll som statlig tjänsteman ingick att utvärdera jordbrukspolitikens miljöeffekter. Det var dock svårt att se det positiva i att rapporterade utsläpp minskade från svenskt jordbruk, när denna minskning kunde härledas till minskad inhemsk produktion. Dessa tankar ledde till en rapport som behandlade frågan och titeln var "Import av kött- export av miljöpåverkan" (Naturvårdsverket, 2007a). Även om produktionen och utsläppen minskar i Sverige så fortsätter människorna att äta och matproduktionens påverkan flyttar till andra länder. Mat måste vi ha och produktionen av mat måste/borde kunna mätas även i positiva mått. Med enbart negativa mått på livsmedelsproduktion (utsläpp per producerad vara) tänker producenterna som en poppelodlare i Skogsland nr 11 (7 mars 2014):

"Odlar jag energiskog producerar jag energi, odlar jag spannmål konsumerar jag energi".

Syftet med detta projekt är att beräkna och diskutera växthusgasbalans och energiproduktion i systemet svenskt jordbruk, separat från systemet svensk livsmedelskonsumtion.

Många tack till Stiftelsen *Hem i Sverige-fonden* som har finansierat projektet. Stiftelsen förvaltas av Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien.

Med engagerade deltagare i en workshop 29 april 2014, som kritiskt granskade materialet, höjdes kvalitén av rapporten. Stort tack till deltagarna som var Karin Hjerpe (Jordbruksverket), Jan Eksvärd (LRF), Ingrid Rydberg (Naturvårdsverket), Per Sandberg (Sveriges spannmålsodlare), Anders Andersson (Yara), Nils-Olof Lindfors (LRF Norrbotten och projektet "Koldioxidkrediter från skogen"), Gunnar Sahlin (ordförande), Ida Åslund (flitig sekreterare) och Andras Baky (inlejd projektdeltagare, JTI). Även Karl-Ivar Kumm (SLU) och Jan-Erik Mattsson (SLU) har lämnat värdefulla synpunkter på text och beräkningarna. Tack även till Tejarps Förlag AB som har hjälpt oss med layouten av rapporten.

2014-08-13

Kersti Linderholm  
Agr D

# Innehåll

Förord.....	1
Sammanfattning .....	3
Inledning .....	4
Växthusgaser och fotosyntesen .....	4
Klimatkonventionen och internationell rapportering.....	5
Metoder för att beräkna klimatpåverkan från jordbruket i andra sammanhang.....	7
Färdplan 2050, Naturvårdsverket .....	7
Klimat och energiberäkningar, Jordbruksverket .....	7
Greppa Näringen, Klimatkollen .....	7
Naturvårdsverket och generationsmålet .....	8
Livscykelanalyser (LCA) .....	8
Certifiering, märkning, nyckeltal .....	8
Klimatmärkningen .....	8
Svenskt Sigill .....	8
KRAV .....	9
Nyckeltal .....	9
Värdering av all bioenergi till människor, även mat .....	9
Förslag på beräkningssätt .....	9
Klimat- och energieffektivitet av kvävegödsel .....	10
Några beräkningsexempel .....	14
Växtodling .....	14
Mjolk- och köttproduktion .....	15
Hypotetisk beräkning på potentialen för kol- och energiinbindning i svenska jordbruksprodukter .....	16
Diskussion .....	17
Slutsatser .....	18
Litteratur .....	18
Muntliga källor .....	20
Bilaga 1 .....	21

# Sammanfattning

Biomassa är koldioxidneutral i ett atmosfärsperspektiv. Det kol som bundits i biomassan kommer från koldioxid i atmosfären och återgår i huvudsak till atmosfären oavsett om man eldar, äter eller på annat sätt oxiderar (förbränner) biomassan. Under vissa omständigheter blir biomassan till en varaktig kolsänka. Så har skett med den fossila energin som används idag. Användning av biomassa från nutid (mat, virke, textilier och biobränslen) ökar alltså inte koldioxidhalten i atmosfären, men användning av fossil biomassa frigör kol som bundits för mycket länge sedan. Biobränslen som ersätter fossila bränslen, minskar därmed flödet av kol till atmosfären som fotosyntesen bundit i historisk tid. Det är bakgrunden till att man i den internationella klimatrapporteringen inte räknar med utsläpp av koldioxid som bundits i nutid.

I klimatrapporteringen räknas bara utsläpp av växthusgaser i det aktuella landet, oavsett var konsumerade varor eller livsmedel är producerade. Beräkningssättet innebär att ett lands växthusgasutsläpp "minskar" om inhemsk produktion ersätts med importerade livsmedel och varor. Utsläppen bokförs i det land där produktionen sker.

Att bara värdera den bioenergi som ersätter fossilt bränsle och bara räkna utsläpp av fossilt bunden kol, leder lätt till tankar som att insatsmedel vid livsmedelsproduktion bara är en belastning. Men med hjälp av fotosyntesen binds stora mängder kol och energi i den producerade biomassan, dvs. bioenergi till motorer och pannor eller människor (livsmedel). Vid produktionen används hjälpenergi från fossila bränslen för odling, skörd, transport och processande. Insatsen av fossilt kol är ofta marginell i förhållande till utbytet och vissa insatsmedel ger stor utväxling. Exempelvis binder den omdiskuterade mineralgödseln, vid normal användning, 15–25 gånger mer koldioxid och 6–10 gånger mer energi i biomassan än vad produktionen av mineralgödseln gav upphov till eller förbrukade.

Sverige har en befolkning på över 9,6 miljoner människor som äter varje dag så är livsmedelsförsörjningen en central fråga. Eftersom man för mat som konsumeras i Sverige enbart räknar den negativa klimatpåverkan och bara från den del som producerats i Sverige, så kan man lätt dra den felaktiga slutsatsen att det är bra om svensk matproduktion minskar och importen ökar.

Om man inte beräknar växthusgasutsläppen från konsumtion av nybundet kol, är det svårt att förstå vilka vägval som bör göras mot en mindre klimatbelastning för Sveriges befolkning i verkligheten och inte bara i rapporteringssystemet. Utan att räkna produkternas innehåll är det svårt att göra bedömningar med helhetssyn. All produktion av bioenergi till människor, d.v.s. även livsmedel, bör värderas i klimatsammanhang, åtminstone som komplement till den internationella rapporteringen.

Utsläppen av växthusgaser vid jordbruksproduktion bör sättas i relation till mängden producerad bioenergi, oavsett om energin äts eller förbränns. Det bör inte anses viktigare att producera bränsle till bilar än till människor som dagens beräkningssystem antyder. Tillgång till livsmedel är trots allt vårt mest basala behov. För att styra rätt mot målet att minimera klimatpåverkan från livsmedelsproduktionen så krävs transparent material kring frågan. Insatserna bör koncentreras på det som är åtgärdbart. Någon morot borde införas, idag finns bara piskor. Jordbrukaren borde kunna sälja utsläppsrätter eller åtminstone få tillbaka den koldioxidskatt som betalas för fossila bränslen, då bioenergi i livsmedel och bränsle levereras till konsumenterna.

Jordbruket är en kolfälla, men vi konsumenter är kolkällor.

# Inledning

Människans påverkan på klimatet är idag en viktig global fråga. I internationella överenskommelser har man därför infört ett beräkningssystem för utsläpp av växthusgaser. I detta beräkningssystem räknar man bara med utsläpp vid förbränning av "fossilt" kol, dvs förråd av kol som växterna band för mycket länge sedan. Det kol som binds in av växtligheten och som förbrukas av människan i nutid, räknas inte då man anser den koldioxidneutral.

Skogsflis (biobränsle) kan ersätta fossilt bränsle, vilket innebär att det som rapporteras till klimatberäkningarna minskar om mer biobränsle används i bilar och pannor. När det gäller jordbrukets livsmedelsproduktion, så finns inga "fossila" livsmedel att ersätta. Vi människor är helt beroende av energiförsörjning från högvärdig bioenergi, dvs livsmedel. Något alternativ finns inte idag. Detta innebär att det kol som binds in av jordbruket förbränns av konsumenterna, vilket sällan framkommer i debatten. Jordbruket är alltså en kolfälla åt konsumenterna, vilket är naturligt eftersom människan började bruka jorden för att få den dagliga maten. Men detta samband glöms ofta bort i debatten där det framställs som om jordbruket är en klimatbelastning. Egentligen är det tvärtom. Jordbruket tar koldioxid från atmosfären som binds i mat i form av olika kolföreningar. Det är vid konsumtionen av mat som det bildas koldioxid som går till atmosfären. Olika slags mat kräver emellertid olika mycket (fossil) hjälpenergi och medför olika stora utsläpp av andra klimatgaser. Odling av ris medför t ex mycket stora utsläpp av metangas till atmosfären (Ciat, 2014).

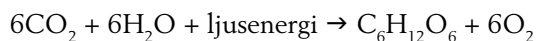
En del fossil energi behövs för att ta fram livsmedel och bioenergi. När det gäller bioenergi i form av skogsflis så behövs en insats av fossil energi på 4-5 % (Börjesson, 1996). Detta har man räknat fram för när det gäller energiförsörjning i bilar och pannor så finns ett beräkningssystem. För livsmedel däremot saknas detta tänkesätt.

Syftet med detta projekt är att sammanställa principer och nuvarande beräkningssätt samt att skissa på ett verktyg där även energiinnehållet i jordbrukets produkter finns med, liksom den koldioxid som atmosfären har befriats från. Målet för projektet är att kunna bedöma jordbrukets verkliga klimatpåverkan och energiproduktion och vad som är åtgärdbart utan att livsmedelsproduktionen exporteras, dvs. leder till ökad import.

## Växthusgaser och fotosyntesen

Gasformiga ämnen i atmosfären som effektivt absorberar värmestrålning kallas växthusgaser. De viktigaste växthusgaserna är vattenånga och koldioxid (CO<sub>2</sub>) men även metan (CH<sub>4</sub>), lustgas (N<sub>2</sub>O) och ozon (O<sub>3</sub>) fungerar som växthusgaser (Bernes, 2007).

Med koldioxid som råvara bygger växterna energirika kolföreningar (socker). Till processen behövs även ljusenergi och vatten. Restprodukten är syre. Fotosyntesen sker med hjälp av växternas klorofyll och formeln är:



De energirika kolföreningarna omvandlas av växten till olika kolhydrater som människor och djur kan äta för att få energi. När de energirika kolföreningarna förtärs (förbränns) behövs syre. Processen kallas andning (eller förbränning) och koldioxid är en restprodukt. Kolhydraterna kan även användas som energi i bilar eller pannor, då som drivmedel eller bränsle.

Den energi som har bundits av växterna för hundratals miljoner år sedan kallas fossil energi. Vid förbränning av fossil energi sker samma utsläpp av koldioxid som vid förbränning av bioenergi (nybunden energi) men man brukar bara räkna utsläpp av koldioxid från fossila bränslen (Bernes, 2007). Utsläpp av metan och lustgas vid odling, skörd och användning av biobränslen ska dock räknas in (Naturvårdsverket, 2014b).

Växthusgaser har olika klimatpåverkan och stannar olika länge i atmosfären. För att kunna jämföra utsläpp av olika gaser räknar man om dem till enheten koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e). Då används gasernas

växthusgaspotential i ett 100-års perspektiv (GWP<sub>100</sub>). GWP står för *global warming potential*. Omräkningsfaktorer har tagits fram av FN:s klimatpanel IPCC. Faktorerna har ändrats under arbetets gång och visas i tabell 1.

