

# Den svenska kött- och mjölkproduktionens inverkan på biologisk mångfald och klimat

– skillnader mellan betesbaserade och  
kraftfoderbaserade system



- Betesbaserad köttproduktion är viktig för biologisk mångfald men har större klimatpåverkan än kraftfoderbaserad produktion. På vissa typer av betesmarker kan lövträdsproduktion för bioenergiändamål vara ett sätt att överbygga denna målkonflikt.
- Minskande djurantal kan resultera i brist på betesdjur för att nå miljömålen för betesmarker. Genom att åter öka stutuppfödningen och flytta djur från åkerbete till naturbete kan bristen förebyggas.
- Naturvårdsbete kan vara lönsamt om det baseras på befintliga resurser med låg alternativkostnad men lönsamheten försämras kraftigt vid krav på nyinvesteringar och marknadsmässig arbets- och kapitalersättning.



# Den svenska kött- och mjölkproduktionens inverkan på biologisk mångfald och klimat

– skillnader mellan betesbaserade och kraftfoderbaserade system

*I rapporten beräknas hur olika modeller för kött- och mjölkproduktion skapar förutsättningar för biologisk mångfald och hur de påverkar klimatet genom utsläpp av växthusgaser. Även produktionens företags- och samhällsekonomiska kostnader beräknas. Resultaten visar att betesbaserad nöt- och lammköttproduktion är viktig för att bevara biologisk mångfald. Å andra sidan har betesbaserad köttproduktion större utsläpp av växthusgaser än kraftfoderbaserad gris- och kycklingproduktion. Ett sätt att minska denna målkonflikt är att kombinera lövträdsproduktion för bioenergiändamål med bete i vissa typer av marker.*

Redaktör  
David Ståhlberg

Författare  
Karl-Ivar Kumm, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Omslagsfoto  
Eva Sjöberg



# Meat and milk production in Sweden and its impact on biodiversity and climate

– Differences between grazing-based and concentrate-based systems

*Calculations presented in the report show how different models of meat and milk production create opportunities for biodiversity in e.g. semi-natural pastures and how the models affect the climate by emissions of greenhouse gases. Also business and social costs are calculated. The results suggest that grazing based beef and lamb production are important for the biodiversity. However, grazing-based meat production has larger greenhouse gas emissions than concentrate-based pig and poultry meat production. One way to reduce this conflict of objectives is to combine hardwood production for bioenergy purposes with grazing in certain types of pastures.*

Editor  
David Ståhlberg

Author  
Karl-Ivar Kumm, Department of Animal Environment and Health,  
Swedish University of Agricultural Sciences



# Förord

Svensk kött- och mjölkproduktion bidrar, generellt sett, till biologisk mångfald. Samtidigt står animalieproduktionen för mer än fem procent av Sveriges utsläpp av växthusgaser. Är denna motsättning nödvändig? Går det att förena mångfaldsnytta med insatser för minskad klimatpåverkan?

I den här rapporten presenteras jämförande beräkningar av olika faktiska och ideala produktionssystemens påverkan på biologisk mångfald och klimat. Fokus ligger på skillnader mellan betes- och kraftfoderbaserade system. Även beräkningar av företags- och samhällsekonomiska kostnader presenteras.

Sett till biologisk mångfald är naturligtvis betesdominerade produktionssystem att föredra framför kraftfoderdominerade system. Sett till klimatpåverkan är skillnaderna relativt små mellan gängse svenska mjölkproduktionssystem. När det gäller köttproduktionen är däremot utsläppen av klimatgaser per kg kött avsevärt högre i betesbaserad nöt- och lammköttproduktion än i kraftfoderbaserad kyckling- och grisköttproduktion. Kraftfoderbaserad nötköttsproduktion intar en mellanställning. Klimatbelastningen från den betesbaserade produktionen kan emellertid i mer eller mindre hög utsträckning kompenseras genom kolinlagring i vallar samt i träd på vissa typer av betesmarker. Härvidlag framstår höstlamm- och stutuppfödning som de system som har högst sammanvägd miljöpotential.

En idealmodell för köttproduktion med stora vinster för både biologisk mångfald och klimat är enligt denna rapport s.k. *silvopastoral agroforestry*. Modellen bygger på att extensiv betesdrift kombineras med lövträdsproduktion för bioenergiändamål. Ett väl utformat kombinationsbruk av detta slag kan särskilt bidra till att öka de biologiska värdena på gamla kulturbetesmarker och betesvallar. I marker med högt näringsinnehåll kan klimatnyttan förstärkas ytterligare genom kolinlagring i marken. Det är en större utmaning att på ett storskaligt sätt kombinera naturvård med klimatnytta på naturbetesmarker.

Betesbaserade produktionssystem har väsentligt högre företagsekonomiska kostnader än kraftfoderbaserade system. Naturvårdsbete kan idag vara lönsamt om det baseras på befintliga resurser med låga alternativkostnader, men vid krav på nyinvesteringar i bl.a. byggnader och krav på marknadsmässig arbets- och kapitalersättning uppnås inte full kostnadstäckning vid nuvarande miljöersättningar och normal svensk produktionsteknik och företagsstruktur och vid nuvarande köttpriser. Nya samarbets- och företagsformer behöver utvecklas för att vi långsiktigt ska kunna bevara och ha nytta av våra betesmarker.

Studien har finansierats med medel från Miljömålsrådet och Sveriges Lantbruksuniversitets anslag för fortlöpande miljöanalys. Karl-Ivar Kumm vid Sveriges Lantbruksuniversitet har på Jordbruksverkets uppdrag utfört studien och är ansvarig för rapportens innehåll. Ingrid Rydberg, Naturvårdsverket, har ingått i en projektledningsgrupp tillsammans med undertecknad och Torben Söderberg, Jordbruksverket.

David Ståhlberg





# Sammanfattning

Rapportens syfte är att beräkna hur svensk kött- och mjölkproduktion påverkar dels den biologiska mångfalden genom hävd av naturbetesmarker och öppethållande av skogsbygdsåkrar med vall- och spannmålsodling, dels klimatet genom utsläpp av växthusgaser och kolinlagring i mark och vegetation. Även produktionens företags- och samhällsekonomiska kostnader beräknas. Särskild fokus riktas mot skillnader mellan betesbaserade och kraftfoderdominerade produktionssystem.

Beräkningarna bygger huvudsakligen på data för nuvarande normala svenska produktionsteknik inom foderodling och djurskötsel enligt SLU:s områdeskalkyler. Dessutom undersöks några andra produktionsformer som möjligen kan förbättra den betesbaserade köttproduktionens miljömässiga och ekonomiska hållbarhet. Detta gäller bl.a. extensiv vallodling, betesmarker med inslag av träd samt ranchdrift.

Resultaten visar att förflyttning av betesdjur från åkerbete till naturbetesmarker samt träd i betesmarkerna kan göra det möjligt att nå målet 450 000 ha hävdade betesmarker även om antalet nötkreatur minskar 10 % och stutuppfödningen fortsätter att minska.

Utsläppen av växthusgaser per kg kött är större från betesbaserad köttproduktion än från kraftfoderbaserad kyckling- och grisköttproduktion. Utsläppen kan dock i större eller mindre utsträckning kompenseras av inlagring av kol i vallar och betesmarksträd samt genom att ved från avverkade betesmarksträd ersätter fossila bränslen. Denna kompensation gör att betesdjurens nettoutsläpp kan minska ner mot och även under den kraftfoderbaserade köttproduktionens låga utsläppsnivå. En väl utformad lövträdsproduktion på t.ex. gamla kulturbetesmarker med måttliga biologiska värden kan på så sätt vara en klimatåtgärd samtidigt som träden bidrar till att öka den biologiska mångfalden.

Skillnaderna i klimatpåverkan per kg mjölk mellan mjölk producerad med normal respektive hög grovfoderandel är små.

Betesbaserad köttproduktion har väsentligt högre företagsekonomiska kostnader per kg kött än kraftfoderbaserad produktion. För att betesbaserad köttproduktion skall vara lönsam fordras befintliga byggnader och brukare med låga krav på arbets- och kapitalersättning, storskalig ranchdrift eller mycket höga miljöersättningar. Högre miljöersättningar skulle förbättra den ekonomiska hållbarheten och en äldre betalningsvillighetsstudie antyder att miljöersättningarna till betesmark och åkerbete borde vara högre än vad de är idag.

Den dominerande delen av den betesbaserade köttproduktionens samhällsekonomiska kostnad är den företagsekonomiska produktionskostnaden. Den samhällsekonomiska kostnaden för utsläppen av växthusgaser, värderad efter den marginella miljökostnaden för koldioxidutsläpp och kostnaden för att rena rökgaser från koldioxid, är väsentligt lägre.



<b>1</b>	<b>Bakgrund</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Syfte och avgränsningar</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Beräkningsmetoder och produktionsdata</b> .....	<b>7</b>
3.1	Biologisk mångfald .....	7
3.1.1	Arealer per djur och per kg produkt .....	7
3.1.2	Landskapsvariation .....	7
3.2	Klimat .....	8
3.3	Ekonomi .....	9
3.3.1	Företagsekonomiska produktionskostnader .....	9
3.3.2	Samhällsekonomiska produktionskostnader .....	9
3.4	Produktionsdata .....	10
3.4.1	Djur .....	10
3.4.2	Foderodling .....	12
<b>4</b>	<b>Resultat och diskussion</b> .....	<b>16</b>
4.1	Biologisk mångfald .....	16
4.1.1	Areal betesmark och andra foderväxter per djur .....	16
4.1.1.1	<i>Grundkalkyl</i> .....	16
4.1.1.2	<i>Känslighetsanalys</i> .....	19
4.1.2	Areal per kg kött .....	20
4.1.3	Mångfaldspåverkan uttryckt i landskapsvariation .....	21
4.2	Klimat .....	22
4.2.1	Utsläpp av växthusgaser .....	22
4.2.2	Kolinlagring i mark och träd .....	25
4.2.3	Substitution av fossila bränslen med ved från betesmarksträd .....	28
4.3	Ekonomi .....	29
4.3.1	Företagsekonomiska produktionskostnader .....	29
4.3.2	Samhällsekonomisk kostnad per kg kött – ett räkneexempel .....	33

4.4	Vidare perspektiv .....	35
<b>5</b>	<b>Slutsatser .....</b>	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Referenser.....</b>	<b>40</b>
6.1	Personliga meddelanden .....	44

# 1 Bakgrund

Svenska naturbetesmarker och slåtterängar (dvs. ogödslade och oplöjda gräsmarker) har rik biologisk mångfald och dessutom stora kulturhistoriska, skönhetsmässiga och rekreativa värden (Olsson m.fl., 2008). Det svenska miljö kvalitetsmålet ”Ett rikt odlingslandskap” innefattar därför att samtliga befintliga ängs- och betesmarker ska bevaras och skötas på ett sätt som bevarar deras värden. Målet tolkas som att ca 440 000 ha betesmark<sup>1</sup> och 10 000 ängsmark ska skötas på ett hållbart sätt (Miljömålsportalen, 2010). Palmgren (2010) skattar att den befintliga betesarealen är väsentligt större (ca 510 000 ha). För att bevara ett rikt odlingslandskap är det även viktigt med fortsatt jordbruk inklusive fortsatt spannmålsodling i skogsbygderna (Jordbruksverket, 2007a; Jordbruksdepartementet, 2007).

Ett annat miljömål som har fått allt större betydelse under senare år är att minska utsläppen av växthusgaser för att på så sätt uppnå målet ”Begränsad klimatpåverkan” (Miljömålsportalen, 2010). Betes- och vallfoderbaserad köttproduktion, som är viktig för att bevara ett rikt odlingslandskap, har större utsläpp av växthusgaser per kg produkt än kraftfoderbaserad köttproduktion med gris och kyckling (Berglund m.fl., 2009). Det föreligger alltså en målkonflikt åtminstone om inlagringen av kol i betesmarker och vallar har liten omfattning.

Oplöjda och ogödslade gräsmarker hade stor omfattning och stor betydelse för den svenska animalieproduktionen och hela folkhushållningen ännu i början av 1900-talet. År 1927 fanns det t.ex. 530 000 ha slåtteräng, 740 000 ha hagmark och 750 000 ha registrerad betad skog (Statistiska Centralbyrån, 1930). Därefter gjorde teknisk och strukturell utveckling inom animalieproduktionen och lantbruket i övrigt att betesarealen minskade i snabb takt (Norrman, 1981; Mattson, 1985). År 1994 användes enligt jordbruksstatistiken 350 000 ha betesmark i Sverige. Därefter ökade betesarealen så att den inklusive skogs-, fåbod- och alvarbete var ca 500 000 ha år 2005. Sedan har betesarealen åter minskat så att den använda arealen år 2009 var ca 430 000 ha (Jordbruksstatistisk årsbok, 2010). Införandet av miljöersättningar till bl.a. betesmarker och bidrag till betesdjur såsom dikor, tackor och stutar samt kompensationsbidrag i skogsbygderna var viktiga orsaker till att den nedåtgående trenden bröts under 1990-talet.

Förändringar i stödregler i samband med gårdsstödsreformen och striktare regler beträffande mängden tillåtna träd i betesmarkerna kan ha bidragit till att betesarealen minskat de senaste åren enligt statistiken (Jordbruksverket, 2008; Jordbruksverket, 2010a). Men även den fortsatta tekniska och strukturella utvecklingen i kombination med reallt sänkta miljöersättningar och frikoppling av djurbidrag torde vara viktiga orsaker till att de senaste årens minskning av betesarealen.

Den för ”Ett rikt odlingslandskap” viktiga skogsbygdsakern har minskat under lång tid. Sedan 1990 har den totala åkerarealen i Sveriges skogsbygder minskat 10 % och deras spannmålsareal har minskat med hela 40 %. Det återstående skogsbygdsjordbruket har alltså blivit alltmera ensidigt inriktat på vallodling (Jordbruksstatistisk årsbok 1991 och 2010). Denna tilltagande ensidighet, liksom ensidig spannmålsodling i många

---

<sup>1</sup> Betesmark är mark som används eller lämpligen kan användas till bete och som (till skillnad från åker) inte är lämplig att plöja. I rapporten används betesmark och naturbetesmark synonymt.

slättbygder, är negativ för den biologiska mångfalden (jfr. EEA, 2000; Mortimer m.fl., 2008).

Utsläppen av växthusgaserna metan och lustgas från svenskt jordbruk uttryckt i koldioxidekvivalenter minskade från ca 9,5 milj. ton per år i mitten av 1990-talet till 8,5 milj. ton år 2008. Minskningen berodde främst på sjunkande antal nötkreatur och därmed minskade metanutsläpp samt på minskad kvävegödsling vilket minskat utsläppen av lustgas (Naturvårdsverket, 2010).

Det är troligt att antalet nötkreatur i Sverige fortsätter att minska fram till år 2020 på grund av att produktionskostnaderna är högre än priserna på importerade produkter. Minskningen blir särskilt stor om direktstöden till jordbruket minskar och WTO-avtal leder till friare världshandel med jordbruksprodukter. Spannmålsodlingen i skogsbygderna, som också är viktig för den biologiska mångfalden, fortsätter troligen också att minska medan spannmålsodlingen i bättre slättbygder kommer att klara sig även vid ökad internationell konkurrens (Jordbruksverket, 2007b).

## 2 Syfte och avgränsningar

Syftet med föreliggande rapport är att beräkna hur svensk kött- och mjölkproduktion påverkar dels den biologiska mångfalden genom hävd av naturbetesmarker och skogsbygdsåkrar, dels klimatet genom utsläpp av växthusgaser och kolinlagring i mark och vegetation. Även produktionens företags- och samhällsekonomiska kostnader beräknas. Särskild fokus riktas mot skillnader mellan betesbaserade och kraftfoderdominerade produktionssystem. Därför jämförs nöt-, lamm-, gris- och kycklingkött samt mjölk med olika andelar bete, vallfoder och kraftfoder i foderstaterna. I arbetet har inte ingått att undersöka implikationer rörande nuvarande eller framtida regelverk för jordbruksstöden.

Förutom nuvarande normala svenska produktionsmodeller undersöks också några som möjligen kan förbättra uppfyllelsen av mångfalds- och klimatmålen och göra miljövänlig svensk kött- och mjölkproduktion mera ekonomiskt konkurrenskraftig. Detta gäller mjölkproduktion med särskilt höga betes- och vallfoderandelar i den totala foderförbrukningen samt köttproduktion på betesmarker med stort inslag av träd och buskar. Även extensiv vallodling och dikor i ranchdrift på stora sammanhängande betesmarker och övervintring i billiga väderskydd undersöks då dessa produktionsformer möjligen kan förbättra de ekonomiska förutsättningarna att behålla och utöka antalet betesdjur.

Beräkningarna i rapporten innefattar följande tre huvuddelar:

1. Biologisk mångfald
  - a. Mångfaldspåverkan uttryckt i areal naturbetesmark, åkerbete, slåttervall och fodersäd per djur. Dessa uppgifter behövs för att beräkna i vilken utsträckning nuvarande och tänkbara framtida djurantal räcker till för att hävda 450 000 betesmark och bevara skogsbygdsjordbruk.
  - b. Mångfaldspåverkan uttryckt i areal naturbetesmark, åkerbete, slåttervall och fodersäd per kg kött och kg mjölk. Resultaten av dessa beräkningar antyder hur förändringar i produktionens (och konsumtionens) inriktning kan påverka förutsättningarna för hävd av betesmarker och skogsbygdsåkrar.
  - c. Mångfaldspåverkan uttryckt i landskapsvariation i olika produktionsområden. Med fraktionsdiagram visas den relativa fördelningen av naturbetesmark, vall, spannmål och övriga grödor i olika produktionsområden. Stor heterogenitet är fördelaktig för den biologiska mångfalden.

### 2. Klimat

Klimatpåverkan uttryckt i kg koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>-ekv) per kg kött och kg mjölk. Dessa beräkningar visar i vilken utsträckning förskjutning av produktionen mellan olika betes- och kraftfoderbaserade produktionssystem påverkar utsläppen av växthusgaser. Beräkningarna visar också i vilken utsträckning kolinlagring i mark och betesmarksträd kan kompensera betesdjurens klimatpåverkan.

### 3. Ekonomi

- a. Företagsekonomiska produktionskostnader uttryckta i kr per kg kött och kg mjölk. Resultaten visar bl.a. i vilken utsträckning produktionsmodeller som är fördelaktiga utifrån mångfalds- och klimatmålen kan konkurrera företagsekonomiskt med miljömässigt mindre fördelaktiga produktionsmodeller.
- b. Samhällsekonomiska produktionskostnader uttryckta i kr per kg nötkött. Kostnaden är lika med företagsekonomisk produktionskostnad före miljöersättningar och stöd plus miljökostnad av växthusgasutsläpp minus miljönytta i betesmarker och landskapet i övrigt.

Arbetet avgränsas till nedanstående produktionsgrenar. Inom parentes anges ungefärlig betesandel av det totala foderintaget i de olika alternativen. Andelen varierar över landet.

1. Mjölkkö med normal foderstat (ca 10 % bete)
2. Mjölkkö med hög vallfoderandel i foderstaten (ca 15 % bete)
3. Rekryteringskviga av mjölkras (ca 45 % bete)
4. Gödtjur av mjölkras (inget bete)
5. Stut av mjölkras (ca 50 % bete)
6. Diko med konventionell byggnad (ca 60 % bete)
7. Diko i storskalig ranchdrift (ca 60 % bete)
8. Rekryteringskviga av köttras (ca 50 % bete)
9. Ungtjur av köttras (inget bete)
10. Stut av köttras (ca 50 % bete)
11. Slaktkviga av köttras (ca 40 % bete; relativt låg andel pga. slakt i slutet av stallperioden)
12. Får med höstlammsproduktion (ca 50 % bete)
13. Får med vårlammsproduktion (ca 30 % bete; lammen uppfödda på stall)
14. Modersugga (inget bete; enbart kraftfoder)
15. Slaktsvin (inget bete; enbart kraftfoder)
16. Slaktkyckling (inget bete; enbart kraftfoder)



Dikor i storskalig ranchdrift undersöks därför att dikor i mindre besättningar och övervintring i konventionella byggnader inte ger full kostnadstäckning om det krävs nyinvesteringar och marknadsmässig arbetsersättning (Kumm, 2006). Det är stor risk att antalet dikor, och därmed arealen betesmark, kommer att minska i framtiden om inte nötköttsproduktionens produktivitet ökar betydligt (Jordbruksverket, 2007b).