**Tabell 1. Viktningsfaktorer för koldioxid, metan och lustgas till koldioxidekvivalenter enligt GWP<sub>100</sub>**

Växthusgas		GWP <sub>100</sub> Från 1995	GWP <sub>100</sub> Från 2006	GWP <sub>100</sub> Från 2013 <sup>1</sup>
Koldioxid	CO <sub>2</sub>	1	1	1
Metan	CH <sub>4</sub>	21	25	28
Lustgas	N <sub>2</sub> O	310	298	265

<sup>1</sup> IPCC 2013, Climate change 2013 The physical Science Basis, Working group one to the fifth assessment report of IPCC

Sverige har i sin rapportering använt GWP<sub>100</sub> från 1995 fram till 2012 (Naturvårdsverket, 2014a). Från år 2013 kommer GWP<sub>100</sub> från 2006 att användas i den svenska rapporteringen.

GWP kan även beräkna utifrån ett 20-årsperspektiv (GWP<sub>20</sub>) och ett 500-årsperspektiv (GWP<sub>500</sub>). Då ändras faktorerna för metan och lustgas. Kortare tidsperspektiv ger högre bidrag till GWP och längre tidsperspektiv ger lägre bidrag till GWP. Från och med år 2013 redovisas faktorer för GWP<sub>20</sub> och GWP<sub>500</sub> av IPCC (2013) Om man räknar effekt av växthusgaser på längre sikt, exempelvis 500 år, minskar metan i betydelse jämfört med koldioxid. GWP<sub>500</sub> för metan är 7,6 (Bernes, 2007).

## Klimatkonventionen och internationell rapportering

Klimatkonventionen, United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), trädde ikraft 1994. Till konventionen hör Kyotoprotokollet som trädde i kraft 2005 och den Internationella klimatpanelen IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (Naturvårdsverket, 2014a).

Syftet med klimatrapporteringen är att kartlägga de globala växthusgasutsläppen till atmosfären i enlighet med de beslut som fattats inom ramen för FN:s klimatkonvention och riktlinjer som fastställts av FN:s klimatpanel för att göra dem jämförbara. Genom att varje land redovisar utsläppen från sin inhemska produktion minskar risken för dubbelräkning och genom att 195 länder är parter till klimatkonventionen kommer rapporteringen att täcka de flesta utsläppskällorna. Ett problem är att ett lands rapporterade utsläpp av klimatgaser kan minska om landets jordbruksproduktion minskar, även om landets befolkning äter lika mycket eller mer mat.

Rapportering av växthusgasutsläpp till klimatkonventionen delas in i "sektorer" där jordbruk är en. I princip räknas bara utsläpp för sektorerna förutom i sektorn "Markanvändning, Förändrad markanvändning och Skogsbruk" (Land Use, Land Use Change and Forestry, LULUCF). LULUCF är av människan skapade kolsänkor (antropogent). Naturliga processer som exempelvis att skogen växer mer när det blir ökad halt koldioxid i atmosfären, får inte räknas in. I kommande rapportering ska man visa en referensutveckling så man skiljer på gödsling och det skogen växer p.g.a. ökade koldioxidhalter i luften.

Beräkningarna för LULUCF visar årliga förändringar i kolförråd för kolpoolerna levande biomassa, dött organiskt material och markkol samt emissioner från vissa åtgärder för brukad mark från 1990 och framåt.

Landarealen delas i rapporteringen upp i kategorierna Skogsmark, Jordbruksmark, Betesmark, Bebyggd mark, Våtmark och Annan mark där de båda sista anses obrukade (Naturvårdsverket, 2013). Mycket förenklat består kolsänkan i LULUCF av nettotillväxt i skogen, men man räknar även med en viss nettoinlagring av kol i naturbetesmark. Tabell 2 visar Sveriges rapportering 2014 gällande år 2012. Sorten är miljoner ton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e). Koldioxid står för ca 79 % av de totala utsläppen av växthusgaser (Naturvårdsverket, 2014a).

**Tabell 2.**

**Sveriges rapportering till klimatkonventionen för 2012 uttryckt i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter**

	Mton CO <sub>2</sub> e
Energi	42,1
Industriprocesser	5,9
Användning av lösningsmedel etc.	0,3
Jordbruk	7,6
Avfallshantering	1,6
<b>SUMMA</b>	<b>57,5</b>
LULUCF	-35
<b>SUMMA inklusive LULUCF</b>	<b>22,5</b>

I sektorn "Energi" ingår förbränning och transporter, där personbilar står för 11 MtonCO<sub>2</sub>e.

Även jordbrukets energianvändning i traktorer, torkning etc. hamnar i "Energi". Utsläpp som bokförs på "jordbruk" är hantering av naturgödsel, djurens fodermältning samt utsläpp av lustgas från jordar, där de organogena jordarna är en dominerande post. Beräkningar av jordbrukets energianvändning visar på att användningen av fossil energi motsvarar i storleksordningen 1 Mton CO<sub>2</sub>e (Energimyndigheten 2007 & Naturvårdsverket, 2007b).

**Tabell 3. Rapporterade växthusgasutsläpp från svenskt jordbruk 2012.**

**Sorten är miljoner ton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e).**

	Mton CO <sub>2</sub> e
Gödselhantering	0,75
Kreaturs matsmältning	2,54
Jordbruksmark	4,35

I rapporteringen till FN ingår i "jordbrukssektorn" bara direkta utsläpp dvs. de utsläpp som uppstår inom svensk produktion (Tabell 3). Utsläppen som sker vid produktion av importerad mineralgödsel och foder etc., rapporteras i det land där det produceras.

# Metoder för att beräkna klimatpåverkan från jordbruket i andra sammanhang

## Färdplan 2050, Naturvårdsverket

På regeringens uppdrag tog Naturvårdsverket tillsammans med andra myndigheter och organisationer fram ett underlag till en "färdplan" för ett Sverige utan nettoutsläpp av växthusgaser 2050. Enligt instruktionerna skulle beräkningarna ske på samma sätt som den internationella rapporteringen, d.v.s. utsläpp som uppkommer vid produktion i andra länder räknas inte med. I de tänkta utsläppen om 35 år (dvs. 2050) är det i princip bara "jordbruk" som har utsläpp. Övriga sektorer har mycket låga eller negativa (kolinlagring) utsläpp vilket ska uppnås med teknikutveckling och att fossilt bränsle ersätts med biogent, d.v.s. där koldioxidutsläppen inte räknas.

Förslagen för att få jordbruket mer klimatvänligt omfattar mer fleråriga energigrödor, reglering av mineralgödsel (handelsgödsel) och konsumtionsskatt på kött (Naturvårdsverket, 2012a). Mer ordagrant skriver man:

*"Istället för att direkt sätta pris på utsläppen skulle särskilt koldioxidintensiva insatsvaror och jordbruksprodukter kunna prissättas. För bättre hushållning med handelsgödsel bedömer Jordbruksverket att ett system för inköpsrätter för handelsgödsel kan vara ett effektivt styrmedel som eventuellt kan utformas med små negativa konsekvenser för jordbruket, men detta behöver utredas närmare."*

För skogen lyfts rollen att bidra med biobränsle, men också trä som kan ersätta andra energiintensiva och växthusgasintensiva material:

*"Det finns många möjligheter att med förbättrad tillämpningen av traditionella skogsskötselmetoder öka virkesproduktionen och koldioxidupptaget med små negativa effekter på andra miljömål. En ökad skogstillväxt ökar även potentialen för substitution av energiintensiva och växthusgasintensiva material samt fossil energi."* Förslagen innebär alltså mindre produktion inom jordbruket och mer produktion inom skogsbruket.

Förslagen i andra sektorer är mycket få och handlar mest om mer forskning och mer användning av "fossilfritt" bränsle, dvs. råvaror från sektorerna jord och skog.

## Klimat och energiberäkningar, Jordbruksverket

Jordbruksverket arbetade tillsammans med Naturvårdsverket och Riksantikvarieämbetet vidare på underlaget till Färdplan 2050 och publicerade rapporten "Ett klimatvänligt jordbruk 2050" (Jordbruksverket, 2012). I denna rapport har man utvidgat systemgränsen för att även omfatta delar av import och export, men koldioxidbindningen i jordbruksprodukter avsedda för livsmedel värderas inte, då det inte är någon varaktig inbindning av kol eftersom maten konsumeras. Man valde istället att diskutera utifrån ett ökat behov av import om den svenska produktionen minskar.

Jordbruksverket använde en modellberäkning kallad SASM för jordbruksproduktionen 2050. Resultatet av beräkningen var att lika mycket livsmedel kommer att produceras 2050 som idag med en tredjedel av antalet yrkesverksamma på 75 % av åkerarealen och med en halvering av mineralgödselkväve och en minskning av djurantalet. Antagandet var att användningen av kväve kommer att effektiviseras till 2050.

I Jordbruksverkets rapport om energieffektivisering i jordbruket (2011:12) beskrivs att mineralgödsel är energikrävande och att det är positivt ur energisynpunkt om denna användning minskar.

## Greppa Näringen, Klimatkollen

Klimatrådgivningen inom Greppa Näringen har målet att ge jordbrukaren en bättre koll på jordbrukets förluster av växthusgaser i olika delar av produktionen (Greppa Näringen, 2014). I ett dataprogram (Jordbruksverket, 2014) läggs växthusgasutsläppen in för produktion av insatsmedlen, oavsett vilket land det är producerat i. Ett problem är att det är en komplicerad process att ta fram underlag, vilket gör att mycket schabloner används. Sådana här data är dessutom färskvara, exempelvis importerade fodermedel, men data som används är ofta flera år gamla.

Som resultat visar dataprogrammet staplar över växthusgasutsläpp från gårdens produktion, men inte den koldioxid som atmosfären har befriats från vid inbindning av energi i jordbruksprodukter.

## Naturvårdsverket och generationsmålet

Sedan 2010 finns ett "generationsmål" som innebär att vi inte ska lösa våra egna miljöproblem genom att exportera dem. *"Det övergripande målet för miljöpolitiken är att till nästa generation lämna över ett samhälle där de stora miljöproblemen är lösta, utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser."* I rapporten "Konsumtionsbaserade indikatorer" (Naturvårdsverket 2012b) har man räknat fram att 60 % av utsläpp av växthusgaser från svensk konsumtion sker i andra länder. Nybunden kol och energi genom fotosyntesens arbete räknas dock inte in.

## Livscykelanalys (LCA)

Livscykelanalys (LCA) är ett verktyg för att beräkna en produkts miljöbelastning ofta "från vaggan till graven". Det används inom vetenskapen och även av företag i sin marknadsföring. Utfallet av en LCA beror på vilka antaganden som görs. Exempelvis räknas ofta stallgödsel som "avfall" i de fall där ekologiska producenter använder stallgödsel från konventionella djur.

Det vanligaste i LCA-beräkningar är att bara räkna utsläpp av koldioxid från fossilt kol, inte nybundet kol. Sådana LCA-beräkningar används för att framföra budskap att man minskar sitt koldioxidutsläpp vid användning av exempelvis ett visst bränsle. Men det kan vara samma koldioxidutsläpp, fast man inte räknar förbränning av kol som är bundet i nutid. Atmosfären gör inte skillnad på koldioxid från förnybara bränslen och från fossila bränslen. Anledningen till att man ger dem olika vikt är nybunden kol minskar användningen av fossilt kol och att koldioxid från förnybara bränslen förr eller senare släpps ut till atmosfären då biomassan bryts ner och oxideras (genom förmultning, som livsmedel eller som bränsle) och ger då lika mycket koldioxid oavsett hur förbränningen har gått till.