För att beräkna klimat- och mångfaldspåverkan samt företags- och samhällsekonomiska kostnader behöver också kalkyler sammanställas för följande foderodling:

1. Intensiv slåttervall Intensiv betesvall
2. Extensiv slåttervall
3. Extensiv betesvall
4. Naturbetesmark utan träd och buskar
5. Naturbetesmark med stort inslag av träd och buskar
6. Fodersäd

För proteinfodermedel inhämtas uppgifter om klimatpåverkan och kostnader genom litteraturstudier.

Extensiv slåtter- och betesvall undersöks därför att sådan vall vid nuvarande miljöersättningar och kompensationsbidrag i många fall ger billigare foder lämpat för bl.a. dikor än intensivare vallodling med kort liggtid, mineralgödselanvändning och flera skördar per år (Kumm, 2009). Natur Betesmarker med stort inslag av träd och buskar undersöks därför att de i vissa fall har högre naturvärden än trädfattiga betesmarker (Olsson m.fl., 2008). Dessutom inlagras kol i växande träd samtidigt som ved från avverkade träd kan ersätta fossila bränslen och fossilintensiva material vilket bidrar till att dämpa klimatförändringen (Olsson, 2010; Sathre & O'Connor, 2010).

I orienterande räkneexempel undersöks även extensiv betesvall på partiellt beskogad före detta åkermark ("silvopastoral agroforestry"). Detta alternativ är knappast aktuellt på kort sikt men kan möjligen bli det på längre sikt. En framtidsstudie från Jordbruksverket (2007b) antyder nämligen att det fram till år 2020 sannolikt kommer att bli mycket åkermark som inte används för jordbruksproduktion. I framtidsstudien konstateras att denna mark i många fall kommer att överföras till skog om gårdsstödet avskaffas. Övergången till skog kan antingen ske aktivt genom plantering eller genom spontan igenväxning. Agroforestry kan vara ett landskapsmässigt bra alternativ till traditionell beskogning.

För att belysa möjligheterna att uppnå målen för biologisk mångfald och öppet variationsrikt landskap i olika delar av Sverige görs beräkningar för vart och ett av Sveriges åtta naturliga produktionsområden:

1. Götalands södra slättbygder (Gss)
2. Götalands mellanbygder (Gmb)
3. Götalands skogsbygder (Gsk)
4. Götalands norra slättbygder (Gns)
5. Svealands slättbygder (Ss)
6. Svealands skogsbygder (Ssk)
7. Norrland nedre (Nn)
8. Norrlands övre (Nö)

Brist på tillgängliga data om hur arronderingskillnader mellan slätt- och skogsbygder påverkar arbetsåtgång och drivmedelsförbrukning mm gör att skillnader i produktionskostnader och klimatpåverkan mellan de olika områdena inte har kunnat beräknas. Beräkningarna av produktionskostnader och klimatpåverkan bygger därför huvudsakligen på data från Svealands slättbygder (Ss). Ss har för Sverige genomsnittliga skördenivåer och betesperioder varför klimatpåverkan i detta område torde utgöra ett approximativt genomsnitt för Sverige. Regionalt differentierade kompensationsbidrag och miljöersättningar till vall gör att de företagsekonomiska produktionskostnaderna för mjölk och kött torde vara ungefär de samma i övriga Sverige som i Ss.

## 3 Beräkningsmetoder och produktionsdata

Nedan redovisas de metoder som använts vid beräkningen av de olika produktionsmodellernas inverkan på biologisk mångfald och klimat samt deras företags- och samhällsekonomiska kostnader. Även data som använts i beräkningarna redovisas. Då det i många fall råder stor osäkerhet om både miljöeffekter och kostnader görs förutom grundkalkyler olika känslighetsanalyser där olika kalkylförutsättningar ändras.

### 3.1 Biologisk mångfald

Man brukar i allmänhet tala om tre nivåer när det gäller biologisk mångfald: variation på landskapsnivå, variation på artnivå och genetisk variation inom arter. De tre nivåerna hänger samman genom att ett varierat odlingslandskap med många ekologiska nischer hyser flera arter och särpräglade populationer än en trakt som domineras av en eller ett fåtal grödor.

Ett vanligt mått för biologisk mångfald på artnivå är Shannons index. Många arter som är ungefär lika vanliga ger ett högt värde medan få eller frekvensmässigt ojämnt fördelade arter ger ett lågt värde. I princip kan man byta ut arter mot biotoper (vegetationstyper, ägoslag, grödor etc.) och på så sätt få ett mått på landskapsvariation. En sådan tillämpning diskuteras och exemplifieras av bland annat EEA (2000) och Mortimer m.fl. (2008).

#### 3.1.1 Arealer per djur och per kg produkt

Arealerna av olika foderväxter per djur beräknas genom att dividera djurens förbrukning av de olika fodermedlen med de olika foderväxternas hektarskördar. Arealerna per kg kött eller mjölk erhålls genom att dividera arealen per djur med kg produkt per djur. Då hektarskördarna liksom bl.a. djurens beteskonsumtion varierar över landet utförs beräkningarna för olika produktionsområden.

Uppgifter om de olika djurslagens förbrukning av olika fodermedel liksom de olika foderväxternas hektarskördar i olika delar av landet hämtas i huvudsak från SLU:s områdeskalkyler 2010. De produktionsnivåer och krav på insatsmedel som anges i områdeskalkylerna skall motsvara vad som kan uppnås vid effektiv drift i olika delar av Sverige. För vissa produktionsmodeller som undersöks i föreliggande rapport saknas dock områdeskalkyler. Detta gäller extensiv slåttervall, extensiv betesvall, stor sammanhängande naturbetesmark med stort inslag av träd och buskar, diko i ranchdrift, stut av kötttras, slaktkviga av kötttras och mjölkko med hög betes- och grovfoderandel i foderstaten. För dessa produktionsmodeller söks produktionsdata från olika forskningsrapporter.

#### 3.1.2 Landskapsvariation

Shannons index (se ovan) gör ingen åtskillnad mellan olika biotoper. Det innebär att till exempel en naturbetesmark har samma vikt som en lika stor slåttervall. Det är en svaghet. Ett optimalt mått på landskapsvariation ska spegla variationen på övriga

mångfaldsnivåer. Den teoretiska lösningen är att vikta de ingående biotoperna. Ett sådant förfarande innebär dock alltid en risk för godtycke.

För att undvika ett överdrivet fokus på till synes exakta, men i verkligheten osäkra, indexvärden kan man istället visualisera landskapsvariationen med hjälp av fraktionsdiagram, vilket i den här studien innebär diagram med relativa andelar av olika grödor i de olika produktionsområdena. Många grödor som är ungefär lika vanliga ger en hög variation medan få eller frekvensmässigt ojämnt fördelade grödor ger ett lågt värde. Produktionsmodeller som bidrar till att bevara eller öka variationen är fördelaktiga för den biologiska mångfalden.

## 3.2 Klimat

Mjölk- och köttproduktionen påverkar klimatet genom utsläpp av metan ( $\text{CH}_4$ ), lustgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) och koldioxid ( $\text{CO}_2$ ). Den samlade klimatpåverkan av dessa utsläpp beräknas som koldioxidekvivalenter ( $\text{CO}_2$ -ekv). För gris- och kycklingproduktionen, där endast ”normal svensk produktionsteknik” behandlas i föreliggande rapport, används litteraturuppgifter (Cederberg m.fl., 2009) om de totala utsläppen av  $\text{CO}_2$ -ekv per kg kött.

När det gäller mjölk-, nötkötts- och lammköttproduktion undersöks en rad olika produktionsmodeller för vilka det i många fall saknas litteraturuppgifter om utsläppen av växthusgaser. De idisslarbaserade produktionsmodellens utsläpp måste därför beräknas. Därvid beaktas  $\text{CH}_4$  från djurens foderomsättning och gödsel,  $\text{N}_2\text{O}$  från foderodlingen och stallgödseln samt  $\text{CO}_2$  från användningen av fossila bränslen i foderodlingen inklusive bl.a. tillverkningen av mineralgödsel. Även förändringar i fodermarkens och eventuella betesmarksträds kolinnehåll och därmed mängden  $\text{CO}_2$  i atmosfären beaktas i separata beräkningar. Vid beräkningen av kg  $\text{CO}_2$ -ekv gäller att 1 kg  $\text{CH}_4 = 25$  kg  $\text{CO}_2$ -ekv och 1 kg  $\text{N}_2\text{O} = 298$  kg  $\text{CO}_2$ -ekv (Berglund m.fl., 2009). Kg  $\text{CO}_2$ -ekv per djur dividerat med kött- eller mjölkproduktionen per djur ger kg  $\text{CO}_2$ -ekv per kg kött respektive mjölk.

$\text{CH}_4$ -utsläppen från djurens foderomsättning har beräknats av Carin Clason, Växa Halland utifrån data i Lindgren (1980) och Bertilsson (2001). Utsläppen av  $\text{CH}_4$  och  $\text{N}_2\text{O}$  från stallgödselhanteringen har beräknats med den modell som används i Naturvårdsverkets (2010) ”National inventory report”. Utsläppen av  $\text{CO}_2$  och  $\text{N}_2\text{O}$  från foderodlingen beräknas utifrån utsläppen per kg av olika fodermedel gånger djurens förbrukning av respektive fodermedel. Data om utsläppen per kg foder hämtas i flertalet fall från litteraturuppgifter och fodertillverkarens produktblad. För bete och extensivt odlat ensilage har det inte gått att finna sådana utsläppsdata. För dessa fodermedel har utsläppen av  $\text{N}_2\text{O}$  beräknats utifrån emissionsdata för gräsmarker (Flechard m.fl., 2007) och, beträffande de indirekta utsläppen via ammoniakavgång och kväveutlakning, med den modell som används av Naturvårdsverket (2010). Även växthusgasemissioner från maskinarbete och ensilageplast har beräknats med hjälp av litteratordata.

Utsläppen av växthusgaser från foderodlingen, foderomsättningen och gödseln kan i större eller mindre utsträckning kompenseras av kolinlagring i mark och eventuella betesmarksträd. Denna inlagring upphör dock när marken har uppnått kolbalans och träden är fullvuxna. Ved från avverkat träd kan emellertid substituera fossila bränslen och på så sätt minska samhällets totala klimatpåverkan. För att betesmarksträd uthålligt

skall bidra till minskad klimatpåverkan fordras alltså att träd avverkas och ersätts med nya växande träd. Möjligheterna att minska nöt- och lammköttproduktionens klimatpåverkan genom kolinlagring i vallar och betesmarker samt genom substitution av fossila bränslen med ved från betesmarksträd beräknas med hjälp av ett stort antal litteraturkällor och expertbedömningar som redovisas i avsnitt 4.2.2 och 4.2.3.

Vid beräkningen av klimatpåverkan från ungnöt födda av mjölkkor belastas ungnöten med 4 % av mödrarnas utsläpp då ca 4 % av kornas intäkter kommer från kalvar medan 96 % kommer från mjölk och slaktkor. Mjölkens belastas med 89 % av kornas utsläpp vilket motsvarar mjölkens andel av kornas totalintäkt (SLU:s områdeskalkyler, 2010).

## **3.3 Ekonomi**

### **3.3.1 Företagsekonomiska produktionskostnader**

Produktionskostnaderna per kg kött och mjölk beräknas som summa särkostnader 3 enligt modellen i SLU:s områdeskalkyler 2010 dividerat med producerad kvantitet. Summa särkostnader 3 i djurproduktionen innefattar foder, mineralfoder, strömedel, el, veterinär & medicin, arbete, kapitalkostnader och underhåll på byggnader, ränta på djur- och rörelsekapital samt en rad diverse kostnader. Kostnaden för hemmaproducerat grovfoder är summa särkostnader 3 i odlingen minus miljöersättningar, gårdsstöd till betesmarker och eventuella kompensationsbidrag delat med nettoskörden. Särkostnader 3 i grovfoderkalkylerna innefattar utsäde, gödsling, ensileringsmedel, drivmedel, arbete, underhåll på traktor, avskrivning, ränta och underhåll på vallodlingsmaskiner och stängsel samt diverse kostnader. Priset på fodersäd och annat kraftfoder är inköpspris enligt områdeskalkylerna.

Kapitalkostnad för traktor och samtliga kostnader för basmaskiner såsom plog, harv och konstgödselspridare uppfattas som samkostnader i områdeskalkylerna och ingår därför inte i de beräknade kostnaderna för ensilage och bete och därmed inte heller i de beräknade produktionskostnaderna per kg kött och mjölk. Markkostnaden antas vara noll för både betesmark och åker där ensilage och åkerbete odlas och belastar sålunda inte de beräknade produktionskostnaderna. De totala långsiktiga produktionskostnaderna kan därför vara väsentligt högre än de som beräknas i rapporten. Det gäller särskilt i slättbygderna där åkermarkens alternativkostnad kan vara hög.

### **3.3.2 Samhällsekonomiska produktionskostnader**

I ett räkneexempel görs en enkel skattning av den samhällsekonomiska kostnaden för nötköttproduktion med dikor inklusive rekrytering och slutuppfödning av tillhörande ungtjurar och slaktvigor. Kostnaden beräknas enligt följande:

$$\text{Sek} = \text{Fek} + \text{Mk} - \text{Mn}$$

där

Sek = Samhällsekonomisk kostnad

Fek = Företagsekonomisk kostnad enligt avsnitt 3.3.1 men utan kostnadsreduktion av miljöersättningar, kompensationsbidrag och gårdsstöd

Mk = Miljökostnad för utsläpp av växthusgaser

Mn = Miljönytta för biologisk mångfald och andra landskapsvärden

Mk beräknas dels efter skadekostnadsprincipen, dvs. efter hur stor skada som marginella utsläpp av växthusgaser ger upphov till enligt Brännlund (2009), dels efter alternativkostnadsprincipen, dvs. efter vad det kostar att minska utsläppen av växthusgaser med alternativa åtgärder såsom stoppad avskogning och återbeskogning i olika delar av världen, bioenergiproduktion som ersätter fossila bränslen samt avskiljning och lagring av koldioxid från rökgaser från bl.a. fossileldade kraftverk enligt Stern (2006). I alternativkostnadsberäkningarna används kostnaden för dyra alternativ i räkneexemplet.

## 3.4 Produktionsdata

För beräkning av arealer betesmark och andra fodergrödor, klimatpåverkan och kostnader krävs en mängd produktionsdata beträffande hektarskördar, foderförbrukning och insats av andra produktionsmedel i djurhållningen och foderodlingen. För kostnadsberäkningarna krävs dessutom priser på olika produktionsmedel. Dessa data hämtas i största möjliga utsträckning från

SLU:s områdeskalkyler, 2010. För vissa produktionsmodeller som undersöks i föreliggande rapport saknas dock områdeskalkyler. Detta gäller extensiv slåttervall, extensiv betesvall, stor sammanhängande naturbetesmark med stort inslag av träd och buskar, diko i ranchdrift, stut av kötttras, slaktkviga av kötttras och mjölkko med hög betes- och grovfoderandel i foderstaten. För dessa produktionsmodeller används produktionsdata från andra källor som anges i varje enskilt fall.

### 3.4.1 Djur

Kalkylerna för mjölkko med normal foderstat bygger helt på områdeskalkylen vid 9 000 kg mjölk per ko och år i besättning med 90 kor. I alternativet med hög betes- och vallfoderandel har data för mjölkavkastning och foderförbrukning hämtats från ett svenskt utfodringsförsök där bl. a. en foderstat med stora andelar vallfoder och bete undersöktes. I detta försöksled blev avkastningen knappt 8 700 kg mjölk (Spörndly & Kumm, 2010). Bortsett från foderförbrukning och mjölkavkastning används samma kalkyldata för alternativet med hög betes- och vallfoderandel som i alternativet med normal foderstat. I en känslighetsanalys kommer besättningsstorleken att ökas till 300 kor varvid arbetsåtgången och byggnadskostnaderna per ko minskar kraftigt enligt områdeskalkylerna. För uppfödning av 24 månaders rekryteringskvigor som ersätter utslagskor används data från områdeskalkylerna.

Kalkylerna för gödtjur och stut av mjölkkras bygger på områdeskalkylerna utom när det gäller arbetsåtgången där åtgångstalen har minskats. Gödtjuren slaktas vid 14 månaders ålder efter att ha stått på stall under hela uppfödningen på en kraftfoderrik foderstat. Stuten har däremot gått på bete två somrar innan han slaktas vid 25 månaders ålder. Båda har en slaktvikt på 280 kg. Besättningsstorleken antas vara 110 årsproducerade gödtjurar respektive 50 årsproducerade stutar. Då stutarna har längre uppfödningstid är antalet djur på gården ungefär lika stort i de båda alternativen.

Kalkylerna för diko med konventionell byggnad bygger på SLU:s områdeskalkyler för diko med aprilkalvning i besättning med 38 kor som övervintrar i djupströ stall. Genomsnittlig avkastning per ko och år är 0,47 tjurkalvar och 0,47 kvigkalvar vilka väger 300 respektive 275 kg vid avvänjningen. För diko i storskalig ranchdrift med 200 kor som övervintrar utomhus antas samma avkastning men 10 % högre foderförbrukning under vintern. Övervintringen sker på en stor yta – 0,2 ha/ko krävs enligt Svenska Djurhälsovården (2010) för utegångsdjur utan ligghall – bestående av kuperad mark med god bärighet belägen långt från föroreningskänsliga vattensystem. Sommartid används denna mark för bete. Som väderskydd används stora flyttbara vind- och nederbördsskyddande tält som prövats för kött djur vid JTI (Wahlund, 2009). Utfodringsplatserna flyttas varje vecka och tälten en gång per år för att förebygga gödselanhopningar och söndertrampad mark. Det antas att skötseln av 200 kor i ranchdrift kräver ett årsverke; alltså ca 9 timmar per ko. I dikokalkylerna antas att 20 % av korna slaktas och ersätts med rekryteringskvigor varje år. Kostnadskalkylen för uppfödning av dessa rekryteringskvigor bygger på områdeskalkyler bortsett från att arbetsåtgången har reducerats.

Kalkylerna för uppfödning av tjurar och stutar av köttras till slakt bygger på ett försök där tjurarna slaktades vid 15 månaders ålder och stutarna vid 30 månaders ålder. Den höga slaktåldern, och därmed höga betesförbrukningen, för stutar kan vara lönsam på gårdar med mycket betesmarker (Hessle och Kumm, 2011). Efter en betessäsong med modern stod tjurarna på stall fram till slakt medan stutarna gick på bete ytterligare två somrar innan de slaktades. Tjurarnas genomsnittliga slaktade vikt var 394 kg och stutarnas 386 kg. För stuten används områdeskalkylernas data för mjölkrasstut korrigerade för bl.a. köttrasstutens högre ålder vid insättning och slakt. Foderförbrukning och slaktvikt för 22 månaders slaktkviga av köttras bygger på Kumm (2006) medan övriga data är skattade utifrån områdeskalkylerna. Övriga data för ungnöt av köttras bygger på områdeskalkylerna bortsett från att arbetsåtgångstalen har reducerats i det storskaliga ranchalternativet.

Fårkalkylerna förutsätter 200 tackor och upprättas dels för gotlandsfår med lammning på vårvintern och slakt på hösten (höstlamm) och dels för finull-\*dorsettackor\* texelbaggas med lamning på vintern och slakt på våren (vårlamm). I höstlammproduktionen sker huvuddelen av lammtillväxten på bete medan den sker helt på stall i vårlammproduktionen. I vårlammproduktionen är det sålunda bara tackorna som går på bete. En gotlandstacka producerar 1,8 lamm per år med genomsnittlig slaktvikt på 18,5 kg per lamm. För korsningstackorna i vårlammproduktionen är avkastningen 2,0 lamm och 19,5 kg slaktvikt per lamm. Pälsskinn är en betydande inkomstpost för gotlandsfåren. Däremot har ull en mycket lågt värde i båda de undersökta produktionssystemen. Alla kalkyldata för får hämtas från områdeskalkylerna.