I en LCA kan man även räkna utsläpp av nybundet kol. En amerikansk forskare framförde att det inte självklart gynnar klimatet att bara räkna utsläpp från fossila bränslen. Han föreslog ett system kallat ABC-beräkningar (Annual Basis Carbon) där även utsläpp från nybundet kol räknades. Han drog slutsatsen att metoden skulle leda till beslut som begränsar växthusgasutsläppen och gynna systemändringar som verkligen är klimatvänliga (DeCicco, 2012). Även några SLU-forskare publicerade en artikel om salix-odling där man inte skiljde mellan förbränning av nybundet eller fossilt kol (Ericsson et al., 2013). I detta sammanhang är det dock viktigt att också ta hänsyn till vad som händer med kolet om det inte används som biobränsle.

# Certifiering, märkning, nyckeltal

## Klimatmärkningen

Projektet Klimatmärkningen startades 2007 av KRAV och Svenskt Sigill. Med i projektet var även Milko, Lantmännen, LRF, Scan och Skånemejerier. Projektet arbetade fram regelverk för olika typer av livsmedelsproduktion. Jordbruksverket stod för den huvudsakliga finansieringen. Under 2012 avrundades projektet och en utvärdering gjordes av ett konsultföretag som bland annat angav följande: *"Klimatfrågan är extremt komplex och i många stycken politisk. Projektet har varit en delikat balansgång mellan olika intressen, värderingar och bedömningar"* (Klimatmärkningen, 2014).

## Svenskt Sigill

Svenskt Sigill har gjort en tilläggs-certifiering för klimat. För att bli klimatcertifierad krävs bland annat kartläggningar av energi- och kväveanvändning. Inom tre år ska företaget kunna visa upp en förbättrad effektivitet i energianvändningen per producerad enhet. Olika nyckeltal ska tas fram vid första certifieringen och förbättring krävs inom fem år. Om ingen förbättring nåtts så krävs en analys och åtgärdsplan. För att bli certifierad krävs att man använder klimatcertifierad gödsel (max utsläpp vid produktion 3,6 kg CO<sub>2</sub>e/kg N), kurs i sparsam körning och 100 % förnyelsebar elenergi. I certifiering ingår andra grundläggande krav som varierad växtföljd, gödslings- och växtodlingsplan samt ingen nyodling på mulljord (mjölkföretag) (Svenskt Sigill, 2014). De första certifieringarna gjordes 2012. Ännu har alltså inget företag nått omcertifiering då en förbättrad effektivitet per producerad vara ska kunna uppvisas.



## Krav

Krav har inte infört någon speciellt klimatmärkning utan anger att man istället lägger in regler för att minska klimatpåverkan i hela regelverket.

Hittills har man infört följande:

- Förnyelsebar energi i växthus
- Kurs i sparsam körning
- Krav på maximal bränsleåtgång för fisk
- Ingen ny uppodling av mulljordar

I övrigt finns allmänna skrivningar om hushållning av växtnäring och foder och krav på gödslingsplan (KRAV, 2014).

## Nyckeltal

Inom lantbruksrådgivningen används ofta "nyckeltal" vilket är ett enkelt sätt att beskriva en komplicerad verklighet. I en bransch som är starkt beroende av årets väderlek (torrt/blött/kallt) och där platsgivna förutsättningar har stor inverkan på skörden så måste nyckeltal hanteras med försiktighet. Längre serier av nyckeltal behövs för att utjämna årstidsvariationerna. Det är viktigt att trycka på det man kan åtgärda och hitta ett system som planar ut variationer mellan olika år. Kan man spika en referens som hela tiden blir utgångspunkten? För skogsbruket har man flera referenser som man räknar utifrån.

## Värdering av all bioenergi till människor, även mat

De enda sektorerna som arbetar med växter och därmed kan binda koldioxid i energirika kolhydrater är jord- och skogsbruk samt delvis även vattenbruk. Jordbruket gör dessutom ekosystemtjänsten att binda energi som människan kan bryta ner, d.v.s. livsmedel. Denna energibindning räknas inte i den internationella klimatrapporeringen, men den borde uppmärksammas på nationell nivå, åtminstone i de länder som inte har överproduktion av livsmedel. Eftersom Sverige har en befolkning på över 9,6 miljoner människor som äter varje dag (SCB, 2014) så är livsmedelsförsörjningen en central fråga. Livsmedel kan importeras, vilket sker till stor del idag. Utan att värdera det livsmedel som produceras eller räkna in den ökade import som skulle behövas om den svenska jordbruksproduktionen minskade, är det svårt att förstå vilka vägval som bör göras mot en verklig mindre klimatbelastning för Sveriges befolkning.

En annan viktig anledning till att värdera bioenergiproduktionen i livsmedel är den pedagogiska aspekten för jordbrukarna. När det handlar om växtnäring kan man visa att det lönar sig att lyssna på råden. Hur säljer man in att ta någons tid och bli intresserad av att göra klimatrådgivning när det bara räknas på utsläpp och producenten bara blir beklämd?

## Förslag på beräkningsätt

Då 9,6 miljoner munnar ska mättas varje dag i Sverige kan man räkna på substitution även för livsmedel. I ett sådant exempel räknas inte koldioxidutsläpp vid produktion som ersätter importerade livsmedel. Sverige importerar mycket som inte kan odlas inom landet såsom ris, kaffe, exotiska frukter och soja. Till viss del kan dessa varor ersättas av annat som kan odlas i vårt land såsom potatis, kål, raps och svenska baljväxter. Sverige är en relativt stor exportör av spannmål. Hur stor självförsörjningen är idag kan beräknas genom omvandling av import och export till kalorier. Resultatet kan utgöra bas för beräkning av substitution av importerade livsmedel. Ett problem är vilket år som ska utgöra bas eftersom förändringar sker ganska snabbt och importen av livsmedel har ökat i samma takt som produktionen har minskat i Sverige. Att Sverige kan försörja sin befolkning med livsmedel har visats tidigare (Larsson, 2004). Dessutom skulle ett sådant beräkningssystem inte värdesätta den spannmål som exporteras från Sverige och blir livsmedel i andra länder. Livsmedelsfrågan är en global fråga och det borde vara en hållbar strategi att anpassa odlingen till förutsättningarna i det enskilda landet och inte enbart till konsumtionsmönstret.

I detta projekt har vi valt att fokusera på nettot av produktion av energi och kolbindning som produceras med hjälp av fotosyntesen, både bioenergi till människor och motorer eller pannor, med avdrag för insatsmedel.

## Klimat- och energieffektivitet av kvävegödsel

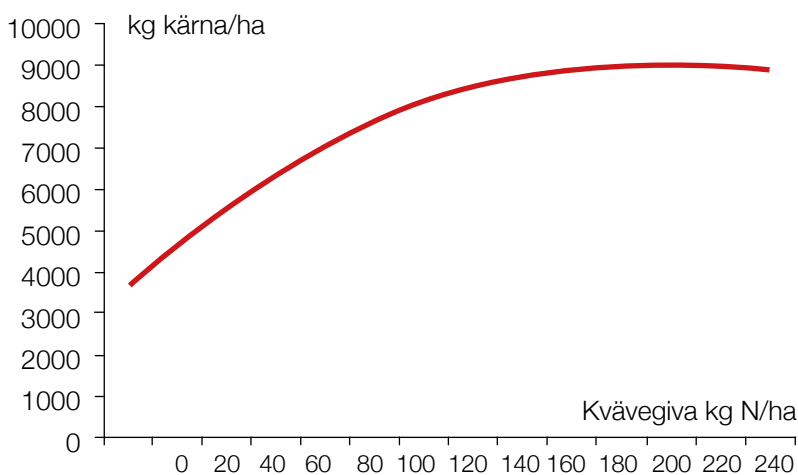
I debatten hörs ofta argument att produktion av kvävegödsel är klimatbelastande och energikrävande. SNF skriver exempelvis på sin hemsida "konstgödsel är en riktig klimatvärsting" (SNF, 2014).

I ett system där man bara räknar utgifter (utsläpp) och inte intäkter (kol- och energibindning) så blir slutsatsen lätt att alla insatsmedel, inklusive mineralgödsel, är klimatbelastande.

Om man ser till helheten kan insatsen betala sig flera gånger om. Hur ser mineralgödselns klimatpåverkan ut om vi även räknar med den extra kol och energi som binds i skörden med hjälp av mineralgödsel?

Kvävegödsling ger ökad skörd till en viss nivå. Jordbruksverket utvärderar ett stort antal försök och publicerar varje år vilken gödselgiva som är ekonomiskt optimal för olika grödor (Jordbruksverket, 2013). Överskrider man optimal gödselgiva avtar kväveutnyttjandet och risk för liggsäd och urlakning av kväve uppstår. Liggsäd innebär att skörden försvåras eller förstörs. Figur 1 visar relationen mellan kvävegödsling och skörd av höstvetete som Jordbruksverket har räknat fram. Underlaget till värdena är genomsnittsskörd för hela landet och reflekterar inte enskilda fält. Mineraliseringen från jorden skiljer från fält till fält och varje lantbrukarna får lära känna sina fälts optimala punkter.

**Figur 1. Skörd av höstvetete vid stigande kvävegiva i kg/ha. Material från Jordbruksverkets utvärdering av fältförsök.**



I tabell 4 nedan har utsläppen av växthusgaser räknats fram för de olika kvävegödselgivorna. Vid produktion av "EU-medel" har värdet 6,8 kg CO<sub>2</sub>e/kg N använts (Greppa Näringsens värde). Yara garanterar maximalt 3,6 kg CO<sub>2</sub>e/kg N men har ett medelvärde på runt 3 kg CO<sub>2</sub>e/kg N. Norske Veritas har certifierat produktionens klimatutsläpp. I tabell 4 har Yaras medelvärde för 2012 använts, vilket benämns klimatgödsel i tabell 4. Kolhalten i höstveteskoroden har räknats fram med antagandena 85 % TS i kärnan samt 45 % kol av TS. Med hjälp av molvikter kan man räkna fram att mängden kol i kärnan ska multipliceras med 3,678 för att få fram mängden CO<sub>2</sub> som har tagits från luften för att binda kol (energi) i kärnan.

### Kol binder koldioxid från atmosfären

1 kg kol i växter motsvarar 3,7 kg CO<sub>2</sub>

molvikt kol: 12

molvikt syre: 16

CO<sub>2</sub> har då molvikt 44

12/44 delar av CO<sub>2</sub> är alltså kol ( $12/44 \cdot x = 1$ )

alternativt:

3,7 kg CO<sub>2</sub> har använts av växten för att binda 1 kg kol

Nettobindning i skördad vara har räknats fram där kvävegödselns klimatbelastning dras bort från skördens bindning av kol. Insatsmedel som utsäde, diesel, växtskydd, övriga växtnäringssämnen och torkning har en klimatbelastning. Det har varit svårt att finna bra referenser till detta. I klimatmärkningsprojektet anges att

med klimatcertifierad mineralgödsel och sparsam körning ger höstvetet upphov till cirka 1820 kg CO<sub>2</sub>e/ha (Cederberg, 2009). Denna belastning blir något mindre per hektar vid låg skörd och något högre vid hög skörd, främst på grund av torkning av kärnan och i detta exempel har vi justerat något. I värdet 1820 kg CO<sub>2</sub>e/ha ingår även kvävegödseln vilket innebär att den blir dubbelräknad men då mineralgödselkväve är så klimateffektivt så gör det inte så mycket på slutresultatet som visas i tabell 4 och figur 2. All gödsling med kväve, inklusive stallgödsel, ger upphov till utsläpp av växthusgaser. De formler som används för dessa beräkningar finns beskrivna i Jordbruksverkets rapport Ett klimatvänligt jordbruk 2050 (Jordbruksverket, 2012). I tabell 4 har formeln för mineralgödsel använts.