Både sugg- och slaktsvinkalkylerna bygger på områdeskalkylerna för besättningar med 330 suggor och 1 600 slaktsvinplatser. Suggorna antas producera 25 smågrisar per år och slaktsvinen förbruka 33,4 MJ per kg tillväxt. Deras slaktvikt är 86 kg. Slaktkycklingkalkylerna bygger också på områdeskalkylerna och avser besättningar som föder upp 80 000 kycklingar per omgång. Foderförbrukningen per kg tillväxt är 1,7 kg. Därtill kommer 0,4 kg foder till mödrarna per daggammal kyckling (uppgift från Astrid Lovén Persson, Fjäderfäcentrum, Skara). Slaktkroppens vikt är 72 % av den levande kycklingens vikt (uppgift från Lotta Waldenstedt, Svensk Fågel).

I Tabell 1 redovisas de tal för foderförbrukning, arbetsbehov, byggnadskostnader och summa av diverse kostnader i djurhållningen vilka använts i beräkningarna för Svealands slättbygder (Ss). I södra Sverige är beteskvantiteterna större och ensilagemängderna mindre än i Ss. I norra Sverige är beteskvantiteterna mindre och ensilagemängderna större än i Ss.

Tabell 1. Resursförbrukningstal som används i djurkalkylerna för Svealands slättbygder (Ss). För kor, får och suggor är beloppen angivna per år medan de för slaktdjuren och rekryteringskvigorna avser uppfödningssperioden.

	Bete kg ts	Ensilage kg ts	Kraftfo- der, kg	Arbete timmar	Byggnad kr	Diverse <sup>1</sup> kr
Mjölko, normal foderstat	900	2 400	3 400	38 <sup>2</sup>	9 600 <sup>2</sup>	5 100
Mjölko, hög vallfoderandel	1 100	3 600	2 100	38 <sup>2</sup>	9 600 <sup>2</sup>	5 100
Rekryteringskviga, mjölkras	1 600	1 400	700	8 <sup>3</sup>	4 400 <sup>3</sup>	2 400
Gödtjur, mjölkras	0	340	2 800	4	2 600	1 500
Stut, mjölkras	2 700	1 800	700	7	5 100	2 700
Diko, konventionell byggnad	2 300	1 300	60	15	2 900	1 800
Diko, storskalig ranchdrift	2 300	1 300	60	9	1 400 <sup>4</sup>	1 400
Rekryteringskviga, konv.	1 200	1 100	0	4	0 <sup>5</sup>	1 400
Rekryteringskviga, ranchdrift	1 200	1 100	0	3	0 <sup>5</sup>	1 100
Ungtjur, köttras	0	1 000	1 500	4	2 400	1 000
Stut, köttras	2 300	2 500	0	7	5 100	2 900
Slaktkviga, köttras	1 300	1 600	0	5	4 500	1 800
Får, höstlamm	500	350	90	4	600	400
Får, vårlamm	220	310	190	4	900	400
Modersugga	0	0	2 400	15	5 000	1 800
Slaktsvin	0	0	230	0,25	140	70
Slaktkyckling (per m <sup>2</sup> )	0	0	600	0,6	430	310

1) Mineralfoder, strömedel, el, rådgivning, veterinär, medicin, hälsokontroll, försäkring och dödlighet samt ränta på djur- och rörelsekapital mm.

2) 23 timmar respektive 5 800 kr vid 300 kor.

3) 6 timmar respektive 3 000 kr för rekryteringskvigor till besättning med 300 kor

4) Kostnad för stolpar, tältduk, vindväv, metallgrindar och glespanel för vindskydd, foderhäckar, hanteringsanläggning, uppvärmbart utrymme för sjuka djur, vattenkoppar och 1 km nedgrävd ledning för frostfri vattenförsörjning samt arbete för uppsättning och förflyttning av tält värderad till lantarbetelön. Data huvudsakligen via personliga meddelanden från JTI.

5) Kvigans byggnadskostnad ingår i dikokalkylen.

### 3.4.2 Foderodling

Kalkylerna för intensiv vallodling samt fodersäd bygger på SLU:s områdeskalkyler. I intensiv slättervall antas att vallen skördas i tre år innan den plöjs upp samt att man tar två ensilageskördar per år. Maskinkedjan innefattar slätterkross, hackvagn och lastmaskin i plansilo. Bruttoskördens är 10 300 kg ts per ha i Ss, vilket efter fält-, lagrings- och konserveringsförluster på 26 % ger en nettoskörd på 7 600 kg ts per ha. Den intensiva betesvallen ligger åtta år innan den plöjs upp. Den är indelad i små fällor och putsas flera gånger per sommar. Bruttoavkastningen är 9 400 kg ts per ha i Ss, vilket vid 70 % betesutnyttjande ger en nettoavkastning på 6 600 kg ts bete per ha. Fodersädsodlingen representeras av vårkorn vid normskörd som i Ss är 4 100 kg per ha. I södra Sverige är vall- och fodersädskördarna högre än i Ss medan de är lägre i norra Sverige. Maskinkostnaderna och arbetsåtgången förutsätter 70 ha spannmål på gården.



Den extensiva slåttervallen domineras av gräs och har femårig liggtid. Den gödslas inte och skördas endast en gång per år och då vid ett sent utvecklingsstadium. Näringsinnehållet blir därför lågt, men tillräckligt för dikor fram till kalvningen som antas vara i april strax före betessläppningen. Skörden sker med rundbalsensilering som utförs av entreprenör. Konserverings- och lagringsförlusterna är lägre för rundbalar än för ensilering i plansilo (SLU:s Databok) och antas vara 20 %. Bruttoskörden i Ss antas vara 4 000 kg ts per ha, vilket är baserat på äldre betesvallsförsök utan kvävegödsling (Kornher, 1982). Nettoskörden blir därför 3 200 kg ts ensilage per ha. Kostnadsdata tas från Kumm (2009) och gäller för  $300 \times 150 \text{ m} = 4,5$  ha stora fält belägna 3 km från stallet.

Den extensiva betesvallen sås in på åkermark och ligger tio år innan den plöjs upp och förnyas. Den tillförs inte handelsgödsel. Bruttoavkastningen antas vara 2 800 kg ts bete per ha i Ss, vilket är baserat på äldre betesvallsförsök utan kvävegödsling (Kornher, 1982). Vid 70 % betesutnyttjande blir det 1 960 kg ts som djuren konsumerar. Kostnadsdata tas från Kumm (2009) och gäller för  $300 \times 150 \text{ m} = 4,5$  ha fällor vid en putsning per år. I storskalig ranchdrift antas  $600 \times 300 \text{ m} = 18$  ha fällor. I detta senare fall blir stängselkostnaden per ha väsentligt lägre.

Naturbetesmarkernas nettoproduktion bygger på beräkningar utförda vid Jordbruksverket utifrån databasen TUVÅ som innefattar marker i ängs- och betesmarksinventeringen, alltså särskilt skyddsvärda marker. I databasen ingår ca hälften av landets betesmarker. Databasen redovisar bara krontäckning så gränsdragningen för antalet träd har gjorts efter en uppsatt krontäckning som beräknas motsvara 100 träd per hektar. TUVÅ-materialet har vid beräkningarna indelats i tre grupper: betesmarker utan träd, betesmarker med färre än 100 träd och betesmarker med mer än 100 träd per hektar. Vid mer än 100 träd blir den genomsnittliga krontäckningen från träd och buskar 39 %. De betesmarker som har för många träd enligt den så kallade 50-trädsregeln<sup>2</sup> har i genomsnitt denna krontäckning. Detta motsvarar ca 150 träd per hektar (Söderberg, 2010 personlig information). Betesproduktionen i de tre grupperna visas i Figur 1. Figuren visar bl.a. att nettoproduktionen per ha i Mellansverige är ca 1 500 kg ts utan träd och 1 200 kg ts vid färre än 100 träd. Kostnadsdata för naturbetesmarker tas från Kumm (2009) och gäller för  $300 \times 150 \text{ m} = 4,5$  ha fällor. I ranchdrift antas  $600 \times 300 \text{ m} = 18$  ha fällor. I detta senare fall blir stängselkostnaden väsentligt lägre.

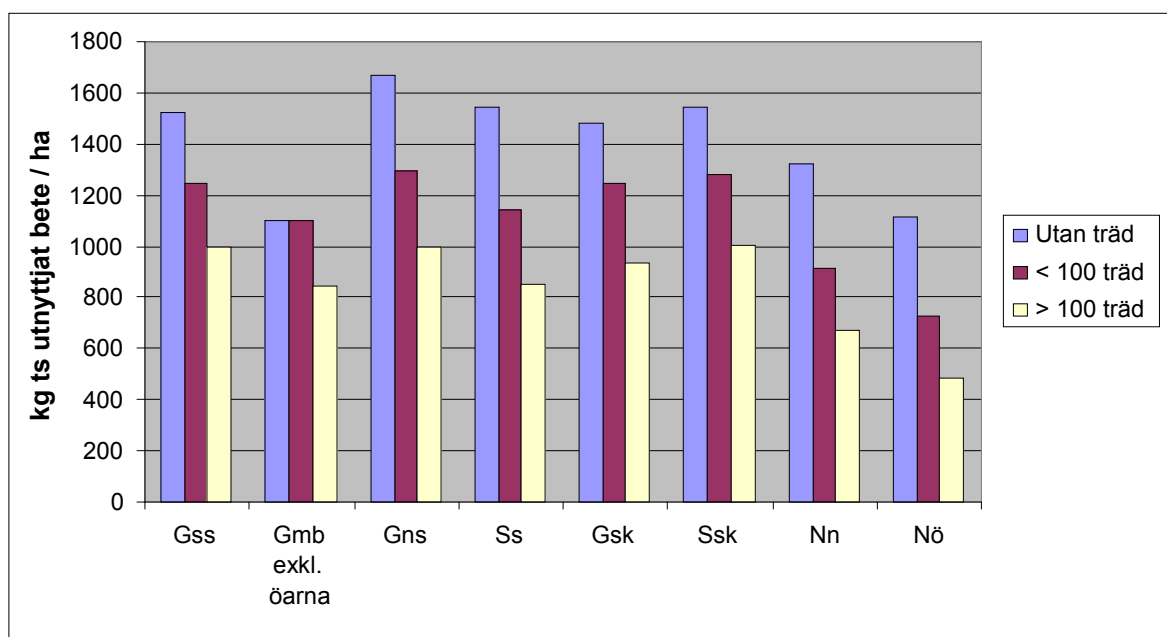
Träd i betesmarker producerar virke som kan användas för att ersätta bl.a. fossila bränslen och på så sätt bidra till att kompensera utsläppen av växthusgaser från djuren. Nedan skattas denna produktionspotential för lövträd i betesmark med stort inslag av träd och buskar. Naturvårdshänsyn som gör att träd inte avverkas och nya träd inte kan etableras på ett ur klimatsynpunkt optimalt sätt gör dock att denna potential är svår att utnyttja fullt ut.

I slutna bestånd avsedda endast för virkesproduktion på tidigare jordbruksmark i Götaland och Svealand producerar vårtbjörk och gråal ca 9 skogskubikmeter per ha och år (skogskubikmeter =  $\text{m}^3 \text{sk}$  = stamvolym ovanför stubbskåret inkl. bark och topp). Ask, ek, bok, lönn och fågelbär producerar något mindre och kräver dessutom bördigare mark än björk och al (Eriksson, 1991). Enligt finska produktionsprognoser för björk är produktionen vid odling i glesa förband efter de första 15 åren (720 stammar/ha år 15-

---

<sup>2</sup> Max 50 träd/ha enligt EU-kommissionens rekommendationer (arbetsdokument AGRI/60363/2005; jfr. [http://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/index.php/1.2.\\_Definition\\_of\\_the\\_area\\_to\\_be\\_measured](http://marswiki.jrc.ec.europa.eu/wikicap/index.php/1.2._Definition_of_the_area_to_be_measured)).

30 och 250 stammar/ha år 30-60) drygt 8 m<sup>3</sup>sk/ha och år eller 10 % mindre än vid odling i vanliga, väsentligt tätare förband. I de glesa förbanden växer varje träd väsentligt snabbare (Oikarinen, 1983). I betesmark med ”stort inslag av träd och buskar” antas virkesproduktionen kunna bli 2 m<sup>3</sup>sk/ha och år; alltså en fjärdedel av vad som kan uppnås i glest odlad björk enligt Oikarinens prognos. På partiellt beskogad före detta åkermark som också utnyttjas för bete (”silvopastoral agroforestry”) antas virkesproduktionen kunna bli 4 m<sup>3</sup>sk/ha och år; alltså hälften av vad som kan uppnås i glest odlad björk enligt produktionsprognosen.



Figur 1. Beräknad årlig nettoproduktion på betesmarker som ingår i databasen TUVÅ. Materialet är uppdelat efter trädförekomsten. I Götalands mellanbygder (Gmb) har Öland och Gotland exkluderats. Källa: Söderberg, 2010 personlig information.

Det antas att betets nettoavkastning är 1 200 kg ts/ha och år i Mellansverige både på betesmark som årligen också producerar 2 m<sup>3</sup>sk/ha och på partiellt beskogad före detta åker som även producerar 4 m<sup>3</sup>sk/ha. Den högre totala produktionen på åkern beror på i genomsnitt högre bördighet.

I Tabell 2 visas resursförbrukningen i foderodlingen. Beloppen avser Svealands slättbygder. I södra Sverige är foderskördarna och insatsen av bl.a. handelsgödsel i allmänhet större än i Ss medan de är lägre i norra Sverige.

Tabell 2. Resursförbrukning per år i foderodlingen i Svealands slättbygder (Ss). Flertalet belopp är avrundade till jämna en-, tio- och hundratal.

	Växtnäring N-P-K, kg/ha	Diesel, l/ha	Maskiner exkl diesel, kr/ha <sup>1</sup>	Arbete, timmar/ha	Diverse kost- nader, kr/ha <sup>2</sup>
Intensiv slåttervall	190-21-110 <sup>3</sup>	80	3 800	7	3 000
Intensiv betesvall	175-0-0 <sup>3</sup>	30	800	3	1 000
Extensiv slåttervall	0-0-0	30	1 200	2	800
Extensiv betesvall	0-0-0	10	300	1	600 <sup>4</sup>
Betesmark utan träd & buskar	0-0-0	0	100	2	400
Betesmark med träd & buskar	0-0-0	0	100	2	200
Vårkorn	77-12-1 <sup>3</sup>	80	700	5	1 800

1) Innefattar avskrivning, ränta och underhållskostnader. I enlighet med områdeskalkylerna innefattar dessa maskinkostnader endast de maskiner som är särkostnad i aktuell produktionsgren och sålunda inte basmaskiner såsom traktor, jordbearbetningsredskap och såmaskin.

2) Diverse kostnader innefattar bl.a. utsäde, ensileringsmedel, stängsel, växtskyddsmedel, torkning, transport och ränta på rörelsekapital.

3) Den låga K-åtgången i Ss beror på att man i detta område antar K-rika lerjordar i K-AI klass IV. I flertalet andra produktionsområden antas K-AI klass III och då blir K-givorna högre.

4) 240 kr vid 18 ha fälla.

## 4 Resultat och diskussion

### 4.1 Biologisk mångfald

#### 4.1.1 Areal betesmark och andra foderväxter per djur

Arealerna av olika foderväxter per djur beräknas genom att dividera deras behov av olika fodermedel med de olika fodergrödornas hektarskördar. Arealberäkningarna i grundkalkylen bygger på följande antaganden:

1. 100 % av mjölkornas betesbehov kommer från intensivt åkerbete och 100 % av deras ensilage kommer från intensiv slåttervall.
2. 50 % av mjölkkrasrekryteringskvigornas bete kommer från intensiv betesvall och 50 % från betesmark utan träd. 100 % av deras ensilagebehov kommer från intensiv slåttervall.
3. För stutar av både mjölk- och kötttras, kvigor av kötttras och får kommer 50 % av betet från betesmark utan träd och 50 % från extensivt åkerbete. 100 % av deras ensilage kommer från intensiv slåttervall.
4. För dikor kommer 50 % av betet från betesmark utan träd och 50 % från extensivt åkerbete. 100 % av deras ensilage kommer från extensiv slåttervall.
5. Inte bara bete och ensilage utan också fodersäden odlas i det produktionsområde där djuren finns.
6. Alla kalvar föds upp i det produktionsområde där de fötts.
7. För mellankalvsproduktionen reserveras 30 000 kalvar av mjölkkras.
8. Arealer för produktion av proteinfoder ingår inte i beräknade arealer. I nöt- och lammköttproduktionen utgör proteinfodret mycket små andelar av den totala foderförbrukningen.
9. Slaktkycklingar utfodras med slaktkycklingfoder och fodersäd. Endast fodersäden, som utgör en tredjedel av totala foderintaget, ingår i beräknade arealer.

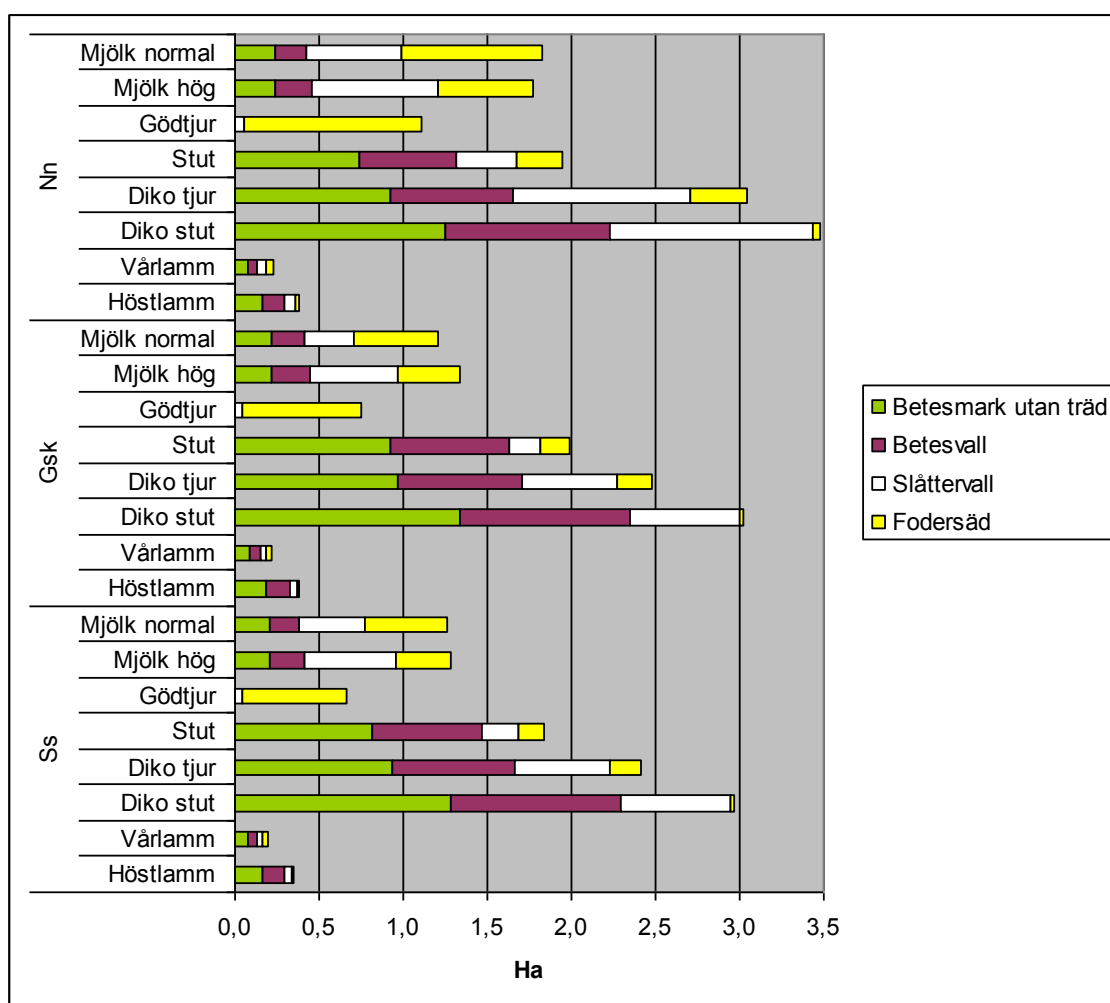
I en känslighetsanalys antas att 75 % av ungnötens, dikornas och fårens betesintag är på betesmark och att betesmarken har träd som minskar betesproduktionen 20 % (50 % betesmark utan träd i grundkalkylen).

##### 4.1.1.1 Grundkalkyl

Figur 2 visar beräknade arealbehov i de olika produktionsgrenarna vid grundkalkylens antaganden. Av utrymmesskäl omfattar figuren endast i Nedre Norrland (Nn), Svealands slättbygder (Ss) och Götalands skogsbygder (Gsk). Trots denna begränsning ingår både skogs- och slättbygder och samtliga tre landsdelar. Ss är också det produktionsområde som har störst åkerareal i landet och Gsk det område som har störst betesareal.

Figuren visar att uppfödning av stutar och höstlamm i stället för tjurar och vårlamm möjliggör hävd av större betesarealer. Även det totala arealbehovet, och därmed bidraget till öppet landskap, är större i stut- och höstlammalternativen. Däremot är skillnaderna i betesareal och totalareal små mellan normal och hög grovfoderandel i mjölkproduktionen. Större vallareal vid hög grovfoderandel kompenseras med mindre fodersädsareal. Gödtjuren av mjölkkras uppföds helt på stall och förbrukar sålunda inget bete.

Figuren visar också att arealen betesmark per djur är ungefär lika stor i Nn, Gsk och Ss. Den lägre betesavkastningen i norr kompenseras av kortare betesperiod och därmed lägre beteskonsumtion. Däremot är det totala arealbehovet per djur högre i Nn. Fodersädsarealerna är särskilt höga i Nn på grund av låga spannmålsskördar i detta område. I praktiken torde dock en betydande del av fodersäden köpas från andra områden särskilt i skogsbygderna och i norra Sverige.

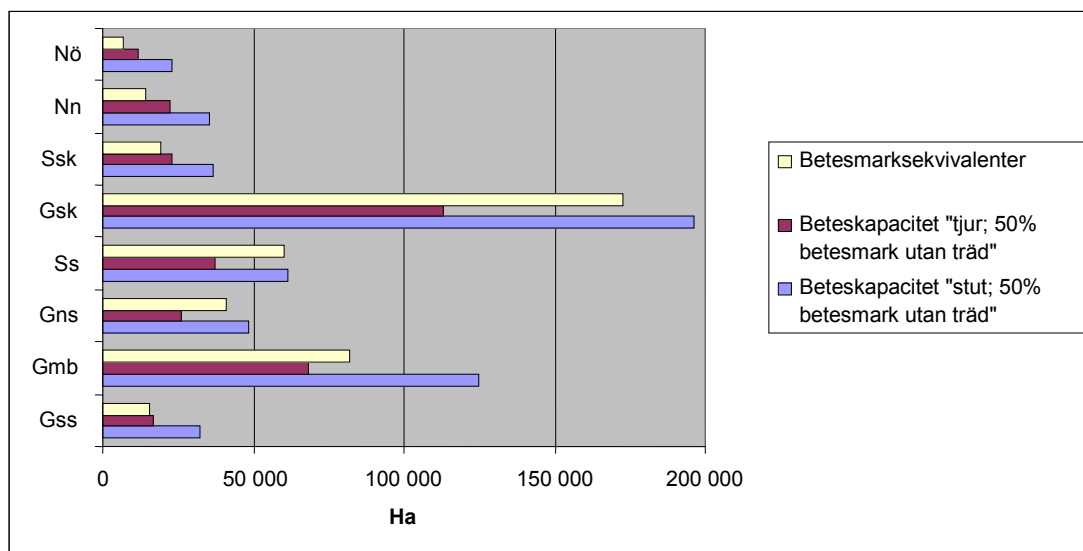


Figur 2. Arealbehov i olika produktionsmodeller i Nn, Gsk och Ss. Mjölkalternativen avser en mjölkko inklusive rekrytering med normal respektive hög vallfoderandel. Gödtjur och stut är av mjölkkras och avser ett djur fram till slakt. Diko tjur innefattar en diko plus hennes kalvar (0,47 ungtjur + 0,27 slaktkviga + 0,2 rekryteringskviga). Diko stut innefattar en diko plus hennes kalvar (0,47 stut + 0,27 slaktkviga + 0,2 rekryteringskviga). Lammalternativen innefattar tacka + hennes lamm fram till slakt vid lammslakt vår respektive höst. Arealer för odling av proteinfoder ingår inte.

Beräkningar för landets övriga fem produktionsområden visar att arealen betesmark per djur är ungefär lika stor i hela landet med undantag för Götalands mellanbygder där relativt lågavkastande betesmarker och betesvallar (pga. torrt klimat i sydöstra Sverige) och lång betesperiod leder till större betesareal per djur. De totala arealerna per djur är lägst i Götalands södra slättbygder med dess höga skördenivåer och högst i övre Norrland.

För att uppnå målen för Ett rikt odlingslandskap är det särskilt viktigt att djuren räcker till för att beta de naturliga betesmarkerna tillräckligt hårt. Åkrarna kan hållas öppna även med mycket extensiv skötsel som inte kräver mycket djur. Det svenska miljömålet Ett rikt odlingslandskap innefattar att alla befintliga betesmarker skall skötas på ett sätt som bevarar deras värden. Detta innebär att ca 450 000 ha betesmark ska skötas på ett hållbart sätt. Målet baseras på arealer med miljöersättning från landsbygdsprogrammet och inkluderar sålunda förutom ordinär betesmark även mindre arealer skogs-, fåbods- och alvarbete. År 2008 var denna betesareal inklusive skogs-, fåbods- och alvarbete 452 000 ha<sup>3</sup>; alltså praktiskt taget målarealen 450 000 ha. Åren tidigare var arealen väsentligt högre och 2009 väsentligt lägre (Jordbruksstatistisk årsbok, 2010).

Figur 3 visar dels arealen betesmark uttryckt i ha betesmarksekvivalenter år 2008 i landets olika produktionsområden, dels beräknad beteskapacitet hos befintliga kor och tackor inklusive deras kalvar och lamm. Vid de antaganden som figuren bygger på räcker befintliga moderdjur och deras avkomlingar i samtliga områden för att uppnå betesmålen om alla tjurkalvar föds upp som stutar ("stut; 50 % betesmark utan träd"). Om alla tjurkalvar föds upp som intakta tjurar ("tjur; 50 % betesmark utan träd") så blir det däremot brist på betesdjur i Gsk, Ss, Gns och Gmb.



Figur 3. Areal betesmark uttryckt i ha betesmarksekvivalenter i olika områden för att uppfylla målet 450 000 ha i hela landet samt beräknad beteskapacitet hos år 2009 befintliga kor och tackor inklusive deras kalvar och lamm. "tjur; 50 % betesmark utan träd" innebär att alla tjurkalvar föds upp som intakta tjurar samt att 50 % av det totala betesintaget kommer från betesmark utan träd. I "stut; 50 % betesmark utan träd" föds alla tjurkalvar upp som stutar. I båda alternativen antas 100 % höstlamm med huvuddelen av tillväxten på bete.

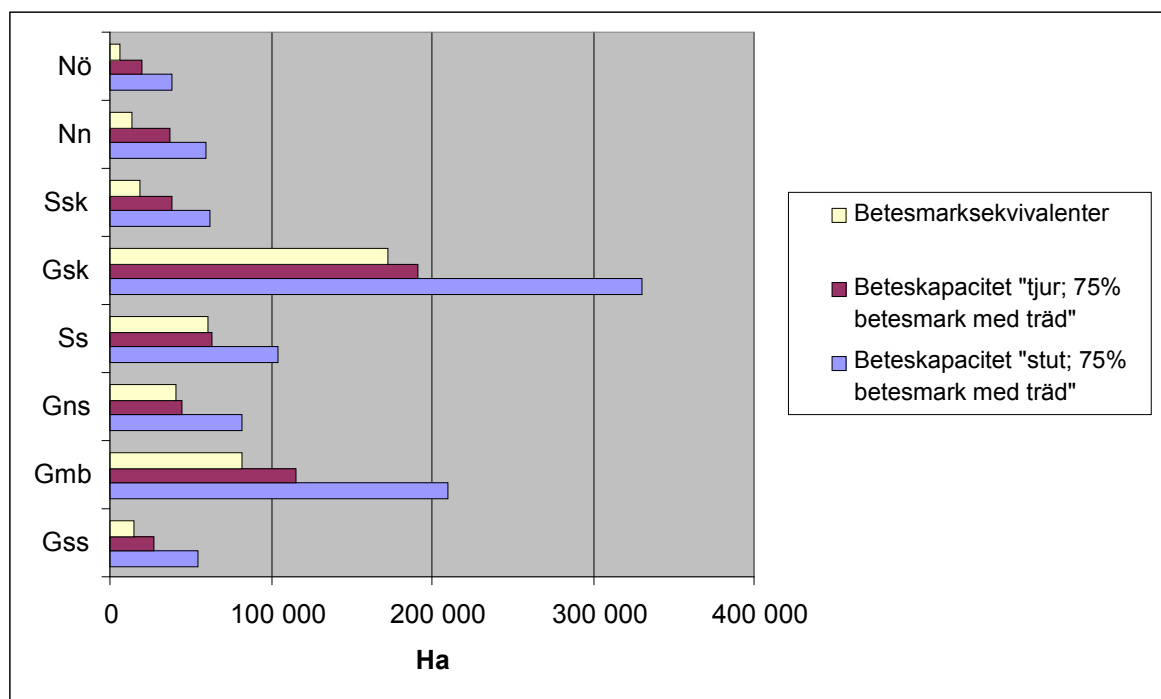
<sup>3</sup> 392 000 ha betesmark + 60 000 ha skogs- fåbods, alvarbete m.m. Om de senare marktyperna har en fjärdedel så stor betesproduktion per ha som "vanlig" betesmark så blir den totala arealen, uttryckt i ha betesmarksekvivalenter, 407 000.

Andelen stutar av totala antalet slaktade tjurar och stutar minskade från 23 % år 2004 till 19 % år 2009 (Jordbruksstatistisk årsbok, 2005; 2006). Det förestående borttagandet av handjursbidragen kommer att försämra lönsamheten mera i stutuppfödningen än i tjuruppfödningen, vilket torde komma att minska stutandelen ytterligare. Den låga och minskande andelen stutar visar att alternativet med enbart tjurar kan ligga mycket nära verkligheten och då är risken för betesdjursbrist stor i Gsk, Ss, Gns och Gmb. En ökande andel stalluppfödda vårlamm kan förvärra situationen ytterligare. Dessutom kommer troligen antalet mjölkkor fortsätta att minska och antalet dikor möjligen minska kraftigt fram till år 2020 (Jordbruksverket, 2007).

#### 4.1.1.2 Känslighetsanalys

För att uppnå målet på 450 000 ha betesmark även om djurantalet minskar finns olika möjligheter. Stutarnas betydelse har redan påvisats. Häst- och hjortbete kan minska behovet av nötkreatur- och fårbeta något. En annan möjlighet är att öka andelen naturbete av djurens totala betesintag. Detta torde dock förutsätta omfattande förflyttning av djur från åkerbete på gårdar med brist på betesmark till andra gårdars betesmarker.

Om andelen betesmark av totala betesintaget ökar från grundkalkylens 50 % till 75 % kan tillgängliga djur beta  $75/50 = 1,5$  gånger större arealer än vad Figur 3 anger. I grundkalkylen antas att betesmarkerna saknar träd. Om det finns träd i betesmarken minskar mängden producerat bete och då krävs inte så mycket betesdjur. Vid färre än 100 träd i betesmarken blir betesproduktionen 20 % lägre än på betesmarker utan träd i flertalet områden (Figur 1).



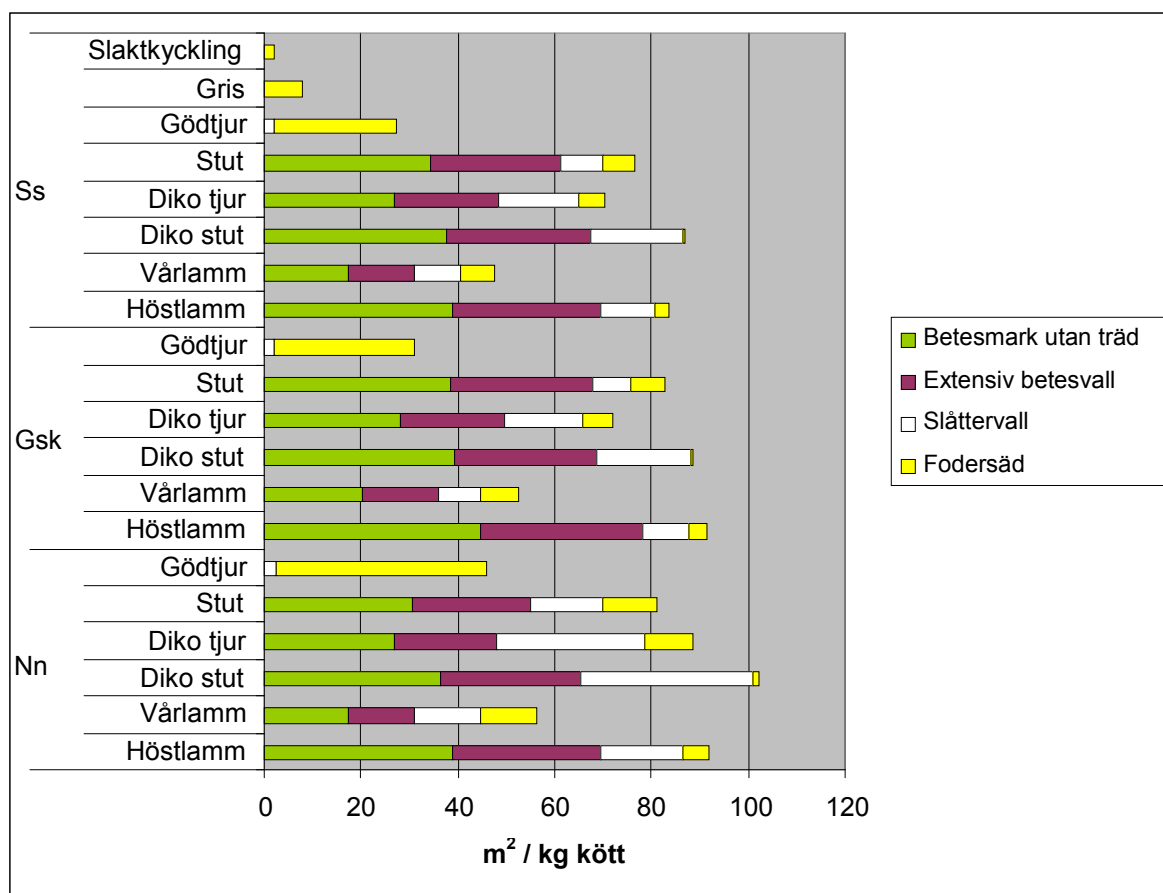
Figur 4. Areal betesmark uttryckt i ha betesmarksekvivalenter i olika områden för att nå målet 450 000 ha i hela landet samt beräknad beteskapacitet vid 10 % färre kor och får än år 2009, 75 % naturbete av totala betesintaget och träd i betesmarkerna vilka minskar betesproduktionen 20 %. I övrigt enligt Figur 3.

I Figur 4 antas 75 % naturbete, 20 % lägre betesproduktion på grund av träd i naturbetesmarkerna och 10 % färre kor och får än i den föregående figuren. Då kommer djuren att räcka till även i tjuralternativet. I flertalet områden räcker djuren mer än väl särskilt vid uppfödning av tjurkalvarna som stutar.

Utifrån data från Riksskogstaxeringen och Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS) har Palmgren (2010) skattat att landets befintliga betesareal är omkring 510 000 ha; alltså väsentligt mera än de ca 450 000 ha som det officiella målet för betesmarker grundas på. De stora marginalerna särskilt i stutalternativen enligt Figur 4 antyder att 510 000 ha kan beteshävdas även om antalet djur minskar 10 % förutsatt att 75 % av betet sker på betesmark som innehåller betydande mängder träd.

#### 4.1.2 Areal per kg kött

Figur 5, som bygger på grundkalkylens antaganden, visar att arealen betesmark liksom det totala arealbehovet per kg kött är störst för stutar och höstlamm. I gris-slaktkyckling- och gödtjursproduktionen hävdas ingen betesmark och det totala arealbehovet per kg kött är mycket lägre i dessa produktionsgrenar än i betesbaserad nöt- och lammköttproduktion. Konsumenter som vill bidra till biologisk mångfald i betesmarkerna och öppet landskap bör därför i första hand äta stut- och höstlammskött och i andra hand dikobaserat ungtjurkött och vårlammskött.



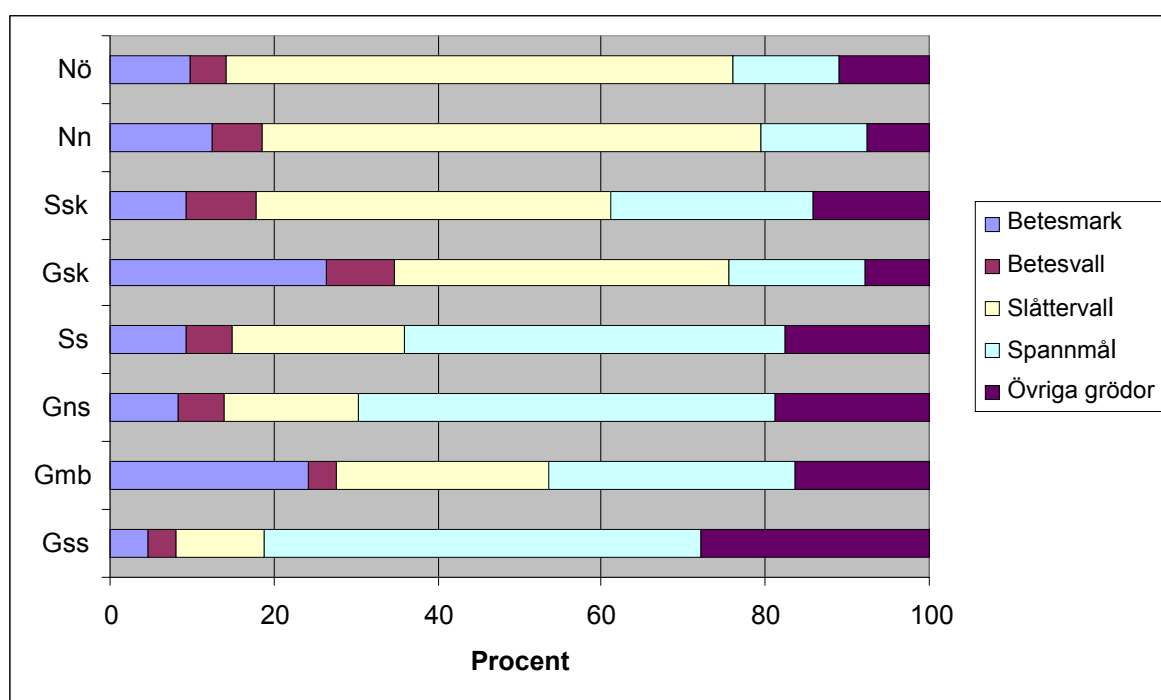
Figur 5. Arealbehov per kg kött i Nn, Gsk och Ss. Beteckningar enligt Figur 2. Areal för odling av proteinfoder ingår inte.



### 4.1.3 Mångfaldspåverkan uttryckt i landskapsvariation

Figur 6 visar den relativa fördelningen av olika jordbruksgrödor, uppdelat på produktionsområden. Av fodergrödorna är det betesmark och spannmål som har de tydligaste kopplingarna till enskilda arter (dvs. marker som är bevuxna med dessa grödor är starkt betydelsefulla som livsmiljöer för vilda arter).

Eftersom betesmarker i sig är heterogena och därmed artrika är det alltid positivt för den biologiska mångfalden med en ökning av andelen betesmark. Relativt sett är en ökning av andelen naturbetesmark mest positiv i slättbygden och delar av norra Sverige där förekomsten av naturbetesmarker är lägst. En ökning av andelen spannmålsodling är positiv endast i skogsbygden inklusive norra Sverige där spannmålsandelen nu är låg. I slättbygden där markanvändningen domineras av spannmål och övriga grödor (oljeväxter, baljväxter, potatis mm) kan ökad areal betes- och slåttervall också bidra till ökad mångfald. Vallodlingens värde för biologisk mångfald kan ökas genom att öka inslaget och variationen av blommande vallväxter.