**Tabell 4. Utsläpp av växthusgaser, kolinlagring i kärnskörd av höstvetet samt nettobindning av CO<sub>2</sub> för de olika kvävegödselgivorna i Figur 1. Vid produktion av "EU-medel" har värdet 6,8 kg CO<sub>2</sub>e/kg N använts och för klimatgödsel 2,9 kg CO<sub>2</sub>e/kg N. Kolhalten i höstvetesköörden har räknats fram med antagandena 85 % TS i kärnan samt 45 % kol av TS.**

Gödsling kg N/ha	Produktion mineralgödsel, utsläpp kg CO <sub>2</sub> e		Utsläpp vid gödsling (lustgas) räknat i kg CO <sub>2</sub> e <i>Tabellnot 1</i>	Skörd, kg			Övrigt Avgår skötsel och torkning kg CO <sub>2</sub>	Klimatvinst per ha med klimatgödsel räknat i kg CO <sub>2</sub> e	Klimatvinst utöver "basskörd" räknat i kg CO <sub>2</sub> e	Antal ggr mer CO <sub>2</sub> e som binds än vad som släpps ut vid produktion av gödsel. Basskörd borträknad.
	EU-medel	Klimatgödsel		kärna	kol	Bindning av CO <sub>2</sub>				
0	0	0	0	3 682	1408	5 180	1 600	3 580	0	0
20	136	58	66	4 736	1 812	6 663	1 600	4 939	1 359	23
40	272	116	132	5 651	2 162	7 950	1 600	6 102	2 522	22
60	408	174	198	6 436	2 462	9 054	1 820	6 862	3 282	19
80	544	232	264	7 098	2 715	9 986	1 820	7 669	4 089	18
100	680	290	330	7 647	2 925	10 757	1 820	8 317	4 737	16
120	816	348	396	8 090	3 094	11 381	1 820	8 817	5 237	15
140	952	406	462	8 436	3 227	11 869	2 300	8 700	5 120	13
160	1 088	464	528	8 694	3 326	12 232	2 300	8 939	5 359	12
180	1 224	522	594	8 873	3 394	12 482	2 300	9 066	5 486	11
200	1 360	580	660	8 979	3 435	12 632	2 300	9 092	5 512	10
220	1 496	638	726	9 023	3 451	12 694	2 300	9 029	5 449	9

*Tabellnot 1:* I klimatrapporteringen beräknas lustgasavgång vid gödsling med formeln:

$$\text{emission} = N_{\text{mineralgödsel}} \times (1 - \text{Frac}_{\text{GASF}}) \times \text{EF} \times 44/28$$

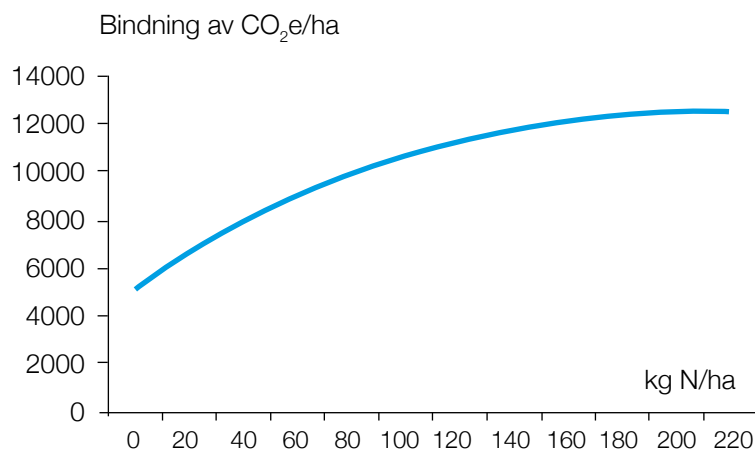
Där  $N_{\text{mineralgödsel}}$  är mängden mineralgödselkväve som tillförts,  $\text{Frac}_{\text{GASF}}$  är den andel som avges som ammoniak (ligger på 0,9 %), EF är emissionsfaktorn (0,8 % av den tillförda kvävemängden beräknas avgå som N<sub>2</sub>O-N) och 44/28 är en omvandlingsfaktor från N<sub>2</sub>O-N till N<sub>2</sub>O (Jordbruksverket, 2012). Vid tillförsel av 120 kg mineralgödselkväve beräknas 1,5 kg lustgas avges vilket motsvarar närmare 400 kg CO<sub>2</sub>e.

Vid en tillförsel av 120 kg N per hektar ökar kolinlagringen enligt tabell 4 med nästan 1700 kg utöver 0-gödslingen (3094-1408 kg kol), vilket innebär att 6200 kg mer koldioxid har tagits från luften. Om utsläppen vid produktion av klimatgödsel uppgår till 2,9 kg CO<sub>2</sub>e per kg kväve blir det 348 kg koldioxid för 120 kg kväve, vilket innebär att cirka 15 gånger mer koldioxid binds i skörden med hjälp av mineralgödseln

än vad produktionen av mineralgödsel har givit upphov till. Då har basskörden, dvs. det ogödslade, räknats från. Om basskörden inte räknas bort binds 22 gånger mer koldioxid. Då har skötsel, torkning mm räknas ifrån (tabell 4).

Kolinbindningen är alltså betydligt högre än utsläppen från produktion och användningen av mineralgödsel. Som diskuterats ovan leder förstås inte en ökad kolinbindning automatiskt till ett ökat permanent kollager enligt klimatrapporteringens definition. Men det visar på en potential.

**Figur 2. Mängd bunden koldioxid i kärnskörd. Skörden av halm är bonus, d.v.s. finns inte med i dessa beräkningar.**



Utväxlingen av 1 kg N i de olika gödslingsnivåerna med klimatcertifierad gödsel visas i Tabell 5.

**Tabell 5. Bindning av koldioxid med hjälp av mineralgödsel. Basskörden som inte är gödslad är bortdragen.**

kg N/ha	Bindning av CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub> bundet per kg N
0	5 180	
20	6 663	74
40	7 950	64
60	9 054	55
80	9 986	47
100	10 757	39
120	11 381	31
140	11 869	24
160	12 232	18
180	12 482	13
200	12 632	8
220	12 694	3

Vid en kvävegiva på 100-120 kg N/ha binder varje kg kväve 30-40 kg CO<sub>2</sub>e/kg N utöver 0-gödslingen (Tabell 5). Vid produktion av mineralgödsel släpps ut 2,9 kg CO<sub>2</sub>e/kg N (klimatcertifierad) alternativt 6,8 kg CO<sub>2</sub>e/kg N (EU medel).

Energibindning och förbrukning visar samma bild (tabell 6 och figur 3). Vid en gödselgiva på 120 kg N/ha binds 7 gånger mer energi än vad produktionen av mineralgödseln kräver. Då är basskörden och merparten av insatsmedlen borträknade. I tabell 6 har antagits en åtgång av diesel för odling och tröskning på 75 l/ha (Länsstyrelsen Västra Götaland, 2014; Greppa Näringen, 2014). Skörden har antagits hålla 19 % vatten-

halt (vh) och torkats till 15 % vh med en åtgång av 0,15 l olja/kg borttorkat vatten (Edström et al, 2005). Energivärdena för diesel och olja har tagits från Jernkontorets energihandbok (Jernkontoret, 2014). Primärenergi med faktor 1,1 har lagts till (JTI, 2010). Beräkningarna är ingen fullständig LCA utan syftet är att visa potentialer och storleksordningar. Poster som fattas i tabell 6 är fosfor, kalium och växtskydd.

**Tabell 6. Energiskörd och energiåtgång för odling och torkning av höstvetete samt nettoskörd av energi. Vid gödsling med 120 kg kväve/ha får man 7 gånger mer energi i skörden då energin till odling och torkning har dragits bort.**

Gödsling kg N	Produktion av gödsel, MJ	Skörd netto kg	Skörd, innehåll av energi, exkl. utsäde MJ	Netto MJ efter odling och torkning	Energivinst per kg N MJ	Energivinst dividerat med åtgång energi vid produktion av gödsel
0	0	3 682	50 285	46 449	0	
20	740	4 736	65 463	60 623	709	19
40	1 480	5 651	78 640	72 829	610	16
60	2 220	6 436	89 936	83 189	518	14
80	2 960	7 098	99 474	91 819	432	12
100	3 700	7 647	107 374	98 841	351	9
120	4 440	8 090	113 758	104 374	277	7
140	5 180	8 436	118 747	108 536	208	6
160	5 920	8 694	122 464	111 448	146	4
180	6 660	8 873	125 029	113 228	89	2
200	7 400	8 979	126 564	113 997	38	1
220	8 140	9 023	127 192	113 873	-6	0

Skörd, netto= skörd minus utsäde 190 kg/ha

Energi i kärna 15 % vh, (effektiv energi): 14,4 MJ/kg kärna (Hadders et al., 2001)

Produktion av mineralgödselkväve: 37 MJ/kg N (Berglund et al., 2009)

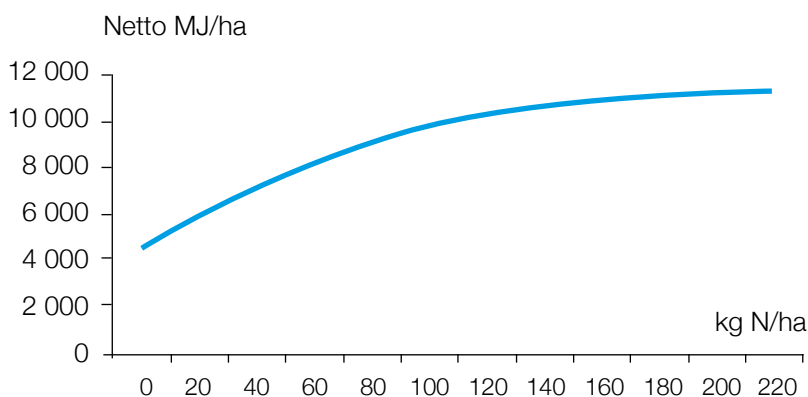
Diesel till odling och tröskning: 75 l/ha (Greppa Näringen, 2014; Länsstyrelsen Västra Götaland, 2014).

Energivärden diesel och olja (Jernkontoret, 2014)

Primärenergifaktor 1,1 (JTI, 2010)

Torkning av kärna från 19 % vh till 15% vh: 0,15 l olja/kg borttorkat vatten (Edström et al, 2005)

**Figur 3. Energivinst vid odling av höstvetete vid olika gödslingsnivåer. Energiåtgång för utsäde, odling och torkning är från dragen.**



I beräkningarna har enbart kol och energi i skördad kärna räknats med, d.v.s. det som kan användas som livsmedel. Halmskörden kan vara en lika stor post och kan användas som biobränsle. Även rotmassan innehåller mycket kol (Cederberg et al., 2012).

Skörderester och rötter bryts delvis ned och släpper ut CO<sub>2</sub> men en del blir kvar i marken och bidrar till markkolets förändring (kolinlagring och uppbyggnad av organiskt material i marken).

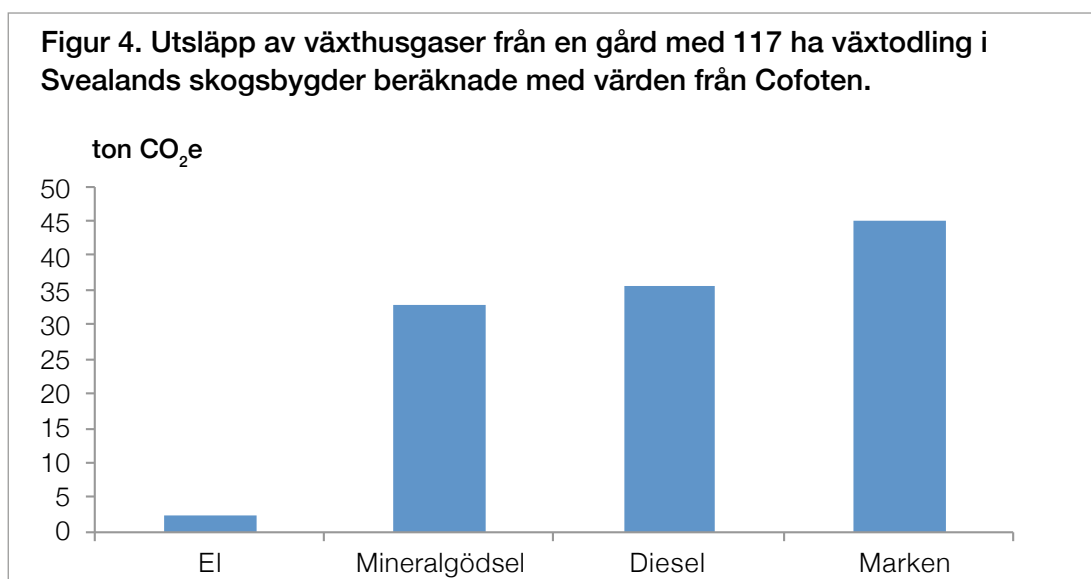
# Några beräkningsexempel

Om systemgränsen dras vid gårdsgrinden så levereras verkligen energi och kol till staden som kan välja att äta eller köra bil på produkterna. Nedan har gjorts alternativa beräkningar på vanliga (mindre?) gårdar, en växtodlingsgård och en mjölgård.

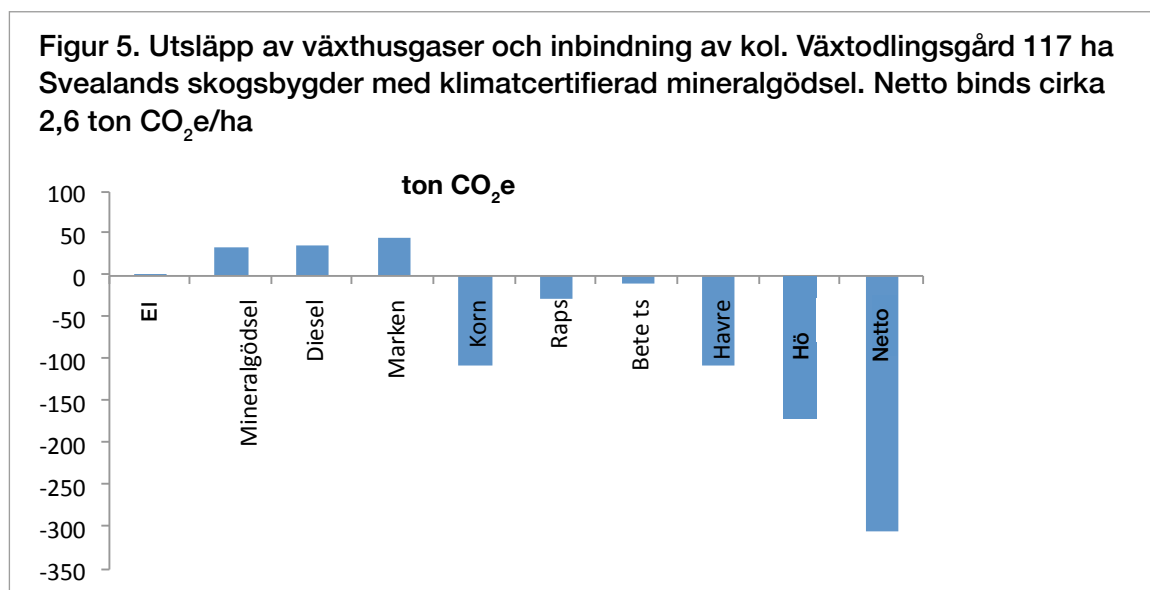
## Växtodling

Växtodlingsgård i Svealands skogsbygder med 117 ha åkermark. Data kommer från verklig gård. Klimatpåverkan från insatsmedel och mark är hämtade från Jordbruksverkets program Cofoten/Stank in mind (nedan kallat Cofoten)(Jordbruksverket, 2014). Vid beräkningar av kolinnehåll i växtprodukter har antagits att kolhalten är cirka 45 % av TS (ECN, 2014).

I Jordbruksverkets program Cofoten bortser man från kol/energi som finns i produkterna på gårdsnivå. Beräkningarna blir på växtodlingsgården som beskrivs ovan enligt Figur 4 med klimatcertifierad gödsel.



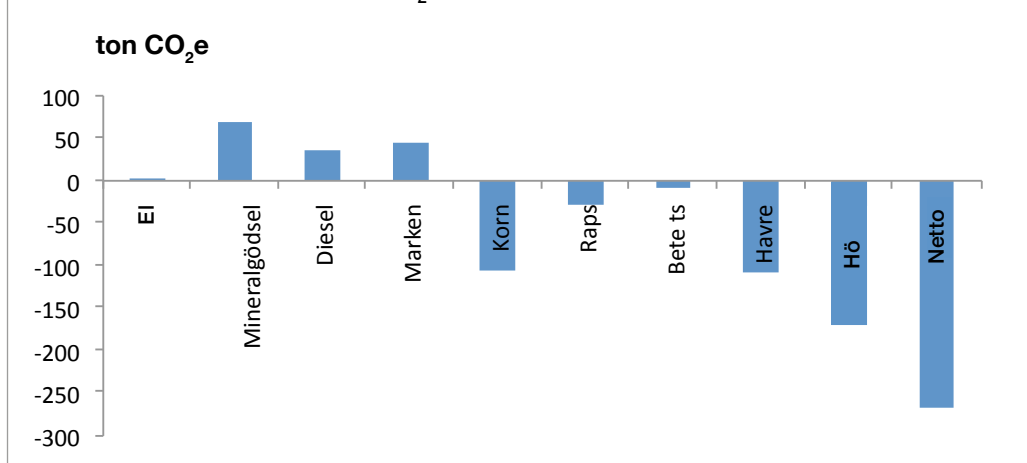
Om man lägger in kolet som binds i produkterna som säljs från gården och räknar fram hur mycket koldioxid som atmosfären har befriats från så blir bilden annorlunda och visas i Figur 5.



Samma exempel som i Figur 4 och 5, fast utan klimatcertifierad gödsel, visas i Figur 6. Utan klimatcertifierad gödsel binds cirka 2,3 ton CO<sub>2</sub>e/ha på växtodlingsgården på 117 ha. Exemplet är hämtat från praktiken i Svealands skogsbygder. Värdena för gödseln som använts är hämtade från Greppa Näringens räknenumra för mineralgödsel (EU medel), d.v.s. 6,8 kg CO<sub>2</sub>e/kg N.

Nettobindningen per hektar av koldioxid minskar 0,3 ton utan klimatcertifierad gödsel.

**Figur 6. Växtodlingsgård utan klimatcertifierad mineralgödsel.  
Netto binds cirka 2,3 ton CO<sub>2</sub>e/ha.**



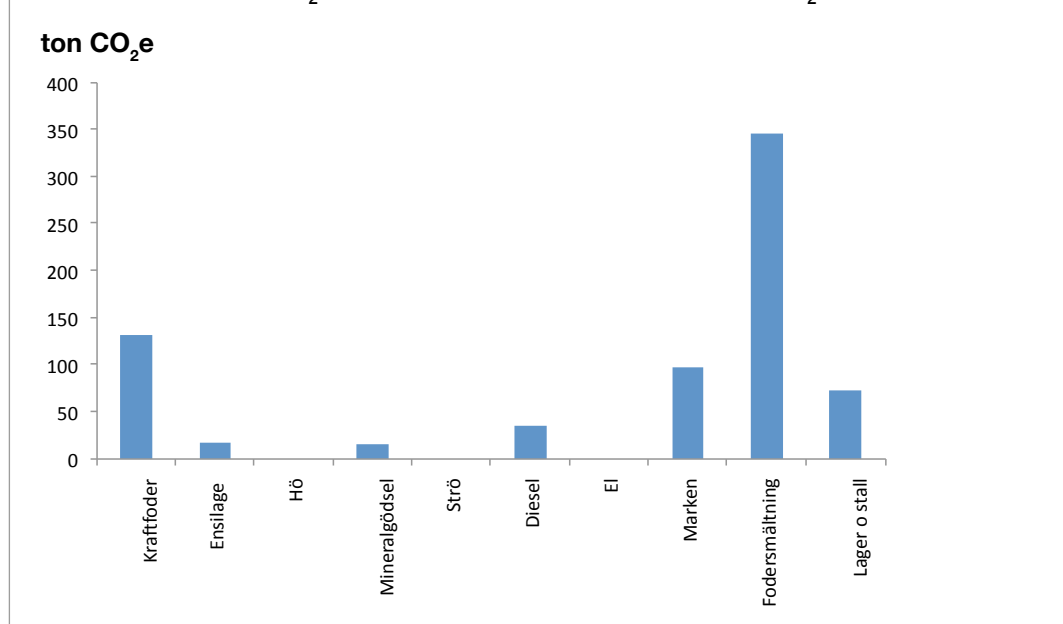
### Mjolk- och köttproduktion

På en gård med mjolk- och köttproduktion (idisslare) står i normalfallet fodersmältningen för det största utsläppet av växthusgaser eftersom den metan som bildas är en stark växthusgas.

Data för räkneexemplet i detta projekt är hämtat från en verklig gård i Svealands skogsbygder med 65 mjolkkor + rekrytering. Åkerarealen är 85 ha + 15 ha naturbete. I detta fall har man använt klimatcertifierad kvävegödsel. De köper in kraftfoder, kvävegödsel samt en mindre mängd grovfoder vissa år.

Inköpta mängder insatsmedel framgår av tabell 7 i bilaga 1. Enligt beräkningssättet i Cofoten får man ett resultat som visas i Figur 7.