Figur 6. Procentuell fördelning av jordbrukets markanvändning i landets åtta naturliga produktionsområden år 2009. Övriga grödor innefattar oljeväxter, baljväxter, grönfoder, frövall, potatis, sockerbetor, trädgårdsgrödor, energiskog och träda mm. Källa: Beräkningar utifrån Jordbruksstatistisk årsbok 2010.

En jämförelse med olika produktionsgrenars foderbehov (Figur 2) antyder bl.a. att ökad mjölkproduktion med normala foderstater och uppfödning av gödtjurar av mjölkkras är fördelaktig ur mångfaldssynpunkt i skogsbygder med hänsyn till dessa produktionsgrenars stora behov av fodersäd. Mycket av den fodersäd som förbrukas i skogsbygder torde dock köpas från slättbygder. I slättbygder vore det önskvärt med mera stutar, dikor och får med hänsyn till dessa produktionsgrenars stora behov av betesmark och vall. Brist på befintlig betesmark och hög alternativkostnad för åkermark i många slättbygder gör dock en ökning av dessa produktionsgrenar svår att genomföra i praktiken.

I ett *variationsperspektiv* är betesmarker med träd och skogsdungar bättre än trädlösa betesmarker. Mosaik av naturbetesmark och betad skog är också mera lika de naturliga föragrara landskap som betades av stora gräsätare (Vera, 2000; Svenning, 2002) och 1800-talets förindustriella landskap (Mattson, 1985; Ekstam & Forshed, 2000) än dagens landskap med strikt uppdelning mellan, åker, bete och skog. Vissa typer av gräsmarker, exempelvis strandängar, bör dock vara trädfria eftersom de hyser arter som är anpassade efter öppna förhållanden.

## 4.2 Klimat

Först beräknas utsläppen av växthusgaser från kött- och mjölkproduktionen utan beaktande av möjligheterna att kompensera dessa utsläpp genom kolinlagring i mark och träd och substitution av fossila bränslen med ved från avverkade träd i betesmarker. I senare avsnitt beräknas dessa möjligheter att i större eller mindre utsträckning kompensera utsläppen. Alla värden avser grundkalkylen för Svealands slättbygder (jfr. avsnitt 4.1.1.1).

### 4.2.1 Utsläpp av växthusgaser

Utsläppen av klimatgaser från kött- och mjölkproduktionen består av metan från djurens foderomsättning, koldioxid och lustgas från foderodlingen samt lustgas och metan från den gödsel djuren producerar. Utifrån dessa utsläpp omräknade till koldioxidekvivalenter (= CO<sub>2</sub>-ekv), djurens förbrukning av olika fodermedel och deras produktion kan utsläppen av växthusgaser per kg produkt beräknas enligt avsnitt 3.2. I de följande tre tabellerna anges utsläppen från foderomsättningen, foderodlingen och gödselhanteringen.

*Tabell 3. Utsläpp av metan från djurens foderomsättning och dessa utsläpp omräknade till kg koldioxidekvivalenter. För mjölkko, diko och tacka (inkl. lamm) avser beloppen utsläppen per år. För rekryteringskvigor avser beloppen tiden fram till inkalvning och för slaktungnöt tiden fram till slakt.*

	Kg CH <sub>4</sub>	Kg CO <sub>2</sub> -ekv
Mjölkkko, normal foderstat	135	3 400
Mjölkkko, hög grovfoderandel	134	3 300
Rekryteringskviga, mjölkras	99	2 500
Gödtjur, mjölkras	54	1 400
Stut, mjölkras	97	2 400
Diko	92	2 300
Rekryteringskviga, köttras	61	1 500
Ungtjur, köttras	84	2 100
Stut, köttras	126	3 200
Slaktkviga, köttras	99	2 500
Tacka, höstlamm	11	270
Tacka, vårlamm	12	290

Källa: Beräkningar gjorda av Carin Clason, Växa Halland utifrån data i Lindgren (1980) och Bertilsson (2001).

Tabell 4. Utsläpp av växthusgaser från foderproduktion uttryckt i g koldioxidekvivalenter. För ensilage och bete är utsläppen angivna per kg ts och för övriga fodermedel per kg.

	g CO <sub>2</sub> -ekv/kg
Gräensilage, intensivt <sup>1</sup>	370
Gräensilage, extensivt <sup>2</sup>	110
Åkerbete, intensivt <sup>2</sup>	110
Åkerbete, extensivt och naturbete <sup>2</sup>	90
Fodersäd (korn) <sup>1</sup>	450
Betfor <sup>1</sup>	570
Nötfor Unik 52 <sup>3</sup> (koncentrat till mjölkkor)	510
Nötfor Galax Utmärkt <sup>3</sup> (koncentrat till ungnöt)	520
Fårfor Lamm 500 <sup>3</sup> (kraftfoder till får)	410
Halm <sup>1,4</sup>	33

Källor:

1. Berglund m.fl. (2009).
2. Egna beräkningar utifrån Flechard m.fl. (2007) för direkta emissioner av N<sub>2</sub>O, Naturvårdsverket (2010) för indirekta emissioner samt Berglund m.fl. (2009) och Strid & Flysjö (2007) för CO<sub>2</sub> från diesel och smörjmedel respektive ensilageplast.
3. Lantmännens produktblad för respektive fodermedel.
4. Endast utsläppen från diesel som förbrukas vid bärgning och transport från fält till lagring på gården. Vid långa transporter t.ex. från slättbygd där halmen bärgas till skogsbygd utan egen halm eller om halmen har ett alternativvärde som biobränsle kan strö- och foderhalmens klimatkostnad vara väsentligt större.

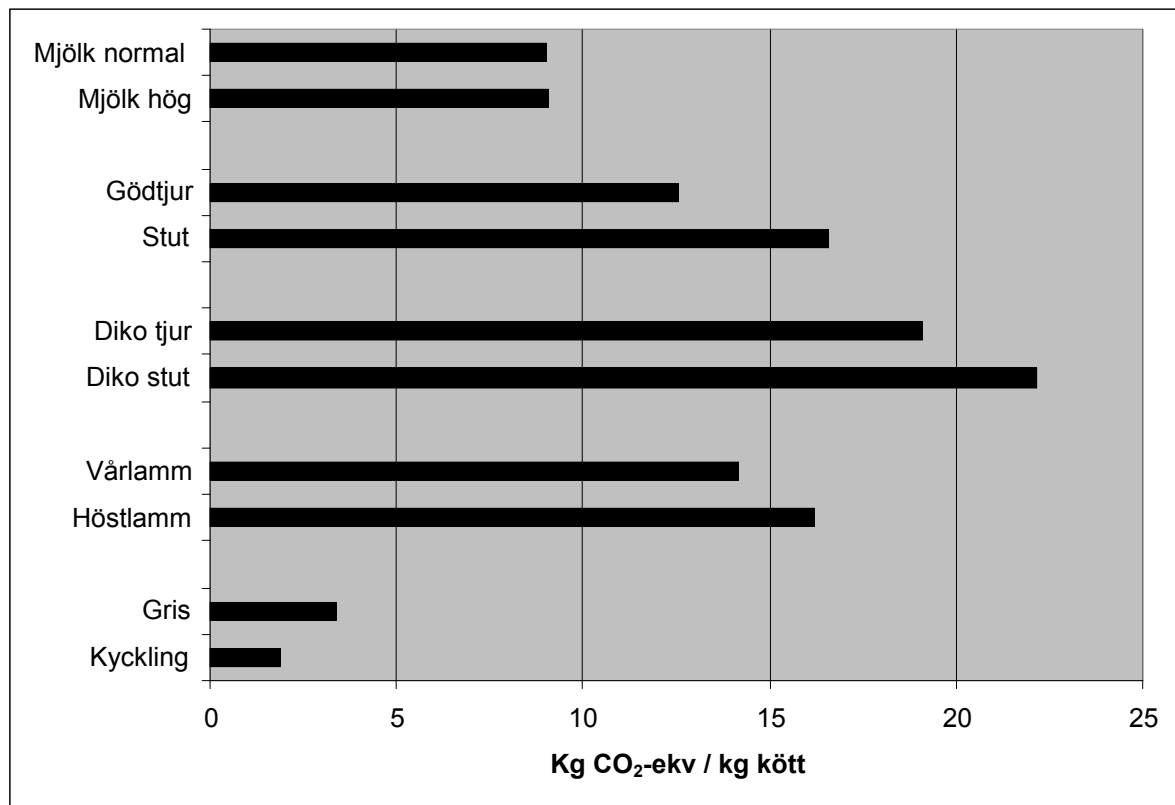
Tabell 5. Utsläpp av växthusgaser från stallgödsel uttryckt i g koldioxidekvivalenter. För mjölkko, diko och tacka (inkl. lamm) avser beloppen utsläppen per år. För rekryteringskvigor avser beloppen tiden fram till inkalvning och för slaktungnöt tiden fram till slakt.

	Kg CO <sub>2</sub> -ekv
Mjölkkko, normal foderstat flytgödsel	820
Mjölkkko, hög grovfoderandel flytgödsel	820
Rekryteringskviga, mjölkkras flytgödsel	370
Gödtjur, mjölkkras flytgödsel	220
Stut, mjölkkras flytgödsel	360
Diko djupströgödsel	990
Rekryteringskviga, köttras djupströgödsel	960
Ungtjur, köttras flytgödsel	240
Stut, köttras flytgödsel	470
Slaktkviga, köttras flytgödsel	340
Tacka, höstlamm djupströgödsel	70
Tacka, vårlamm djupströgödsel	80

Källa: Egna beräkningar utifrån Naturvårdsverket (2010).

Vid beräkningen av elförbrukningens klimatpåverkan antas att 1 kWh ger 39 g CO<sub>2</sub>-ekv, vilket är medeltal för svensk el (Berglund m.fl., 2009).

Utifrån ovan redovisade indata samt djurens foderförbrukning och produktion har utsläppen av CO<sub>2</sub>-ekv per kg nötkött och lammkött och 10 kg mjölk beräknats. För gris- och kycklingproduktionen används litteraturuppgifter om de totala utsläppen av CO<sub>2</sub>-ekv per kg produkt vid normal svensk produktionsteknik (Cederberg m.fl., 2009). Resultaten har sammanställts i Figur 7.



Figur 7. Beräknade utsläpp av växthusgaser per 10 kg mjök och 1 kg kött vid produktion i Svealands slättbygder. De olika produktionsalternativens innebörd beskrivs i avsnitt 4.1.1 och texten till Figur 2. Källor: Mjök, nötkött och lammkött egna beräkningar. Gris och kyckling Cederberg m.fl. (2009).

Skillnaderna mellan normal och grovfoderrik foderstat i mjökproduktionen är obetydliga när det gäller utsläpp av växthusgaser. Något lägre utsläpp per ko vid grovfoderrik foderstat uppvägs av lägre mjölkavkastning.

Utsläppen per kg kött är högre i stutalternativen än i tjuralternativen. Orsaken är att stutarna är äldre vid slakt och att de därmed förbrukar mera underhållsfoder per kg slaktvikt. Den längre uppfödningstiden resulterar också i större metanutsläpp och den högre foderförbrukningen i större utsläpp i foderodlingen. Även gödselmängden, och därmed utsläppen av växthusgaser från gödseln, blir större vid större foderförbrukning.

Utsläppen är större i dikobaserad nötköttsproduktion än i uppfödning av slaktungöt av mjölkras. Orsaken är att man måste hålla en diko ett helt år för att producera en kalv medan mjölkraskalven är en biprodukt i mjökproduktionen. Mjölkraskalven belastas endast med den del av mjölkens klimatpåverkan som motsvarar kalvens värde i relation till totala intäkten från kon (= 4 %).

Lammproduktionen har väsentligt lägre utsläpp av klimatgaser än den dikobaserade nötköttsproduktionen. Orsaken är att en tacka får ca två avkomlingar per år medan kon bara får en. Lammen har också kortare uppfödningstid fram till slakt än ungnöten. Uppfödningstiden är särskilt kort i vårlammsproduktionen.

Gris- och i synnerhet slaktkycklingproduktionen har väsentligt lägre utsläpp av klimatgaser per kg kött än nötkött- och lammköttproduktionen. Många avkomlingar per moderdjur och år samt kort uppfödningstid fram till slakt är viktiga orsaker till de låga

utsläppen. Dessutom är metanutsläppen från svinens och fjäderfäns foderomsättning mycket små.

De beräknade utsläppen kan jämföras med utsläpp enligt en litteratursammanställning för svensk produktion (Berglund m.fl., 2009). Enligt sammanställningen är emissionen per kg nötkött 11-15 kg CO<sub>2</sub>-ekv i mjölkkrasbaserad produktion och 17-19 kg CO<sub>2</sub>-ekv i dikobaserad produktion. De beräknade utsläppen ligger i intervall 10-15 % högre. När det gäller mjölkproduktion med hög avkastning per ko i södra och mellersta Sverige sammanfaller de beräknade utsläppen väl med värdena enligt sammanställningen.

#### **4.2.2 Kolinlagring i mark och träd**

Vid beräkningen av foderodlingens klimatpåverkan enligt Tabell 4 (och därmed animalieproduktionens klimatpåverkan enligt Figur 7) har det inte beaktats att kolhalten kan förändras i den mark där fodret odlas. Om kolhalten ökar i fodermarken kompenserar detta i större eller mindre utsträckning utsläppen av växthusgaser från foderodling, foderomvandling och gödselhantering. Eventuell kolhaltsminskning i marken ökar i stället de totala utsläppen av växthusgaser.

Vallodling kan öka åkermarkens kolinnehåll medan spannmålsodling har motsatt effekt. På en svensk mark som övergått från åker till permanent vall uppmättes en ökning av markens kolinnehåll på 400 kg C per ha och år medan övergång från permanent gräsmark till åker minskade markens kolinnehåll (Kätterer m.fl., 2008). Enligt Bertilsson (personligt meddelande, 2011) kan växtföljdsvallar som gödglas med 150 kg N/ha förväntas öka markens kolinnehåll med 300 kg per år medan motsvarande för ogödslade vallar är 200 kg och för spannmålsodling en årlig minskning med 100 kg C per ha och år.

Vid mätningar under två år i nio mellan-, väst- och sydeuropeiska betesmarker och slåttervallar fann man en genomsnittlig ökning av markens kolförråd på  $1040 \pm 730$  kg C/ha och år (medeltal och konfidensintervall vid  $p > 0.95$ ). De flesta undersökta markerna tillfördes stora mängder kväve via mineralgödsel, stallgödsel eller baljväxter. Den genomsnittliga tillförseln via mineral- och stallgödsel var ca 140 kg N per ha och år. Exklusive två betesmarker som inte kvävegödslades var medeltalet ca 170 kg N. I de två ogödslade betesmarkerna var den genomsnittliga kolinlagringen under de två försöksåren  $670 \text{ kg} \pm 730 \text{ kg C/ha}$  och år (Soussana m.fl., 2007). Det hade alltså behövts flera försöksår för att med större säkerhet skatta den långsiktiga kolinlagringen. Mätningar över en 44-årsperiod på ogödslad naturbetesmark på den nordamerikanska prärien visar emellertid på en långsiktig ökning av markens kolinnehåll med ca 400 kg/år. Tillfördes kvävegödsel var ökningen närmare 500 kg (Liebig m.fl., 2010).

I svenska modellberäkningar har man skattat kolinlagringen i betesmarker genom att räkna ut hur mycket kväve som binds i marken och sedan multiplicera denna kvävemängd med markens C/N-kvot. Det förutsätts därvid att betesmarkerna inte tillförs mineralgödselkväve varför kvävetillförsel sker endast genom deposition. Resultaten tyder på att kolmängden ökar i syd- och mellansvenska betesmarker med 30 kg C/ha och år medan den minskar lika mycket i nordsvenska betesmarker. Lägre kvävedeposition i norra Sverige än i Syd- och Mellansverige är en viktig förklaring till skillnaden mellan landsdelarna (Jordbruksverket, 2010b). Betesmarker kan nämligen utgöra en uthållig kolsänka endast om de tillförs kväve (Hungate m.fl., 2003).

Även modellberäkningar för olika delar av Europa tyder på att kolhalten ökar i högavkastande mellan-, väst- och sydeuropeiska gräsmarker medan de snarare minskar i lågproducerande svenska betesmarker (Vleeshouwers & Verhagen, 2002). Produktionshöjande åtgärder såsom gödsling och insådd av baljväxter bidrar till att öka kolhalten i betesmarker (Conant m.fl., 2001). Sådana åtgärder är dock inte tillåtna på svenska betesmarker med miljöersättning.

Många svenska betesmarker är trädbevuxna. Det finns emellertid inga signifikanta skillnader eller någon trend i markkolmängden som kan relateras till mängden trädbiomassa i svenska betesmarker. Kolmängden är ca 90 ton per ha i hela intervallet 0 till över 75 ton stående stambiomassa per ha (Jordbruksverket, 2010b). En metaanalys av ett stort antal publicerade studier från olika tempererade och tropiska områden antyder att lövträd kan öka mängden markkol i betesmarker medan barrträd har motsatt effekt (Guo & Gifford, 2002).

Även om skog inte innehåller mera kol i marken än betesmark så är den totala inlagrade kolmängden större i skog tack vare den större biomassan i träd än i gräs (Lee & Dodson, 1996; Schulze m.fl., 2009). Trädbiomassan består inte bara av stamvolym ovanför stubbskäret inkl. bark och topp (= skogskubikmeter = m<sup>3</sup>sk) i vilket mått man normalt mäter skogstillväxt och virkesförråd. Trädbiomassan inkluderar också grenar, stubbar och rötter. Utifrån Sveriges totala virkesförråd (3 250 milj. m<sup>3</sup>sk), totala förråd av torr biomassa i träd (2 360 milj. ton) och 50 % kol i den torra trädbiomassan (SLU & Sveriges officiella statistik, 2008) kan man beräkna att en m<sup>3</sup>sk i genomsnitt för Sverige innehåller 360 kg C. Örlander (2010) anger en något större mängd eller 380 kg C.

För betesmarker med stort inslag av träd antas att virkesproduktionen är 2 m<sup>3</sup>sk per ha och år. För extensivt bete på partiellt beskogad före detta åkermark ("silvopastoral agroforestry") antas virkesproduktionen vara 4 m<sup>3</sup>sk per ha och år (avsnitt 3.4.2). Det motsvarar 2\*360 = 720 kg respektive 4\*360 = 1 440 kg C. Vid Örlanders värde på kolinlagring per kubikmeter blir det något mera.

I Tabell 6 beräknas hur några olika nivåer på kolinlagring i mark och träd kan påverka nettoutsläppen av växthusgaser per kg foder. Inlagring av 30 kg C/ha i betesmarker enligt svenska beräkningar utifrån kvävenedfall och given C/N-kvot motsvarar 70 g CO<sub>2</sub>/kg ts bete. Den större kolinlagring, som uppmätts på ogödslade mellaneuropeiska betesmarker, motsvarar 1 640 g CO<sub>2</sub>/kg ts. Inlagringen i trädbiomassa vid 2 och 4 m<sup>3</sup>sk tillväxt per ha tillsammans med 30 kg C/ha i marken minskar nettoutsläppen med 2 290 respektive 4 500 g CO<sub>2</sub>/kg ts bete. Den höga inlagringen per kg ts i fallen med träd i betesmarken beror dels på hög inlagring per ha, dels på lägre betesmängd per ha. Kolinlagringen på intensivt odlade vallar är 170 g CO<sub>2</sub>/kg ts bete och 140 g CO<sub>2</sub>/kg ts ensilage. Vid extensiv vallodling blir inlagringen per kg foder högre på grund av att foderproduktionen minskar mera än den antagna kolinlagringen per ha. Vid spannmålsodling minskar markens kolinnehåll men minskningen uttryckt per kg fodersäd blir relativt liten.