**Figur 7. Utsläpp från gård med 65 mjolkkor plus rekrytering enligt Cofoten.  
Totalt utsläpp av CO<sub>2</sub>e är på denna mjolkgård 727 ton CO<sub>2</sub>e.**

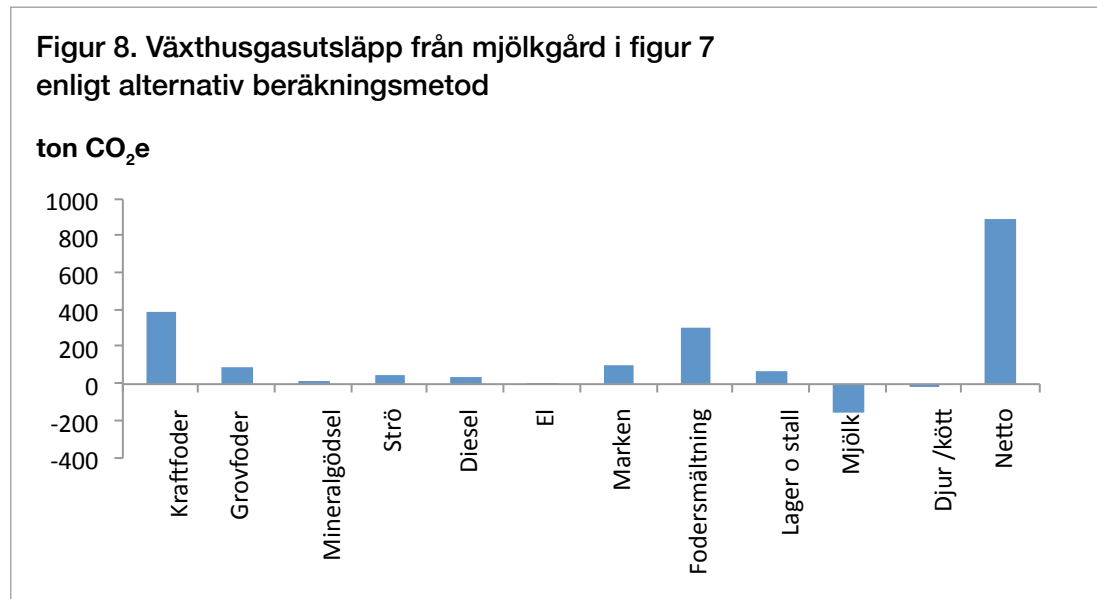


Om man vill göra en totalbild vid gårdsgrind på en mjolkgård och även räkna med kol/energiinnehållet i produkterna som säljs, bör även det kol räknas med som finns i produkterna som köps in till gården och som äts av djuren och därmed släpps ut. I Cofoten räknas enbart fram hur mycket växthusgaser som har släppts ut vid produktion av insatsmedlen d.v.s. då det köps in till gården. På gården äter djuren upp fodret, d.v.s. använder energin och släpper ut kolet i atmosfären.

Men eftersom Cofoten lägger till utsläpp vid fodersmältning samt utsläpp i stall och lager så ingår delar av det kol som korna äter upp i Cofotens utsläppsberäkningar.

Dessutom blir det en dubbelräkning om man räknar med både utsläppen vid produktion och vid förtäring eftersom produktionsutsläppen har belastat den gård (eller land vid import) där produktionen sker. Det innebär att utsläppen vid produktion av inköpta fodermedel (kraftfoder, ensilage, hö) inte ska räknas med i detta fall, istället räknar vi med utsläppen då korna äter upp fodret.

Beräkningar av växthusgasutsläpp från idisslande djur är komplicerade och detta projekts förslag till alternativt beräknings sätt finns i helhet i Bilaga 1. Resultatet visas i Figur 8.



I detta exempel på en mjölkgård blir de totala utsläppen av växthusgaser något högre med vårt alternativa beräknings sätt och inköp av kraftfoder leder till större växthusgasutsläpp än fodermältningen. Idisslarnas utsläpp av växthusgaser är en dominerande post i jordbrukets utsläpp enligt klimatberäkningarna och bara runt 6 % är möjligt att åtgärda om vi vill ha betande djur kvar i landet (Figur 7 i Jordbruksverket, 2012). Mjölkgårdarnas möjlighet att odla eget kraftfoder är givetvis beroende av tillgång på mark och odlingsklimatet. Ju längre norrut i landet ju mer dominerar vall och spannmålsodling.

### Hypotetisk beräkning på potentialen för kol- och energiinbindning i svenska jordbruksprodukter

I de internationella klimatberäkningarna så framstår jordbruket i Sverige som en stor utsläppspost. De största utsläppen som räknas är idisslarnas utsläpp, utsläpp från djurens stallgödsel samt odling av organogena jordar. Om svenskt jordbruk upphör med djurhållning och odling av organogena jordar skulle alltså utsläppen från svenskt jordbruk enligt klimatberäkningssystemet bli nästan noll. Detta är en rent teoretisk fundering då Sverige är ett land som är lämpat för vallodling och människorna kan inte tillgodogöra sig gräs som föda, vilket innebär att idisslarna behövs för att omsätta vallen.

Enligt Jordbruksverkets statistik har vi ungefär 2 600 000 ha åkermark samt 450 000 ha betesmark. I ett scenario utan idisslande betesdjur kommer merparten av betesmarkerna sannolikt att övergå till skogsproduktion. I detta exempel har vi enbart räknat på åkerarealen.

I försöken med höstvete bands över 12 ton CO<sub>2</sub> per hektar i skörden vid kvävegivor över 160 kg N. Efter avdrag för insatsmedel bands netto nästan 9 ton CO<sub>2</sub> per hektar (Tabell 4). Om halva denna effektivitet kan uppnås på Sveriges åkermark skulle 2,6 x 10<sup>6</sup> x 4,5 ton CO<sub>2</sub> bindas i skörden netto, efter avdrag för insatsmedel, dvs. 12 Mton CO<sub>2</sub>. Enligt Jordbruksverkets rapport 2012:35 *Ett klimatvänligt jordbruk* var utsläppen 2010 från hela Sveriges jordbruk, inklusive idisslarnas fodermältning och odling av organogena jordar, drygt 10 Mton CO<sub>2</sub>e.

Energimässigt skulle med samma antaganden 2,6 x 10<sup>6</sup> x 56 000 MJ produceras netto, d.v.s. 145 x 10<sup>9</sup> MJ (40 TWh). Sveriges befolkning kräver cirka 2000 kcal/dag (=8,4 MJ/dag) vilket innebär 3055 MJ/person och år. Nettoproduktionen från ett hektar räcker då till 18 personer. Teoretiskt skulle alltså energiproduktionen från svensk åkermark räcka till 47 M människor, d.v.s. nästan 5 gånger dagens befolkning i Sverige.

Idisslarna är viktiga för miljömål om biologisk mångfald och öppna landskap och Sverige har utmärkta förutsättningar för vallodling, men exemplet visar att det är klimatsmart att vara effektiv och binda mycket kol och energi i den öppna växtodlingen.



# Diskussion

Värdena som rapporteras i den internationella klimatkonventionen ger ingen helhetsbild över jordbrukets klimatpåverkan. De internationella klimatberäkningarna räknar endast med utsläpp av metan och lustgas från jordbrukssektorn, där idisslarnas foderomsättning tillsammans med de organogena jordarnas utsläpp blir helt dominerande. Organogena jordarnas utsläpp uppstod vid utdikning för 100 år sedan i en tid då samhället värnade om människornas behov av mat. Idag används delar av den utdikade arealen som skog. Enda sättet att minska dessa jordars utsläpp av växthusgaser är att lägga dem under vatten igen (Berglund, 2014). Det finns en diskussion om hur redovisning av dessa utsläpp ska ske och hur ska minskning av dessa utsläpp finansieras.

Eftersom man i den internationella klimatrapporeringen bara räknar man utsläpp (utgifter) och inte inbindning (intäkter) blir det lätt så att jordbruket ses mer som ett miljöproblem än som nödvändigt. Att endast beakta utsläppen motsvarar att man i en ekonomisk kalkyl endast beaktar kostnaderna. Att räkna så kan vara relevant om tillgången på mat är obegränsad i relation till efterfrågan; exempelvis om Sverige kan importera hur mycket mat som helst eller om jorden kan importera hur mycket som helst från månen. I en sådan värld är det relevant att finna den markanvändning som ger så lite utsläpp av växthusgaser som möjligt. Men på vår jord är produktionskapaciteten begränsad och då bör även intäktssidan vara med. Både för den enskilde lantbrukaren, för Sverige och för jorden som helhet är det intäkter minus kostnader som är relevant. Jordbruket är viktigt för att kunna driva människorna, men det kostar att försörja människorna med energi. Det är något vi inte kan avstå från.

För att få ett "helhetsgrepp" på jordbruksproduktion kan man göra LCA. I Sverige har det tagits fram ett program som gör enkla LCA för jordbruksproduktion (s.k. klimatkollen). I detta lägger man in alla insatsmedel (diesel, mineralgödsel etc.) och resultatet visar stora utsläpp av koldioxid. Men jordbrukaren använder inte energin i produkterna på gården utan det säljs till staden som livsmedel eller "bioenergi". För att helhetsbilden ska bli rätt måste energin (kolet) i produkterna visas. Det är viktigt dels för att jordbrukaren som företagare ska förstå sin egen roll i detta men även politiskt för att regelverket inte ska slå undan möjligheterna till en klimatsmart produktion.

Det är även viktigt att beakta utsläppen av nybundet kol. Att köra bil på "förnyelsebart" bränsle anses vara så bra så det inte spelar någon roll hur långt man kör. Men även utsläpp av nybundet kol är faktiskt utsläpp av koldioxid. Koldioxidhalten i atmosfären ökar om vi "slösar" med nybundet kol. Det "fossila" och det nybundna kolet ger samma utsläpp av koldioxid och det spelar ingen roll om förbränningen sker i bilar eller människor. Det är mängden utsläpp som har betydelse.

Jordbrukets produkter kan användas som livsmedel, för energiframställning eller vara en permanent kolsänka om samhället vill det. För att säkerställa miljöriktiga beslut och åtgärder bör människans behov av energi i födan särskiljas från jordbrukssektorn och värderas på liknande sätt som fordonens behov av bränsle. Beräkningssätten att bortse från livsmedelsprodukternas innehåll av kol och därmed osynliggöra energibindningen i livsmedelsprodukter, kan lätt leda till beslut och åtgärder som minskar produktionen. Resultatet blir ökad import eftersom människan har samma behov av föda oavsett storleken på inhemsk produktion. Ur global synpunkt är det svårt att se vinsten ur klimatsynpunkt om vi bara flyttar produktionen av mat till annat land, även om resultaten i svenska rapporteringarna ser bra ut.

Självklart är det viktigt att produktionen sker så effektivt som möjligt med små utsläpp per producerad enhet samtidigt som andra miljömål inte äventyras. Med mineralgödsel krävs mindre areal för att producera den mat vi konsumerar. Om besparad areal används för att producera bioenergi blir mineralgödsel en "klimatbästing". Utväxlingen av energi är god vid användning av mineralgödsel. Vid normala gödselgivor får man en skörd som innehåller 6–12 gånger mer energi än vad som har använts vid framställning av mineralgödseln. Då är den ogödslade "basskörden" borträknad och halmen är inte med. Totalt binds alltså betydligt mer energi på åkern. Klimateffekten vid produktion av mineralgödsel är nästan försumbar i jämförelse med

den kolbindning som sker i skörden. Vid normala gödselgivor binds 15–25 gånger mer koldioxid än den klimatpåverkan produktionen av mineralgödseln har. Mineralisk kvävegödsel kan även produceras med förnyelsebar energi. Yara använder idag naturgas vid produktion av den klimatcertifierade mineralgödseln (Erlingsson, 2014) vilket innebär att produktionen kan förbättras ytterligare ur klimatsynpunkt.