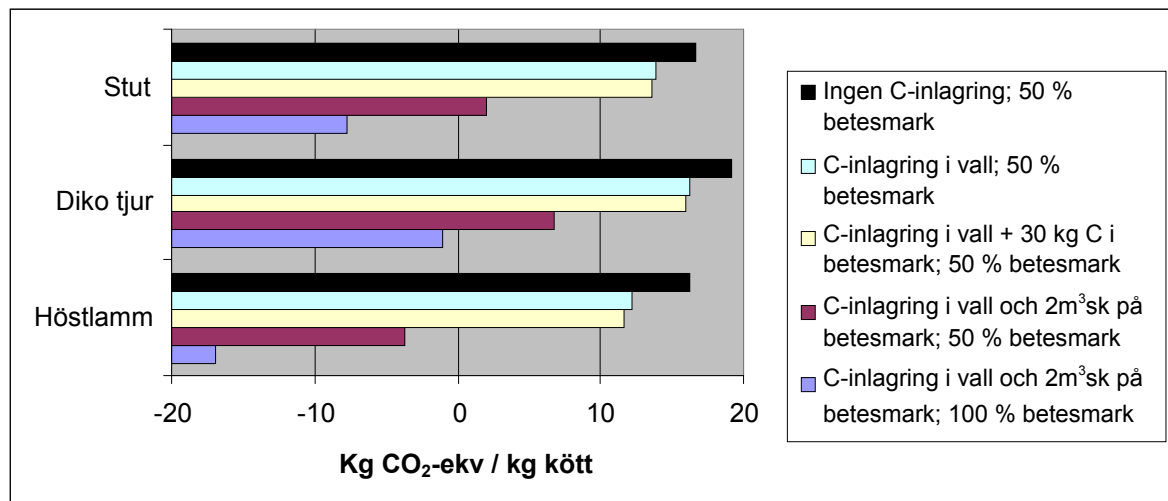
Tabell 6. Olika skattningar av kolinlagring i mark och träd på betesmarker och åker samt denna inlagring uttryckt som kg CO<sub>2</sub>/ha och år och g CO<sub>2</sub>/kg foder vid normala foderskördar i Svealands slättbygder.

Kolinlagring, kg C/ha och år	Kolinlagring, kg CO <sub>2</sub> ha/år <sup>5</sup>	Kolinlagring, g CO <sub>2</sub> /kg foder
30 (mark-C i syd- och mellansvenska betesmarker <sup>1</sup> )	110	70/kg ts <sup>6</sup>
670 (mark-C i ogödslade europeiska betesmarker <sup>2</sup> )	2 460	1 640/kg ts <sup>6</sup>
750 (C i trädbiomassa och mark på betesmark med träd vid 2 m <sup>3</sup> sk/ha tillväxt <sup>3</sup> )	2 750	2 290/kg ts <sup>7</sup>
1 470 (C i trädbiomassa och mark på partiellt beskogad f.d. åker vid 4 m <sup>3</sup> sk/ha tillväxt <sup>3</sup> )	5 390	4 500/kg ts <sup>7</sup>
300 (mark-C i intensivt odlad slåtter- och betesvall <sup>4</sup> )	1 100	170/kg ts åkerbete <sup>8</sup> 140/kg ts ensilage <sup>9</sup>
200 (mark-C i extensivt odlad slåtter- och betesvall <sup>4</sup> )	730	370/kg ts åkerbete <sup>10</sup> 230/kg ts ensilage <sup>11</sup>
- 100 (mark-C i spannmålsodling <sup>4</sup> )	-370	-90/kg fodersäd <sup>12</sup>

1. Jordbruksverket, 2010b.
2. Soussana m.fl., 2007.
3. 720 kg C vid 2 m<sup>3</sup>sk och 1 440 kg C vid 4 m<sup>3</sup>sk beräknat utifrån SLU och Sveriges officiella statistik (2008) plus 30 kg C inlagring i marken enligt Jordbruksverket (2010b).
4. Bertilsson, 2011 (personligt meddelande)
5. 3,67 kg CO<sub>2</sub> per kg C.
6. 1500 kg ts bete/ha på betesmark utan träd enligt avsnitt 3.4.2.
7. 1200 kg ts bete/ha på betesmark med träd och partiellt beskogad f.d. åker enligt avsnitt 3.4.2.
8. 6600 kg ts/ha intensivt odlad åkerbete enligt avsnitt 3.4.2.
9. 7600 kg ts/ha intensivt odlad slåttervall enligt avsnitt 3.4.2.
10. 1960 kg ts/ha extensivt odlad åkerbete enligt avsnitt 3.4.2.
11. 3200 kg ts/ha extensivt odlad slåttervall enligt avsnitt 3.4.2.
12. 4100 kg/ha vårkorn enligt avsnitt 3.4.2.

I Figur 8 visas de beräknade utsläppen av CO<sub>2</sub>-ekv per kg producerat kött dels då kolinlagring i mark och träd ej beaktas, dels för några fall då denna inlagring beaktas enligt Tabell 6. Kolinlagringen i vallar minskar utsläppen några kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött. Tillkommer 30 kg C inlagring i betesmarker minskat utsläppen obetydligt ytterligare. Men om det dessutom finns träd som växer 2 m<sup>3</sup>sk per ha betesmark halveras den dikobaserade köttproduktionens klimatpåverkan medan mjölkkrasstuten kommer ner på att par kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött, alltså till samma nivå som kyckling, och höstlammens kommer under noll. Dessa siffror gäller då 50 % av betesintaget sker på betesmark och 50 % på extensivt åkerbete. Sker 100 % av betesintaget på betesmark med 2 m<sup>3</sup>sk per ha träd tillväxt kommer även den dikobaserade produktionens nettoutsläpp under noll och stutens och lammens utsläpp hamnar långt under noll. I detta fall kompenserar alltså kolinlagringen mer än väl de sammanlagda utsläppen från foderodling, foderomsättning och gödselhantering.

Baseras köttproduktionen på partiellt beskogad f.d. åker som förutom bete också producerar 4 m<sup>3</sup>sk träd tillväxt blir kolinlagringen per kg bete dubbelt så stor som vid 2 m<sup>3</sup>sk träd tillväxt. Då blir nettoutsläppen per kg kött långt under noll även i den dikobaserade produktionen.



Figur 8. Beräknade nettoutsläpp av växthusgaser per kg producerat kött utan kolinlagring och med kolinlagring i vall, betesmark och betesmarksträd. Procentsiffrorna anger hur stor andel av djurens betesintag som sker på naturbetesmark. Övrigt bete är extensivt åkerbete.

I de redovisade beräkningarna har beaktats att spannmålsodling minskar markens kolinnehåll. Denna minskning, omräknat till kg foder, är dock relativt liten enligt Tabell 6. Detta innebär också att klimatpåverkan från den spannmålsbaserade gris- och kycklingproduktionen inte ökar särskilt mycket till följd av kolförlusterna i synnerhet som foderåtgången per kg kött är låg i dessa produktionsgrenar.

Beaktas kolinlagringen i slätter- och betesvallar och kolförlusterna i spannmålsodling blir klimatpåverkan något mindre i mjölkproduktion med hög vallfoderandel än i mjölkproduktion med normal foderstat och därmed större förbrukning av fodersäd.

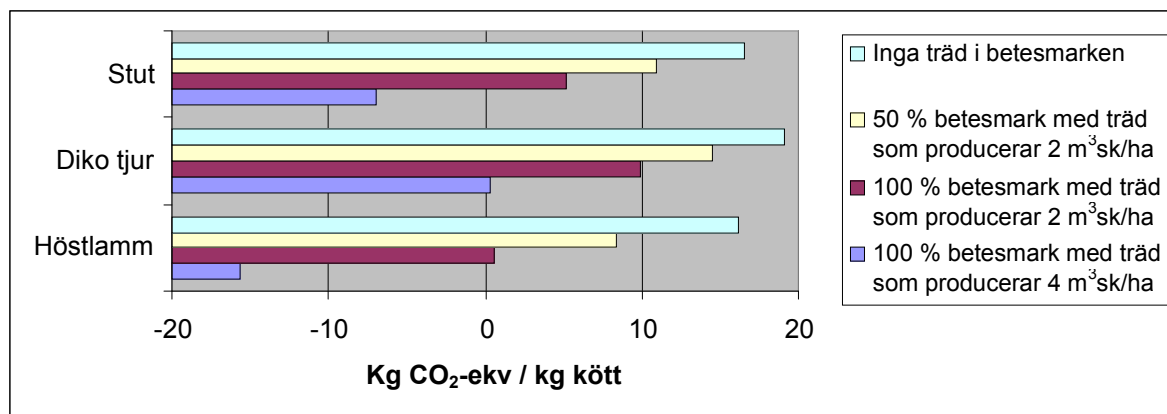
#### 4.2.3 Substitution av fossila bränslen med ved från betesmarksträd

Kolinnehållet i marken kan inte öka hur länge som helst. Förr eller senare uppnås en jämvikt då tillförsel och nedbrytning av organiskt material balanserar varandra (Six m.fl., 2002; Lal, 2004). Tiden fram till kolmättnad kan variera från 10 till 100 år (Jones & Donnelly, 2004). Virkes-förrådet med dess kolinnehåll kan heller inte öka hur länge som helst. När träden är 50-100 år gamla minskar och avstannar tillväxten. Men träd kan, till skillnad från markkol, skördas successivt allt eftersom de blir avverkningsmogna och användas som bibränsle som ersätter fossila bränslen eller sågas till bräder och plank som ersätter energiintensiva material såsom betong, stål och plast. Denna substitutionseffekt innebär att betesmarksträd som avverkas bidrar till att minska utsläppen av CO<sub>2</sub>.

Ved som används till bibränsle och då ersätter fossila bränslen minskar koldioxidutsläppen med 600-1 300 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>sk om även grenar och toppar utnyttjas (personlig information från Eriksson, Olsson och Örlander, 2011). Variationen beror på bl.a. träslag och om veden ersätter gas, olja eller kol. Om veduttaget motsvarar tillväxten på lång sikt och substitutionseffekten är 700 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup>sk så ger 2 m<sup>3</sup>sk/år tillväxt en minskning av CO<sub>2</sub>-utsläppen med 2\*700 = 1 400 kg CO<sub>2</sub>/år. Vid 4 m<sup>3</sup>sk/ha årlig tillväxt som antas på partiellt beskogad f.d. åker som överförs till bete blir utsläppsminskningen genom substitutionseffekten dubbelt så stor. Per kg ts bete motsvarar dessa utsläppsminskningar 1 150 respektive 2 300 g CO<sub>2</sub>.



Figur 9 visar att substitutionseffekten av ved från betesmarksträd uthålligt kan reducera den betesbaserade köttproduktionens nettoutsläpp av växthusgaser betydligt. Ju större andel av betesmarken som har träd som producerar ved desto mindre blir klimatpåverkan. Reduktionen av nettoutsläppen blir särskilt stor om all betning sker på partiellt beskogad f.d. åker där trädutväxten antas kunna bli 4 m<sup>3</sup>sk/ha. I detta fall blir den dikobaserade produktionen klimatneutral och stut- och lammproduktionen kommer att fungera som kolsänkor.



Figur 9. Beräknade nettoutsläpp av växthusgaser per kg producerat kött utan träd i betesmarken och med träd som producerar ved som ersätter fossila bränslen.

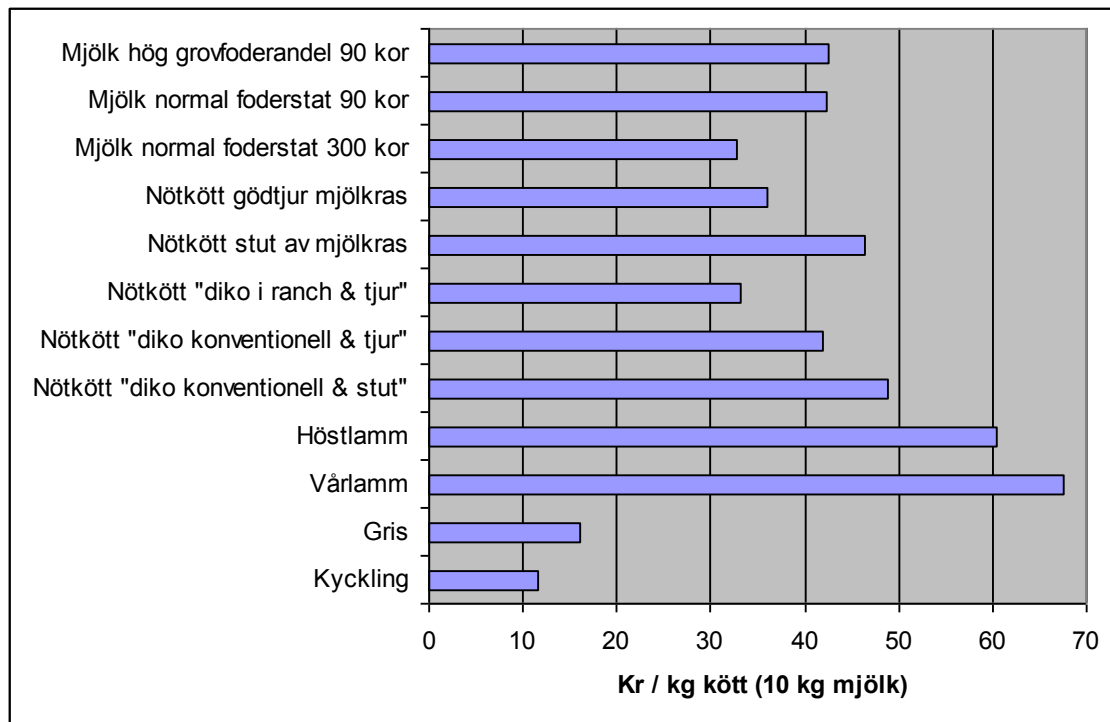
## 4.3 Ekonomi

### 4.3.1 Företagsekonomiska produktionskostnader

Produktionskostnaderna per kg kött och mjölk beräknas som summa särkostnader 3 enligt modellen i SLU:s områdeskalkyler 2010 dividerat med producerad kvantitet. Beräkningsmetodiken beskrivs närmare i avsnitt 3.3.1.

I grundkalkylen antas områdeskalkylernas arbetskostnad per timme (187 kr i foderodlingen och 193 kr i djurskötseln) och räntenivå (7 %). Alla kapitalkostnader beräknas på inköpspriset för nya maskiner och nybyggnadskostnader för djurstallar och stängsel. Grundkalkylen avser alltså produktion med nya resurser anskaffade till marknadspris. I känslighetsanalyser antas befintliga resurser med låg alternativkostnad (eget arbete till 100 kr/tim, eget kapital till 3 % ränta samt byggnader och stängsel som saknar lönsam alternativ användning och sålunda endast kräver underhållskostnader som antas vara 10 % av totalkostnaden för nya byggnader och stängsel). I nöt- och lammköttproduktionen antas att 50 % av betet kommer från naturbetesmark utan träd och 50 % från extensivt åkerbete i både grundkalkyl och känslighetsanalys.

I Figur 10 visas beräknade produktionskostnader för mjölk och kött i Svealands slättbygder vid grundkalkylens kostnadsförutsättningar inklusive miljöersättning för allmänna värden plus gårdsstöd på betesmark (1 100 + 1 100 kr/ha och år) och 300 kr/ha miljöersättning till vall.



Figur 10. Beräknad produktionskostnad per kg kött och 10 kg mjölk i Svealands slättbygder i grundkalkylen.

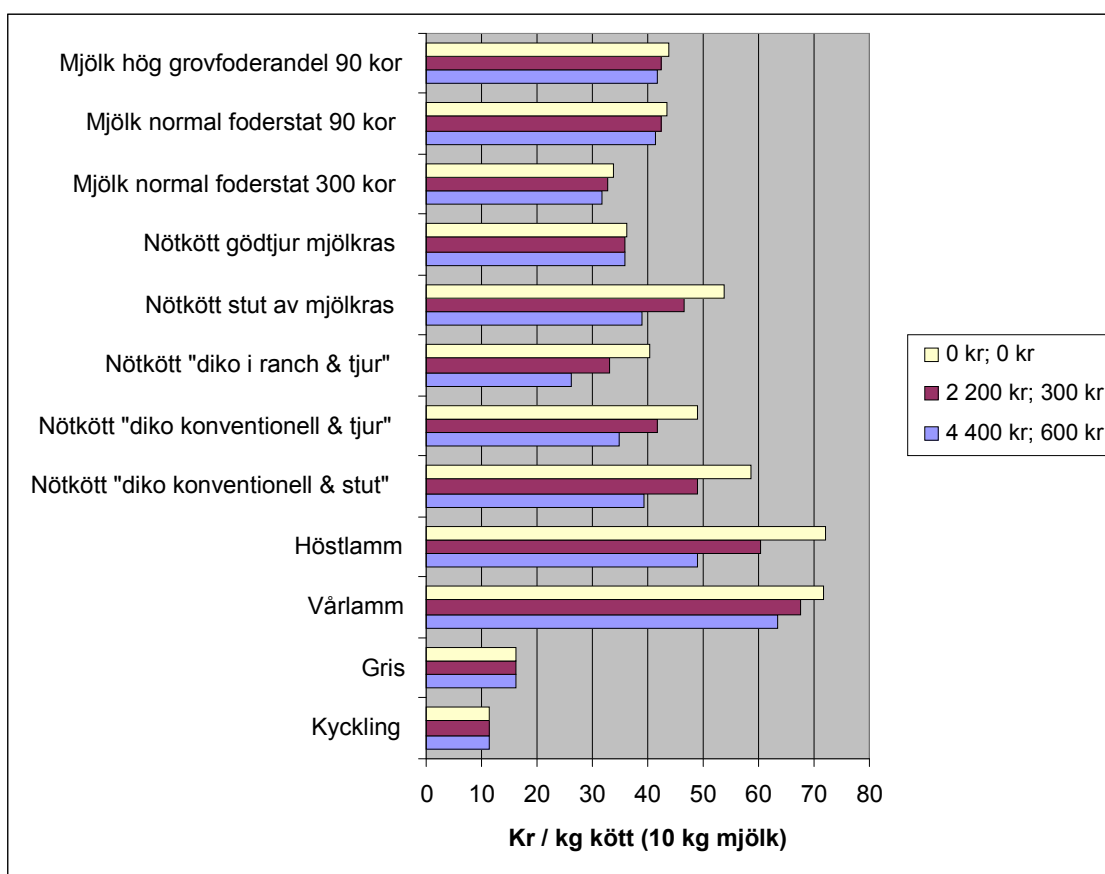
Produktionskostnaden för mjölk är praktiskt taget den samma vid normal foderstat och vid hög grovfoderandel. En hög grovfoderandel och därmed låg foderkostad per ko uppvägs av en lägre mjölkavkastning. Jämförelsen mellan 300 och 90 kor visar att det finns betydande storleksfördelar i mjölkproduktionen. Kostnaden är drygt 3 kr/kg i den större besättningen och drygt 4 kr/kg i den mindre.

Kostnaden per kg kött är klart lägst för kyckling och gris trots att dessa produktionsgrenar, i motsats till köttproduktion från betesmarker, inte erhåller någon miljöersättning. Produktionskostnaden per kg kycklingkött är drygt 11 kr/kg (drygt 8 kr/kg levande vikt). Den beräknade produktionskostnaden för griskött är drygt 15 kr/kg. I nötköttsproduktionen ligger kostnaden på ca 35 kr/kg för gödtjurar av mjölkkras och dikobaserad produktion med korna i ranchdrift och slutuppfödning av intakta tjurar. För de övriga nötköttsalternativen ligger kostnaden mellan 40 och 50 kr/kg. Kostnaden är högre i stutalternativen än i tjuralternativen. I lammköttproduktionen ligger kostnaden på över 60 kr/kg. Det är främst höga arbets- och byggnadskostnader som drar upp kostnaderna i nöt- och lammköttproduktionen i grundkalkylen där nya byggnader och marknadsmässig arbetsersättning krävs. I gris- och kycklingproduktionen är dessa kostnader mycket låga tack vare mycket hög köttproduktion per arbetstimme och kvadratmeter byggnadsyta

Om man har så mycket betesmark i förhållande till djurantalet att det kan utgöra 100 % av det totala betesintaget samtidigt som djurtillväxten blir lika bra som vid 50 % naturbete och 50 % åkerbete blir produktionskostnaden per kg betesbaserat nötkött 6-8 kr lägre än enligt Figur 10 tack vare högre miljöersättningar. Ranchalternativet med slutuppfödning av intakta tjurar kommer då ned under 30 kr/kg. För övriga nötköttsalternativ ligger kostnaden vid 100 % naturbete på 35-40 kr/kg. I

höstlammproduktionen torde sällan 100 % naturbete vara realistiskt om man skall uppnå den lamm tillväxt som förutsätts i kalkylerna. Däremot passar naturbetesmarker bra till sinlagda tackor i vårlammproduktion. I vårlammproduktionen är dock betesandelen av det totala foderintaget relativt litet varför hög andel naturbete med tilläggsersättning inte minskar kostnaden per kg vårlammskött särskilt mycket.

I Figur 11 visas konsekvenser av slopade miljöersättningar och stöd till betesmark och vall (0 kr, 0 kr), 1 100 miljöersättning och 1 100 kr gårdsstöd till betesmark och 300 kr miljöersättning till slätter- och betesvall (2 200 kr; 300 kr) samt fördubblade ersättningar och stöd (4 400 kr; 600 kr). I övrigt gäller grundkalkylens förutsättningar inklusive 50 % av betesintaget på naturbetesmark.

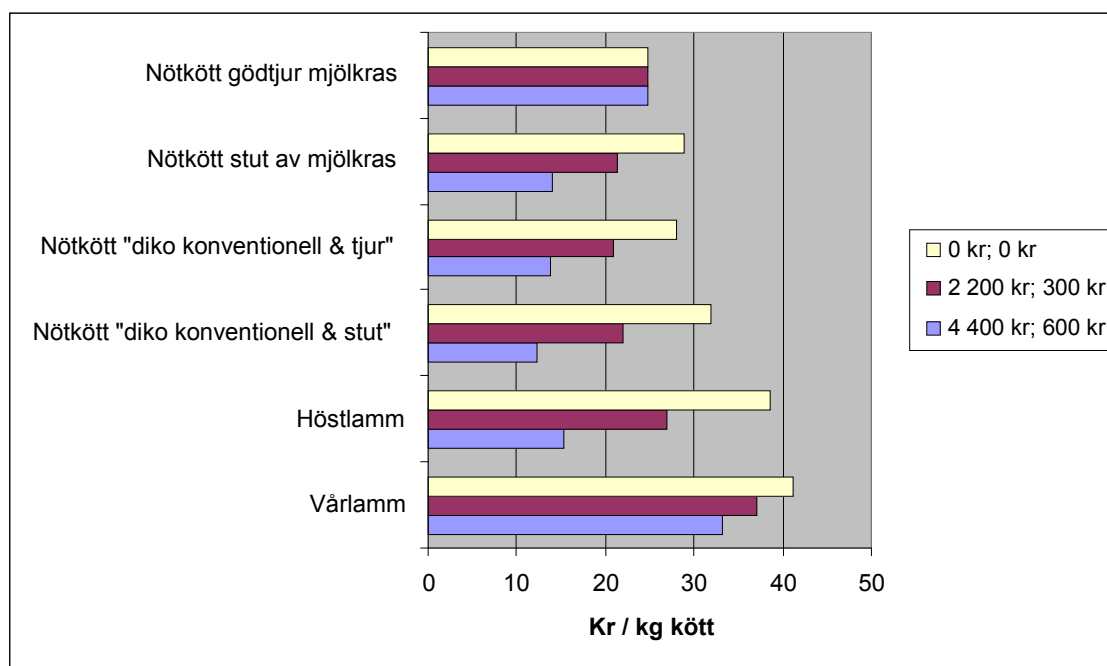


Figur 11. Beräknad produktionskostnad per kg kött och 10 kg mjölk i Svealands slättbygder utan några miljöersättningar och gårdsstöd (0 kr; 0 kr), vid ersättning för allmänna värden plus gårdsstöd på betesmark och 300 kr miljöersättning till slätter- och betesvall (2 200 kr; 300 kr) och vid fördubblade ersättningar och stöd (4 400 kr; 600 kr).

För gris och kyckling, som inte använder bete och vallfoder och för mjölkrasgödtjur som använder endast små mängder vallfoder har förändrade miljöersättningar och gårdsstöd till betesmarker inga respektive obetydliga effekter. I mjölkproduktionen där endast rekryteringskvigorna går på betesmark är effekterna små. Däremot har förändrade ersättningar stor betydelse inom den betesbaserade köttproduktionen. I nötköttsproduktionen ligger dock kostnaden på 35 kr/kg eller högre även vid (4 400 kr; 600 kr) utom i ranchalternativet. I lammproduktionen ligger kostnaden på 50 kr/kg eller högre även vid denna höga ersättnings- och stödnivå.

Då producentpriserna för nötkött och lammkött ligger under 35 respektive 50 kr/kg förefaller betesbaserad köttproduktion med konventionella byggnader inte vara lönsam ens vid höga miljöersättningar vid grundkalkylens förutsättningar med krav på nya byggnader, stängsel och maskiner samt lantarbetarelön och 7 % ränta. Storskalig mjölkproduktion med 300 kor har däremot produktionskostnader i nivå med dagens mjölkpris på drygt 3 kr/kg och förefaller därmed kunna betala nyinvesteringar och marknadsmässig ersättning till arbete och kapital. Även kycklingproduktionen har kostnader i nivå med producentpriset på 12 kr/kg slaktad vikt (9 kr/kg levande vikt). Att producera griskött med grundkalkylens förutsättningar kostar drygt 15 kr/kg vilket är över producentpriset.

I Figur 12 antas att produktionen helt kan baseras på befintliga resurser med låga alternativkostnader (eget arbete 100 kr/tim, eget kapital 3 % ränta samt byggnader och stängsel som saknar lönsam alternativ användning). Eftersom storskalig kyckling-, griskötts-, mjölk- och ranchbaserad nötköttsproduktion med ”billiga befintliga resurser” knappast är realistisk har figuren avgränsats till alternativen med konventionell relativt småskalig nötkött- och lammköttproduktion.



Figur 12. Beräknad produktionskostnad per kg kött i Svealands slättbygder vid befintliga resurser med låg alternativkostnad.

Kan man helt basera produktionen på ”billiga befintliga resurser” ligger kostnaden per kg nötkött utan några miljöersättningar och stöd under 30 kr/kg i utom i dikobaserad produktion med konventionella byggnader och slutuppfödning av stutar där kostnaden är något över 30 kr/kg. För lammkött ligger kostnaden utan ersättningar och stöd på ca 40 kr/kg. Vid de nu vanliga miljöersättnings- och stödbeloppen (2 200 kr; 300 kr) ligger kostnaderna i betesbaserad nötkött- och lammköttproduktion på eller under nuvarande producentprisnivå. Slutsatsen är att betesbaserad köttproduktion med billiga befintliga resurser kan vara företagsekonomiskt lönsam.

Ovanstående beräkningar avser Svealand slättbygder (Ss) och bygger huvudsakligen på SLU:s områdeskalkyler när det gäller resursförbrukning, avkastning och produktionsmedelspriser. Beräknade produktionskostnader i Götalands slättbygds-

områden är tämligen lika de som beräknats för Ss. Däremot är kostnaderna för betesbaserad köttproduktion beräknade utifrån områdeskalkylerna lägre i skogsbygderna. Orsaken är att kompensationsbidrag och högre miljöersättningar till vall väger tyngre än nackdelarna i form av lägre skördenivåer och kortare betesperiod. I områdeskalkylernas vall- och beteskalkyler beaktas dock inte att arronderingen är sämre i skogsbygderna med små spridda åkrar och betesmarker. Detta ökar arbets-, maskin- och stängselkostnaderna per ha. Hemtransporten av ensilage från och återtransporten av stallgödsel till vallarna blir också dyrare än på slättgårdar med stora fält nära brukningscentrum. Små spridda betesmarker gör även att åtminstone större besättningar måste ha betesdjur på många olika ställen eller flytta dem ofta mellan olika betesmarker. Detta leder till höga kostnader för tillsyn, vattenförsörjning och djurtransporter. En ytterligare merkostnad vid uppbyggnad av bärkraftiga besättningar i småbruks-dominerade områden är ”transaktionskostnader” förknippade med kontakter och förhandlingar med många markägare om arrenden. Det har legat utanför ramen för föreliggande arbete att kartlägga dessa arronderingsmässiga merkostnader i skogsbygderna.

### 4.3.2 Samhällsekonomisk kostnad per kg kött – ett räkneexempel

I ett räkneexempel görs en enkel skattning av den samhällsekonomiska kostnaden för nötköttsproduktion med dikor plus rekrytering och slutuppfödning av tillhörande ungtjurar och slaktkvigor. Kostnaden beräknas enligt följande:

$$\text{Sek} = \text{Fek} + \text{Mk} - \text{Mn}$$

där

Sek = Samhällsekonomisk kostnad

Fek = Företagsekonomisk kostnad utan kostnadsreduktion av miljöersättningar, kompensationsbidrag och gårdsstöd

Mk = Miljökostnad för utsläpp av växthusgaser

Mn = Miljönytta för biologisk mångfald och andra landskapsvärden

Fek beräknas dels för det fall då produktionen uteslutande bygger på nya resurser anskaffade till marknadspris, dels för det fall då produktionen uteslutande bygger på befintliga resurser med låg alternativkostnad.

Mk kan beräknas efter skadekostnadsprincipen, det vill säga efter hur stor skada som marginella utsläpp av växthusgaser ger upphov till. Att monetärt skatta skadekostnaden är emellertid svårt och resultaten påverkas av olika antaganden och osäkerhet. Detta framgår av en sammanställning av 125 vetenskapliga studier där resultaten varierade mellan en skada på över 1 kr/kg CO<sub>2</sub> till en nytta på några ören per kg CO<sub>2</sub>. De flesta studierna antyder en skada på 0-10 öre/ kg CO<sub>2</sub>. Det var också relativt många studier där skadan skattades till 10-40 öre/ kg CO<sub>2</sub>. Medelvärdet beräknat på alla studier var 0,14 kr/kg CO<sub>2</sub> (Brännlund (2009) med grunddata från Tol (2008)).

Mk från t.ex. köttproduktionen kan också skattas utifrån vad det kostar att minska utsläppen lika mycket med alternativa åtgärder. I den så kallade Sternrapporten (Stern, 2006) beräknas vad det kostar att minska utsläppen av växthusgaser med olika åtgärder

på olika ställen i världen. Vid växelkursen 8 SEK = 1 US \$ beräknas kostnaden per kg CO<sub>2</sub>-ekv vara ca 5 öre vid stoppad avskogning, 5-10 öre vid återbeskogning, ca 20 öre vid bioenergiproduktion som ersätter fossila bränslen och 15-40 öre vid avskiljning och lagring av koldioxid i rökgaser från bl.a. fossileldade kraftverk.

I räkneexemplet nedan antas miljökostnaden Mk vara 0,14 kr/kg CO<sub>2</sub>-ekv, som är lika med medelvärdet av skadeskattningarna och samtidigt högre än kostnaden för återbeskogning och stoppad avskogning, men lägre än kostnaden för bioenergiproduktion och koldioxidavskiljning. I räkneexemplet görs också beräkningar med 0,40 kr/kg CO<sub>2</sub>-ekv, som är övre gränsen för vanligen förekommande skadekostnaderna enligt Brännlund (2008) och övre gränsen för kostnader för avskiljning och lagring av koldioxid i rökgaser från bl.a. fossileldade kraftverk enligt Stern (2006). Priset på utsläppsrätter för koldioxid har sedan 2005 legat ungefär mitt i intervallet 0,14-0,40 kr/kg CO<sub>2</sub> (Vattenfall, 2010).

År 1986 gjordes en skattning av den svenska befolkningens betalningsvillighet för att bevara öppet och hävdad jordbrukslandskap om alternativet var traditionell beskogning (Drake, 1992). De skattade beloppen uppräknade med konsumentprisindex till dagens penningvärde var för naturbetesmark och åkerbete 4 000 respektive 3 100 kr/ha och år. Detta kan vara en ”vetenskaplig” skattning av miljönyttan Mn. En ”politisk” skattning kan vara miljöersättningarna till betesmark och vall plus gårdsstödet till betesmark (2 200 kr/ha betesmark och 300 kr/ha vall i Ss). Gårdsstödet till betesmarker inkluderas då de förutsätter aktiv hävd.

I Tabell 7 beräknas den samhällsekonomiska kostnaden för dikobaserad nötköttsproduktion i Svealands slättbygder med slutuppfödning av tjurkalvarna som intakta

Tabell 7. Räkneexempel som antyder nötköttsproduktionens samhällsekonomiska kostnad som företagsekonomisk kostnad plus miljökostnad av CO<sub>2</sub>-ekv-utsläpp minus miljönytta av biologisk mångfald och andra landskapsvärden. Kr/kg kött för dikobaserad produktion med konventionell byggnad och slutuppfödning av tjurkalvar som ungtjurar i Svealands slättbygder. 50 % av betet kommer från naturbetesmark utan träd och 50 % från extensivt åkerbete.

Kr/kg kött vid olika resurskostnader och värderingar av CO <sub>2</sub> -utsläpp och biologisk mångfald mm								
<b>Företagsekonomisk kostnad<sup>1</sup></b>								
Nya resurser anskaffade till marknadspris	49	49	49	49				
Befintliga resurser med låg alternativkostnad					28	28	28	28
<b>Miljökostnad för utsläpp av växthusgaser<sup>2</sup></b>								
0,14 kr/kg CO <sub>2</sub> -ekv	3	3			3	3		
0,40 kr/kg CO <sub>2</sub> -ekv			8	8			8	8
<b>Miljönytta för biologisk mångfald mm<sup>3</sup></b>								
2200 kr/ha för betesmark; 300 kr/ha för vall	-7		-7		-7		-7	
4000 kr/ha för betesmark; 3100 kr/ha för åkerbete		-23		-23		-23		-23
<b>Summa = samhällsekonomisk kostnad</b>	<b>45</b>	<b>29</b>	<b>50</b>	<b>34</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>29</b>	<b>13</b>

1. Nya resurser anskaffade till marknadspris enligt Figur 11 och Befintliga resurser med låg alternativkostnad enligt Figur 12. Utan miljöersättningar (0 kr; 0 kr) i båda fallen.

2. Utsläpp av CO<sub>2</sub>-ekv enligt Figur 7. 0,14 kr/kg CO<sub>2</sub>-ekv är genomsnittlig skadekostnad enligt Brännlund m.fl., (2009). 0,40 kr/kg CO<sub>2</sub>-ekv är övre gränsen för vanligen förekommande skadekostnader enligt Brännlund m.fl. (2008) och övre gränsen för kostnader för avskiljning och lagring av koldioxid i rökgaser från bl.a. fossileldade kraftverk enligt Stern (2006).

3. 2 200 och 300 kr är miljöersättning till betesmarker med allmänna värden + gårdsstöd till betesmarker respektive miljöersättning till vall i Svealands slättbygder. 4 000 och 3 100 kr är skattad betalningsvillighet för naturbetesmark respektive åkerbete enligt Drake (1992) uppräknad till 2010 års penningvärde.

tjurar. Mest avgörande för den samhällsekonomiska kostnaden är om produktionen kan baseras på befintliga resurser med låg alternativkostnad eller om alla resurser inklusive nya byggnader, maskiner och stängsel samt arbete och kapital måste anskaffas till marknadspris. Miljökostnaden för utsläpp av växthusgaser är små (3-8 kr/kg kött) jämfört med de företagsekonomiska kostnaderna. Även miljönyttan är relativt låg per kg kött vid 2009 års miljöersättningar och gårdsstöd till betesmarker (7 kr/kg kött). Däremot är miljönyttan värderad utifrån skattad betalningsvillighet hela 23 kr/kg kött och sålunda väsentligt större än den samhällsekonomiska kostnaden för klimatpåverkan.

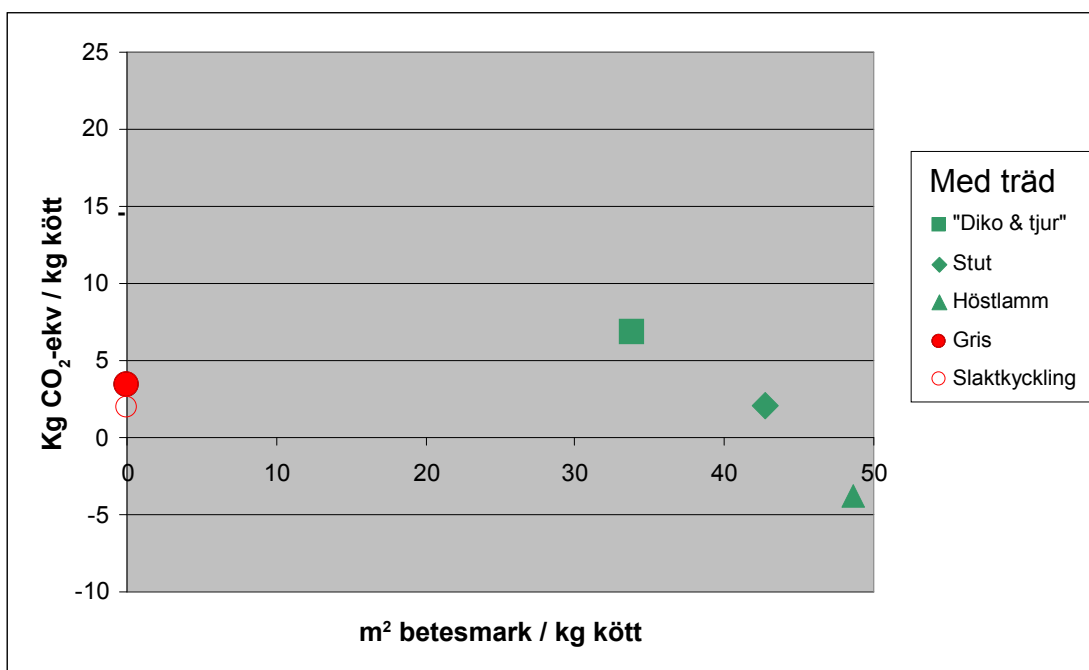
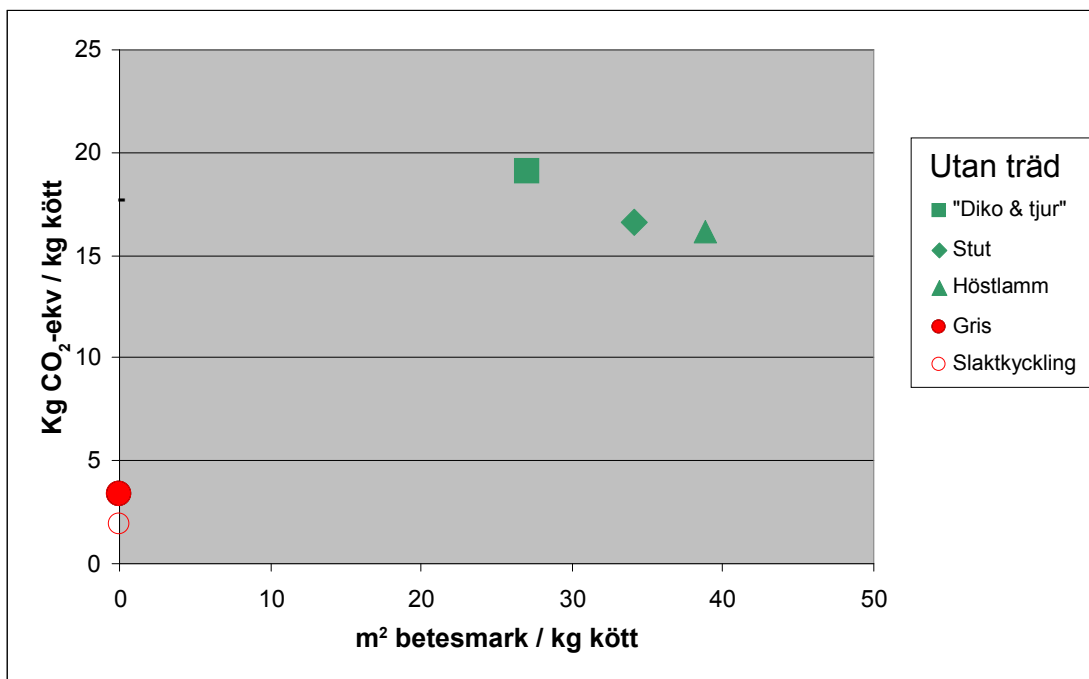
## 4.4 Vidare perspektiv

Betesbaserad köttproduktion med normal svensk produktionsteknik och företagsstruktur kan ha relativt god lönsamhet om den baseras på befintliga resurser med låg alternativkostnad. Vid nyinvesteringar i bl.a. byggnader och krav på marknadsmässig arbets- och kapitalersättning uppnås dock inte full kostnadstäckning (avsnitt 4.3.1). Det är därför risk att antalet nötkreatur kommer att minska. Färre nötkreatur i kombination med fortsatt övergång från stut- till ungtjursuppfödning kan leda till att betesdjuren inte kommer att räcka till för att hävda samtliga betesmarker enligt målet för ”Ett rikt odlingslandskap” (avsnitt 4.1). Den fortsatta strukturomvandlingen med allt färre gårdar med egna betesdjur kan leda till stor lokal brist på betesdjur i bygder utan expanderande djurbesättningar som kan ta över beteshävderna på gårdar där den egna djurhållningen upphör (Kumm, 2003). Även ändrade stödregler inklusive krav på färre träd i betesmarkerna kan bidra till brist på betesdjur.