Idisslarna har stora utsläpp enligt det internationella beräkningssystemet och det är svårt att åtgärda detta om vi vill ha betesdjur kvar. Samtidigt har dessa djur den stora fördelen att de kan omvandla det för människan oätliga gräset till högvärdiga livsmedel. Betesdjur är även viktiga för bevarandet av den biologiska mångfalden. Kanske måste vi acceptera att tillåta en viss mängd betesdjur i ett land som Sverige, men samtidigt utnyttja den plöjda åkern effektivt genom hållbar odling.

Utsläppen av växthusgaser vid jordbruksproduktion bör sättas i relation till mängden producerad bioenergi, oavsett om energin äts eller förbränns. Det bör inte anses viktigare att producera bränsle till bilar än till människor som dagens beräkningssystem antyder. Tillgång till livsmedel är trots allt vårt mest basala behov. För att styra rätt mot målet att minimera klimatpåverkan från livsmedelsproduktionen så krävs transparent material kring frågan. Insatserna bör koncentreras på det som är åtgärdbart. Någon morot borde införas, idag finns bara piskor. Jordbrukaren borde kunna sälja utsläppsätter eller åtminstone få tillbaka den koldioxidskatt som betalas för fossila bränslen, då bioenergi i livsmedel och bränsle levereras till konsumenterna.

## Slutsatser

- Jordbruket är en kolfälla, men syftet med jordbruk är att förse samhället med livsmedel, vilket gör hela kedjan till en kolkälla då konsumenterna förbränner energin som livsmedel eller bränsle.
- Alla utsläpp av koldioxid påverkar klimatet oavsett om det är fossilt eller nybundet kol.
- Livsmedelsproduktionen bör värderas i klimatsammanhang så det åtminstone blir jämförbart med produktion av bränsle.
- Den kol som jordbrukaren binder borde avräknas den som beskattas vid användning av fossila bränslen.
- Självklart ska stallgödsel utnyttjas optimalt i första hand men när den inte räcker så är användning av mineralgödsel, upp till optimala givor, klimat- och energismart.

## Litteratur

Berglund, M., Cederberg, C., Clason C., Henriksson, M., Törner, L., (2009). Jordbrukets klimatpåverkan – underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalyser av exempelgårdar. Delrapport i Jokerprojektet. HS Halland.

Bernes, C., En ännu varmare värld. Växthuseffekten och klimatets förändringar. (2007). Naturvårdsverket.

Börjesson, P., (1996). Energy analysis of biomass production and transportation. Biomass and Bioenergy. Volym 11, Issue 4, pp 305-318.

Cederberg, C., Landquist, B., Berglund, M., (2012). Potentialer för jordbruket som kolsänka. SIK-rapport Nr. 850

Cederberg, C. (2009). Utsläpp av växthusgaser i foderproduktionen. Klimatmärkningen rapport 2009:2

Ciat (2014). International center for tropical agriculture. Tillgänglig 2014-08-10 på <http://ciatblogs.cgiar.org/agbio/global-action-to-reduce-greenhouse-gas-emissions-in-rice-production/>

DeCicco, J.M. (2012). Biofuels and carbon management. Climate Change 111, 627-640.

ECN, Phyllis 2. Databas. Tillgänglig 2014-06-04 på länken <https://www.ecn.nl/phyllis2/>

- Edström M, Pettersson O, Nilsson L, Hörndahl T. 2005. Jordbrukssektorns energianvändning. JTI- rapport 342
- Energimyndigheten (2007) Prognos för utsläpp och upptag av växthusgaser. Delrapport i i Energi- myndigheten och Naturvårdsverkets underlag till kontrollstation 2008
- Ericsson, N., Porsö, C., Ahlgren, S., Nordberg, Å., Sundberg, C. & Hansson, P.-A., (2013). Time-dependent climate impact of a bioenergy system – methodology development and application to Swedish conditions. GCB Bioenergy (2013), doi: 10.1111/gcbb.12031
- Greppa Näringen (2014) tillgänglig 2014-08-10 på <http://www.greppa.nu>
- Hadders, G., Mehrdad, A., Nilsson, C., Burvall, J., (2001) Bränsleegenskaper hos spannmålskärna. Betydelsen av jordart, sädesslag och sort. Rapport 289. JTI.
- Högberg, A., Pickova, J., 2002, Du blir vad du äter - fettsyror i foder, kött och människa. Fakta Jordbruk Nr 11 2002
- IPCC 2013, Climate change 2013 The physical Science Basis, Working group one to the fifth assessment report of IPCC
- Jernkontoret, (2014). Energihandbok. Tillgänglig 2014-08-17 på <http://energihandbok.se/x/a/i/10214/Berakning-av-koldioxidutslapp-for-olika-energislag.html>
- JTI 2010. Det svenska jordbrukets framtida drivmedelsförsörjning. Rapport 392.
- Jordbruksverket (2014) Cofoten/Stank in mind tillgänglig 2014-04-20 på <https://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtnaring/cofoten.4.6beab0f111fb74e78a78000282.html>
- Jordbruksverket (2013). Riktlinjer för gödning och kalkning 2014. Jordbruksinformation 11 – 2013
- Jordbruksverket (2012). Ett klimatvänligt jordbruk 2050. Rapport 2012:35.
- Jordbruksverket (2011). Energieffektivisering inom jordbruket. Förslag till utformning av rådgivnings-system. Rapport 2011:12.
- Jönsson, H., Baky, A., Jeppson, U., Hellström, D., Kärrman, E., 2005, Composition of urine, faeces, greywater and biowaste - for utilisation in the URWARE model, Urban Water report 2005:6, Urban Water, Chalmers University of Technology
- Klimatmärkningen (2014) tillgängligt 2014-04-19 på <http://www.klimatmarkningen.se>
- KRAV (2014) tillgängligt 2014-04-20 på <http://www.krav.se/kravs-regler>
- Larsson, M. (2004). Fotavtryck av Sveriges befolkning. Miljöeffekter av livsmedelskonsumtionen. Naturvårdsverkets rapport 5367.
- Lindmark Månsson, H., 2012, Den svenska mjölkens sammansättning 2009, Rapport nr: 7094, En forskningsrapport från Svensk Mjolk
- Länsstyrelsen Västra Götaland. Bidragskalkyler. Tillgänglig 2014-08-14 på <http://www.lansstyrelsen.se/vastra-gotaland/Sv/lantbruk-och-landsbygd/lantbruk/ditt-foretags-ekonomi/bidragskalkyler/Pages/konventionell-produktion.aspx>
- Naturvårdsverket (2014a). Klimatkonventionen, tillgänglig 2014-04-15 på <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallat/EU-och-internationellt/Internationellt-miljoarbete/miljokonventioner/Klimatkonventionen/>
- Naturvårdsverket (2014b). Beräkna utsläpp av växthusgaser och luftföroreningar, tillgänglig 2014-04-15 på <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Luft-och-klimat/Berakna-utslapp-av-vaxthusgaser-och-luftfororeninga/>
- Naturvårdsverket (2013) PM om LULUCF tillgänglig 2014-04-20 på <http://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/statistik-a-till-o/vaxthusgaser/LULUCF.pdf>

Naturvårdsverket (2012a). Underlag till en färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050. Naturvårdsverket rapport 6537.

Naturvårdsverket (2012b) Konsumtionsbaserade miljöindikatorer, Underlag för uppföljning av generationsmålet. Rapport 6483.

Naturvårdsverket (2007a). Import av kött- export av miljöpåverkan. Rapport nr 5671.

Naturvårdsverket (2007b). Prognos för utsläpp och upptag av växthusgaser. Delrapport i Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till kontrollstation 2008.

Rosén, A., (2013), Aktuella trender inom nötköttsproduktionen, Institutionen för livsmedelskunskap nr 384, SLU.

SCB, 2014 tillgängligt 2014-04-21 på <http://www.scb.se/sv/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Befolkning/Befolkningens-sammansattning/Befolkningsstatistik/>

SNF (2014) tillgänglig 2014-04-20 på <http://www.naturskyddsforeningen.se/vad-vi-gor/jordbruk/eko/ekologiskt-nobbar-gifterna>

SPBI (2014). Energiinnehåll, densitet och koldioxidemission, tillgänglig 2014-04-15 på <http://spbi.se/blog/faktadatabas/artiklar/berakningsmodeller/>

Svenskt Sigill (2014) tillgängligt 2014-04-19 på <http://www.svensksigill.se>

## Muntliga källor

Baky, Andras, JTI. 2014

Berglund, Kerstin, Sveriges Lantbruksuniversitet. 2014

Erlingson, Mogens, Yara. 2014

# Bilaga 1

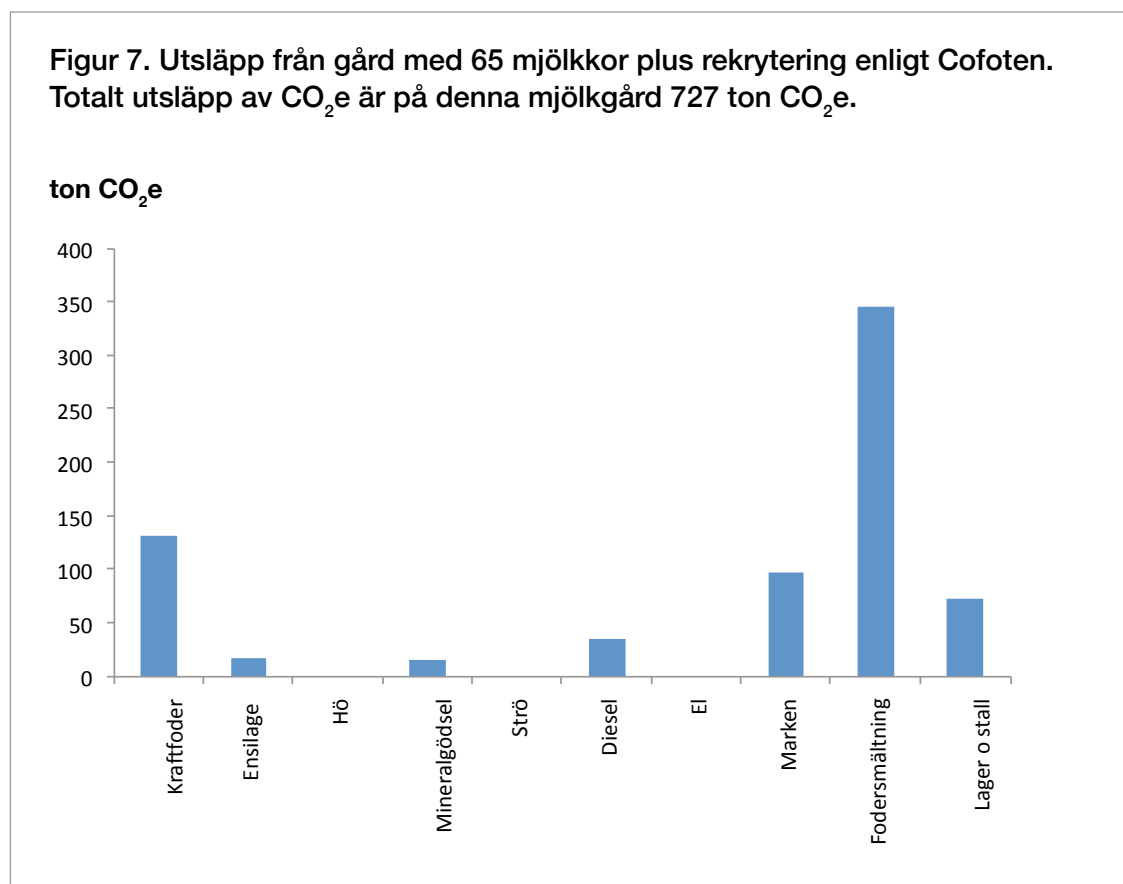
## Mjolk- och köttproduktion

På en gård med mjolk- och köttproduktion (idisslare) står i normalfallet fodersmältningen för det största utsläppet av växthusgaser eftersom det metan som bildas är en stark växthusgas. Exemplet kallas nedan är hämtat från en verklig gård i Svealands skogsbygder med 65 mjölkcor + rekrytering. Åkerarealen är 85 ha + 15 ha naturbete. I detta fall har man använt klimatcertifierad kvävegödsel.

Man köper in kraftfoder, kvävegödsel samt en mindre mängd grovfoder vissa år.

Inköpta mängder insatsmedel framgår av tabell 7. Enligt beräkningssättet i Cofoten får fram ett resultat som visas i Figur 7.

**Figur 7. Utsläpp från gård med 65 mjölkcor plus rekrytering enligt Cofoten. Totalt utsläpp av CO<sub>2</sub>e är på denna mjölkgård 727 ton CO<sub>2</sub>e.**



*forts.*

**Tabell 7. Inköp av förnödenheter för mjölkgården i exemplet som visas i Figur 7 samt data för växthusgasutsläpp från Cofoten.**

Inköp	ton	CO <sub>2</sub> e/ton	ton CO <sub>2</sub> e
Nötfoder, kraft	216	0,5	108
Nötfoder, topp	48	0,5	24
Mineralfoder	0,3	0,8	0
Ensilage ts	47	0,36	17
Hö	10	0,335	3
NS 27-4	20,3	0,78	16
Halm	30	0,03243012	1
Spån	8	0,1	1
	m <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup>	
Diesel	11	3,243012	36
	MWh	CO <sub>2</sub> e/Mwh	
EI	76	0,03878254	3
Summa in			209
Marken			98
Fodersmältning			346
Lager och stall			74
Summa totalt			727

Om man vill göra en totalbild vid gårdsgrind på en mjölkgård och även räkna med kol/energinnehållet i produkterna som säljs, bör även det kol räknas med som finns i produkterna som köps in till gården och som äts av djuren och därmed släpps ut. I Cofoten räknas enbart fram hur mycket växthusgaser som har släppts ut vid produktion av insatsmedlen d.v.s. då det köps in till gården. På gården äter djuren upp fodret, d.v.s. använder energin och släpper ut kolet i atmosfären.

Men eftersom Cofoten lägger till utsläpp vid fodersmältning samt utsläpp i stall och lager så ingår delar av det kol som korna äter upp i Cofotens utsläppsberäkningar. Dessutom blir det en dubbelräkning om man räknar med både utsläppen vid produktion och vid förtäring eftersom produktionsutsläppen har belastat den gård (eller land vid import) där produktionen sker. Det innebär att utsläppen vid produktion av inköpta fodermedel (kraftfoder, ensilage, hö) inte ska räknas med i detta fall, istället räknar vi med utsläppen då korna äter upp fodret.

På denna gård (och i vårt system) ska vi alltså bara räkna med det kol som djuren äter upp och som släpps ut som CO<sub>2</sub>, metan eller lustgas.

Cofoten räknar med utsläpp av 346 ton CO<sub>2</sub>e för fodersmältning och 74 ton CO<sub>2</sub>e för lager och stall (tabell 8). Utsläppen vid fodersmältningen är 13,8 ton metan vilket är en 25 gånger starkare växthusgas än CO<sub>2</sub> (13,8 ton\*25=346 ton).

Kolet i spånet kan diskuteras var det hamnar men vi räknar med dess innehåll av kol vilket motsvarar 12 ton CO<sub>2</sub> (tabell 8).

Gården köper in 146 ton C (motsvarande 538 ton CO<sub>2</sub>e) som djuren äter upp och växthusgaser släpps ut vid fodersmältning och i lager och stall (Tabell 8).

Men delar av dessa utsläpp ligger redan med i Cofotens beräkningar som:

- 13,8 ton metan vid fodermältning (=10 ton C eftersom 12/16 delar är C)

samt

- 2 ton metan och 77 kg lustgas från lager och stall. Lustgasen (N<sub>2</sub>O) är en stark växthusgas (298 ggr CO<sub>2</sub>) men innehåller inget kol. 2 ton metan innehåller 1,5 ton C.

Det innebär att 12 ton kol (43 ton CO<sub>2</sub>) ska dras bort från Cofotens värde för fodermältning (346-43=303) för att undvika dubbelräkning.

Molvikter: C 12, O 16

CO<sub>2</sub>: 44

Alltså ska kolinnehållet multipliceras med 3,678 för att få mängden CO<sub>2</sub>

CH<sub>4</sub> molvikt 16

C 12

H 1

12/16 delar är kol i metan

Vi ska inte räkna med utsläppen vid produktion av inköpta fodermedel, eftersom dessa belastar den producerande gården/landet, vilket gör att beräkningarna för utsläppen totalt blir:

Inköp av kol i fodermedel (538 ton CO<sub>2</sub>e) + fodermältning enligt Cofoten (346 ton CO<sub>2</sub>e) – 43 ton för att undvika dubbelräkning +74 lager och stall enligt Cofoten (74 ton CO<sub>2</sub>e) +utsläpp från mark enligt Cofoten (98 ton CO<sub>2</sub>e) + utsläpp av el och diesel enligt Cofoten (3+36 ton CO<sub>2</sub>e). Totalt; 1052 ton CO<sub>2</sub>e.

**Tabell 8. Inköp av förnödenheter till mjölkgården i exemplet ovan. I tabellen visas även kolinnehåll samt beräknat utsläpp av växthusgaser.**

			Cofotens beräkning					
Inköp	ton	ton CO <sub>2</sub> e/ton	ton CO <sub>2</sub> e		Ts	innehåll C	ton C	motsv. CO <sub>2</sub>
Nötfoder, kraft	216	0,5	108		194	0,45	87	321
Nötfoder, topp	48	0,5	24		43	0,45	19	71
Mineralfoder	0,3	0,8	0					
Ensilage ts	47	0,36	17		47	0,45	21	78
Hö	10	0,335	3		9	0,45	4	15
NS 27-4	20,3	0,78	16					
Halm	30	0,03243	1		25	0,45	11	41
Spån	8	0,1	1		7	0,45	3	12
	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup></b>				<b>Summa</b>	<b>146</b>	<b>538</b>
Diesel	11	3,243012	36		Dubbelräkning av fodersm. mm			-43
	<b>MWh</b>	<b>CO<sub>2</sub>e/MWh</b>						
El	76	0,038783	3					
Summa in		209						
Marken			98					
Fodermältning		346	13,8 ton metan					
I stallgödseln								
Lager och stall		74	2 ton metan + 77 kg lustgas					
Summa totalt		727						

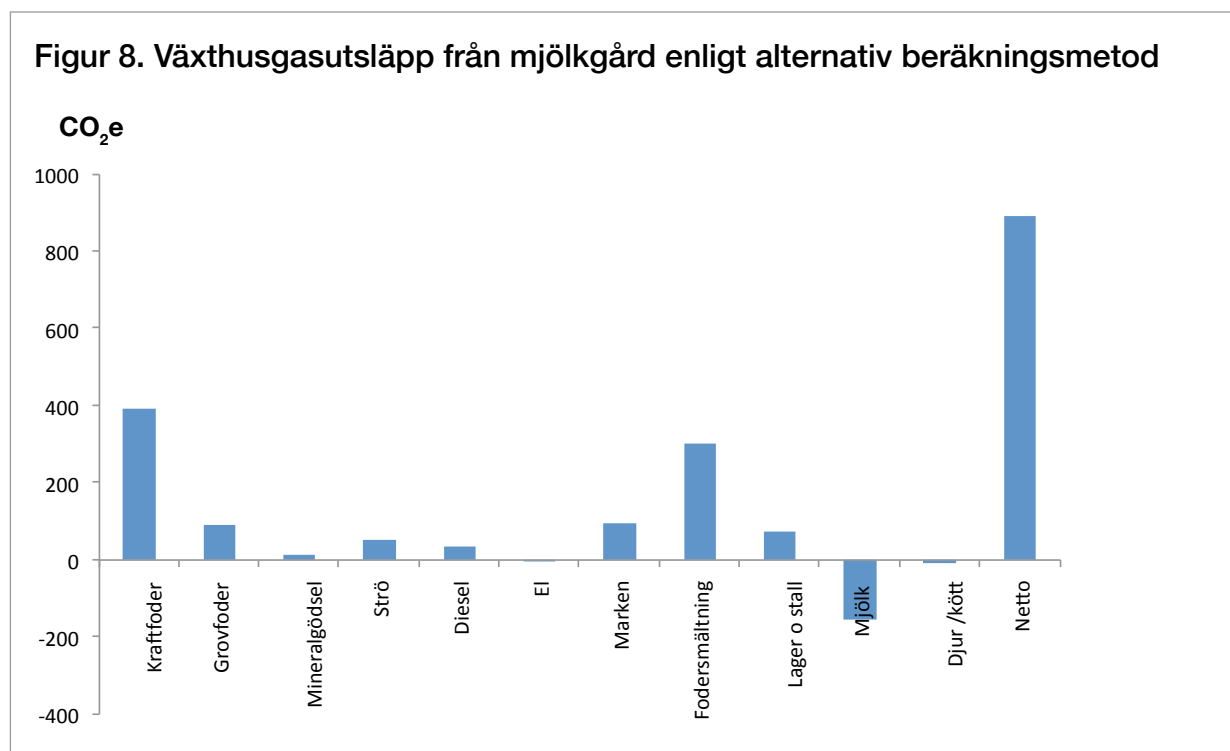
Från gården säljs mjölk, kött och livdjur. Mjölken innehåller 69,365 g C/kg mjölk (Månsson, 2012; Jönsson et al, 2005; Baky, 2014) och djuren antas innehålla 18 % kol (Högberg et al, 2002; Rosen, 2013; Baky, 2014).

**Tabell 9. Sålda produkter från mjölkgården och produkternas innehåll av C samt indirekt bindning av koldioxid.**

Försäljning	ton	ton C/ton	ton C	ton CO <sub>2</sub>	
Mjök	605	0,069365	42	154	69,365 kg C/ton
Nöt levande vikt	8	0,18	1,4	5,1	18 % C
Nöt, livdjur	2,2	0,18	0,4	1,5	18 % C
Summa			44	161	

1052 ton CO<sub>2</sub>e - 161 ton CO<sub>2</sub>e = -891 ton CO<sub>2</sub>e

Resultatet visas i figur 8 vilket kan jämföras med Cofotens figur 7. Totala utsläppen av växthusgaser (CO<sub>2</sub>e) blir något högre i detta fall 891 ton CO<sub>2</sub>e mot Cofotens beräkningsätt som var 727 ton CO<sub>2</sub>e.



I detta exempel på en mjölkgård blir de totala utsläppen av växthusgaser något högre med vårt alternativa beräkningsätt och inköp av kraftfoder leder till större växthusgasutsläpp än fodersmältningen.