Ett sätt att förebygga en hotande brist på betesdjur är att gynna och därmed (åter) öka stutuppfödningen (Figur 3). En annan möjlighet att få betesdjuren att räcka till är att bevara och på längre sikt öka antalet träd i vissa typer av betesmarker (Figur 4). Då blir betesproduktionen per ha lägre (Figur 1), varför det inte krävs lika mycket betesdjur per ha som när betesmarken är trädfattig eller trädlös. Ett tredje sätt att bevara hävderna av alla betesmarker, även om antalet betesdjur minskar, är att flytta betesdjur från åkerbete (betesvallar) till betesmarker. För detta fordras utveckling av företag inriktade på betesentreprenad.

Storskalig ranchdrift kan möjligen vara ett sätt att uppnå full kostnadstäckning även vid nyinvesteringar och krav på marknadsmässig arbets- och kapitalersättning (Figurerna 10 och 11). Det är dock svårt att skaffa tillräckligt arealunderlag till 200 dikor som antas i kalkylerna. Väl fungerande övervintring utomhus med billiga väderskydd förutsätter också lämpliga markförhållanden (Kumm m. fl., 2007). Höga investeringsbidrag och högre miljöersättningar i nivå med den betalningsvillighet som skattats enligt en studie som refereras i avsnitt 4.3.2 skulle också kunna förbättra den betesbaserade köttproduktionens lönsamhet och därmed den framtida tillgången på betesdjur. Men högre investeringsbidrag och miljöersättningar skulle komma i konflikt med skattebetalarintresset.

Betesbaserad nöt- och lammköttproduktion har flerdubbelt större utsläpp av växthusgaser per kg producerat kött än kraftfoderbaserad gris- och slaktkycklingproduktion om förändringar i markens och vegetationens kolinnehåll är försumbara (Figur 13 övre delen). Kolinlagringen i ogödslade svenska betesmarker med lång hävdkontinuitet är vanligtvis inte så stor att den påtagligt minskar den betesbaserade köttproduktionens klimatpåverkan (Jordbruksverket, 2010b och avsnitt 4.2.2). Däremot



Figur 13. Areal hävdad betesmark och utsläpp av växthusgaser per kg producerat kött om 50 % av betesintaget sker på trädlös betesmark och det inte sker någon inlagring av markkol (övre delfiguren) och om 50 % av betesintaget sker på betesmark med träd som växer 2 m<sup>3</sup>sk per år samtidigt som det inlagras 200 kg kol per ha och är i extensivt odlad vall där djurens ensilage och 50 % av betet produceras (nedre delfiguren).



kan kolinlagring i åkermark med vallodling och i växande träd på betesmarker ha stor klimatmässig betydelse. Den betesbaserade köttproduktionens utsläpp av växthusgaser kan komma ned mot och även under den kraftfoderbaserade köttproduktionens nivåer med hjälp av växande träd i betesmarkerna och kolinlagring i vallar (Figurerna 8 och 13 nedre delen).

En träd tillväxt på 2 m<sup>3</sup>sk/ha och år, som antas i Figur 13, torde motsvara ungefär en fjärdedel av normala syd- och mellansvenska betesmarkers totala produktionskapacitet. Tre fjärdedelar återstår alltså för gräs, örter och buskar. Om det är angeläget att minska målkonflikten mellan "Begränsad klimatpåverkan" och "Ett rikt odlingslandskap" bör det närmare utredas i vilken utsträckning det går att producera ved på betesmarker utan att den biologiska mångfalden skadas. En innovativ idé presenteras av Helldin (2008) som föreslår storskalig hamling av lövträd som en möjlighet att producera bioenergi samtidigt som man ökar den biologiska mångfalden. En annan fråga som bör utredas närmare är hur nya träd skall kunna etableras i betesmarker på ett naturvårdsmässigt och företagsekonomiskt acceptabelt sätt. Att spara mera träd vid restaurering av igenväxta betesmarker är lätt.

På betesmarker med måttliga biologiska värden är det lättare att se hur en väl utformad bioenergiproduktion kan bidra till att öka den biologiska mångfalden. Produktion av lövträd kan i sig vara en mångfaldsvinst i lövträdsfattiga trakter. En annan mångfaldsvinst kan ligga i att betesmarker som idag är biologiskt triviala ges förutsättningar att genom fortsatt extensiv hävd utveckla värden. I områden som domineras av sluten skog finns det också en relativ vinst i att genom kombinationsbruk ("silvopastoral agroforestry") skapa och upprätthålla halvöppna marker jämfört med att plantera igen dem helt och hållet.

Om gårdsstöden avskaffas kan stora arealer marginell åker komma att beskogas genom spontan igenväxning eller plantering (Jordbruksverket, 2007b). Traditionell beskogning i täta förband med hög virkesproduktion är ett klimatmässigt bra, men naturvårdsmässigt sämre, alternativ. Partiell beskogning i glesa förband eller i spridda dungar i kombination med extensivt bete torde vara väsentligt bättre med hänsyn till biologisk mångfald och andra naturvärden än både traditionell beskogning och fortsatt åkerbruk (Rigueiro-Rodriguez m.fl., 2009). Ytterligare mångfaldsvinster kan erhållas genom att inte plantera eller avverka alla träd samtidigt och genom att tillåta somliga träd att bli gamla och att växa relativt fritt. Intervjuer baserade på bilder av olika markanvändningsalternativ i en skogsbygd antyder att agroforestry värderas nästan lika högt som öppen åker och naturbetesmark utan träd medan spontan igenväxning och konventionell björkplantering i täta förband värderas väsentligt lägre. Allra sämst är granplantering enligt den aktuella studien (Drake, 1992).

Nettoutsläppen av växthusgaser kan tack vare substitutionseffekten bli särskilt små om djuren betar på partiellt beskogad f.d. åker där träd tillväxten kan vara högre än vad som av naturvårdsskäl accepteras på naturbetesmarker (Figur 9).

Figur 14 visar ett exempel på bete på f.d. åker som partiellt beskogats genom självsådd. Intervjuer med fastighetsmäklare antyder att denna betesmark har större naturvärde än åkermark om naturvärdet uttrycks i sannolika priser på intilliggande bostadsfastigheter (Kumm m.fl., 1995). Vill man undgå fördröjd beskogning och slyfas vid självsådd kan man plantera lövträd. Om lövträdsplantorna skyddas med plastväxtrör stöttade av kraftiga pålar kan marken betas redan från början av får. För nötbete fordras att plantor i

rader eller grupper skyddas med stängsel. EU-stöd på 70-80 % av kostnaden för att anlägga denna typ av agri-silvo-pastorala brukningssystem är förenligt med Rådets förordning nr 1698/2005 artikel 44 men tillämpas inte i Sverige för närvarande.

Den dominerande delen av den betesbaserade köttproduktionens samhällsekonomiska kostnad är den företagsekonomiska produktionskostnaden. Den samhällsekonomiska kostnaden för utsläppen av växthusgaser utgör endast en bråkdel av den företagsökonomiska kostnaden. Även betesdriftens miljönytta, värderad efter nuvarande miljöersättningar plus andra stöd och bidrag till betesmarker och vall, är liten jämfört med den företagsekonomiska produktionskostnaden. En äldre betalningsvillighetsstudie tyder emellertid på att miljönyttan av betesdrift är betydligt högre än dagens miljöersättningar, stöd och bidrag till betesmarker och åkerbete. Miljöersättningar i nivå med de belopp som skattats i betalningsvillighetsstudien skulle väsentligt förbättra den betesbaserade köttproduktionens ekonomiska hållbarhet (Tabell 7).

I de ekonomiska kalkylerna har antagits att åker- och betesmarkens alternativkostnad är noll. Om högre spannmålspriser skulle väsentligt förbättra spannmålsodlingens lönsamhet kan detta generera en alternativkostnad även på relativt lågavkastande och dåligt arronderad åker och om gårdsstöden avvecklas kan skogsplantering eller spontan igenväxning bli ett lönsamt alternativ på jordbruksmark. Båda dessa utvecklingslinjer skulle försämra den betes- och vallfoderbaserade köttproduktionens ekonomiska förutsättningar.



*Figur 14. Extensivt bete på f.d. åker som partiellt beskogats genom självsådd.*

## 5 Slutsatser

Köttdjur kan ha tillräcklig lönsamhet för fortsatt betesdrift om produktionen baseras på befintliga resurser med låg alternativkostnad. Vid krav på nyinvesteringar i bl.a. byggnader och krav på marknadsmässig arbets- och kapitalersättning uppnås dock inte full kostnadstäckning vid nuvarande miljöersättningar och normal svensk produktionsteknik och företagsstruktur. Detta är ett allvarligt hot mot betesdriftens långsiktiga hållbarhet.

För att förekomma en hotande brist på betesdjur i naturbetesmarker vore det önskvärt om stutuppfödningen åter kunde öka samt att utveckla samarbets- och företagsformer för att flytta betesdjur från åkerbete till naturbetesmarker som hotas av igenväxning. Även mera träd i vissa typer av betesmarker kan bidra till att befintliga betesdjur räcker till för att bevara den betesberoende biologiska mångfalden. Konsumenter som vill bidra till att bevara biologisk mångfald i betesmarkerna och öppet landskap bör i första hand välja stut- och höstlammskött och i andra hand dikobaserat ungtjurskött och vårlammskött.

Utsläppen av växthusgaser är större från betes- och vallbaserad köttproduktion än från kraftfoderbaserad kyckling- och griskötsproduktion. Kolinlagring i vallar på åkermark och i växande träd på betesmarker kan emellertid reducera den vall- och betesbaserade produktionens nettoutsläpp ned mot och till och med under den kraftfoderbaserade produktionens nivå.

Kolinnehållet i mark och träd kan emellertid inte öka hur länge som helst. Men träd kan, till skillnad från markkol, skördas successivt allt eftersom de blir avverkningsmogna och användas som biobränsle som ersätter fossila bränslen. Denna substitutionseffekt innebär att växande träd i vissa typer av betesmarker uthålligt kan minska den betesbaserade köttproduktionens klimatpåverkan. Med biobränsleproducerande betesmarker avses i första hand gamla kulturbetesmarker och slättervallar, dvs. marker som i nuläget är relativt triviala sett till biologisk mångfald. En väl utformad lövträdsproduktion på sådana betesmarker kan vara en klimatåtgärd samtidigt som den biologiska mångfalden gynnas.

## 6 Referenser

- Berglund, M., Cederberg, C., Clason, C., Henriksson, M. & Törner, L., 2009. Jordbrukets klimatpåverkan – underlag för att beräkna växthusgasutsläpp på gårdsnivå och nulägesanalys av exempelgårdar. Hushållningssällskapet Halland.
- Bertilsson, J. 2001. Utvärdering av beräkningsmetodik för metanavgång från nötkreatur. Internt dokument, Naturvårdsverket.
- Brännlund, R., Carlén, O., Lundgren, T. & Marklund, P.-O., 2009. Samhällsekonomiska konsekvenser av intensivodling. Faktaunderlag till MINT-utredningen. SLU, rapport.
- Cederberg, C., Sonesson, U., Henriksson, M. Sund., V. & Davis, J 2009. Greenhouse Gas Emissions from Production of Meat, Milk and Eggs in Sweden 1990 and 2005. SIK-Report 793.
- Conant, R. T., Paustian, K. & Elliot, E. T., 2001. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. *Ecological Applications* 11:343-355.
- Drake, L., 1992. The non-market value of agricultural landscape. *European Review of Agricultural Economics* 19:351-364.
- EEA (European Environment Agency; Eiden, G., Kayadjanian, M & Vidal, C.), 2000. Capturing landscapestructures: Tools, From land cover to landscape diversity in the European Union. pp.10-20. European Commission Report, EEA, Köpenhamn. <http://ec.europa.eu/agriculture/publi/landscape>.
- Ekstam, U. & Forshed, N., 2000. Svenska naturbetesmarker – historia och ekologi. Naturvårdsverkets förlag. Stockholm.
- Eriksson, L., 1991. Ekonomin vid åkermarksbeskogning. Rapport nr 17, Institutionen för Skog-Industri-Marknad-Studier, SLU.
- Flechare, C. R. m. fl., 2007. Effects of climate and management intensity on nitrous oxide emissions in grassland systems across Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121:135-152.
- Guo, L. B., Gifford, R. M., 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology* 8:345-360.
- Helldin, J.-O., 2008. Storskalig hamling av lövskog – en potentiell bioenergiressurs. *Biodiverse* 13:8-9.
- Hessle, A. & Kumm, K.-I., 2011. Use of steers for profitable management of biologically valuable semi-natural pastures in Sweden. *Journal for Nature Conservation* 19:131-136
- Hungate, B. A., Dukes, J. S., Shaw, M. R., Luo, Y., Field, C. B., 2003. Atmospheric science: Nitrogen and climate change. *Science* 302:1512-1513.

Jones, M. B., Donnelly, A., 2004. Carbon sequestration in temperate grassland and the influence of management, climate and elevated CO<sub>2</sub>. *New Phytologist*. 164:423-439.

Jordbruksdepartementet, 2009. Landsbygdsprogram för Sverige 2007-2013, version december 2009.

Jordbruksstatistisk årsbok. Utges varje år av Jordbruksverket och SCB..

Jordbruksverket 2007a. Ett rikt odlingslandskap – underlag för fördjupad utvärdering 2008. Rapport 2007:15.

Jordbruksverket 2007b. Jordbrukets miljöeffekter 2020 – en framtidsstudie. Rapport 2007:7.

Jordbruksverket 2008. Ängs- och betesmarker – en genomgång av tillgänglig statistik. Rapport 2008:30.

Jordbruksverket, 2010a. Nya regler kring träd och buskar i betesmarker – hur påverkas miljön genom förändrade röjningar? Rapport 2010:8.

Jordbruksverket, 2010b. Inlagring av kol i betesmark. Rapport 2010:25.

Kornher, A., 1982. Vallskördens storlek och kvantitet. Inverkan av valltyp, skördetid och kvävegödsling. *Grovfoder Forskning – tillämpning. Rapporter – Grovfoder Nr 1, SLU.*

Kumm, K.-I., 2003. Sustainable management of Swedish seminatural pastures with high species diversity. *Journal for Nature Conservation* 11:117-125.

Kumm, K.-I., 2006. Vägar till lönsam nöt- och lammköttproduktion. Rapport 11, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU.

Kumm, K.-I., 2009. Produktionskostnad för grovfoder till köttjur. Rapport 23, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU.

Kumm, K.-I., Lund, I. & Sjögren, G., 1995. Betesskog. Fakta Ekonomi nr. 2 1995, SLU.

Kumm, K.-I., Klasson, J. & Rustas, B.-O., 2007. Utedrift med köttjur – effekter på mark, skog och djurmiljö. Rapport 14, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU.

Kätterer, T., Andersson, L., Andrén, O. & Persson, J., 2008. Long-term impact of chronosequential land use change on soil carbon stocks on a Swedish farm. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81:145-155.

Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* 304:1623-1627.

Lee, J. J., Dodson, R., 1996. Potential carbon sequestration by afforestation of pasture in South-Central United States. *Agronomy Journal*, 88:381-384.

Liebig, M. A., Gross, J. R., Kronberg, S. I., Phillips, R. L. & Hanson, J. D., 2010. Grazing management contributions to net global warming potential: a long-term evaluation in the Northern Great Plains. *Journal of Environmental Quality* 39:799-809.

Lindgren, E. 1980. Skattning av energiförluster i metan och urin hos idisslare. En litteraturstudie. Rapport 47, Avdelningen för Husdjurens Näringsfysiologi, SLU.

Mattson, R., 1985. Jordbrukets utveckling i Sverige. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet nr 344.

Miljömålportalen, 2010. <http://www.miljomal.se>.

Mortimer m.fl. 2008. The agri-environmental footprint index. User's manual. University of Reading. [http://www.footprint.rdg.ac.uk/en/publications\\_en.html](http://www.footprint.rdg.ac.uk/en/publications_en.html).

Naturvårdsverket, 2010. National inventory report 2010. Sweden. Submitted under the United Nations framework convention on climate change and the Kyoto protocol.

Norrman, E., 1981. Svenskarna och deras husdjur. Resursanvändning från forntid till nutid. LTs förlag.

Oikarinen, M., 1983. Growth and yield models for silver birch (*betula pendula*) plantations in Southern Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 113. The Finnish Forest Research Institute.

Olsson, M., 2010. Kolets kretslopp och dess koppling till skog, skogsbruk samt samhällets användning av trä och fossila bränslen. *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* 4:7-14.

Olsson, R. i samarbete med HagmarksMistra-forskare, 2008. Mångfaldsmarker Naturbetesmarker – en värdefull resurs. HagmarksMistra, CBM.

Palmgren, E., 2010. Hur mycket naturbetesmarker har vi idag? Skattning av areal via nationella, stickprovbaserade inventeringar samt jämförelse mot befintliga informationskällor. *Examensarbeten* 2010:09. Institutionen för skogens ekologi och skötsel, SLU.

Riguerio-Rodriguez, A., McAdams, J. & Mosquera-Losada, M. R., 2009. *Agroforestry in Europe – Current Status and Future Prospects*. Springer.

Rådets förordning (EG) nr 1698/2005 av den 20 september 2005 om stöd för landsbygdsutveckling från Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling (EJFLU).

Sathre, R. & O'Connor, J., 2010. Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. *Environmental Science & Policy* 13:104-114.

- Schulze, E. D., Luyssaert, S., Ciais, P., Freibauer, A. & Janssens, I. A. *et al.*, 2009. Importance of methane and nitrous oxide for Europe's terrestrial greenhouse-gas balance. *Nature Geoscience* Vol 2 December 2009:842-851.
- Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., Paustian, K., 2002. Stabilization mechanism of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil* 241:155-176.
- SLU:s områdeskalkyler och databok. <http://www.agriwise.org>.
- SLU och Sveriges officiella statistik, 2008. Skogsdata 2008. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogens roll för klimatet.
- Soussana, J. F., Allard, V., Pilegaard, K., Ambus, P., Amman, C. *et al.*, 2007. Full accounting of greenhouse gas (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) budget for nine European grassland sites. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121:121-134.
- Spörndly, E. och Kumm, K-I. 2010. Lönar det sig med mer ensilage och bete till korna? Ekonomiska beräkningar på gårdsnivå. Rapport 275, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU.
- Statistiska centralbyrån, 1930. Statistisk årsbok för Sverige 1930.
- Stern, N., 2006. *The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press.
- Svenska Djurhälsovården, 2010. Utegångsdjur utan ligghall, nötkreatur.
- Strid, I. & Flysjö, A., 2007. Livscykelanalys (LCA) av ensilage – jämförelse av tornsilo, plansilo och rundbal. MAT 21, SLU och SIK.
- Svennung, J-C., 2002. Review of natural vegetation openness in north-western Europe. *Biological Conservation* 104:133-148.
- Tol, R.S.J., 2008. The Social Cost of Carbon: Trends, Outliers and Catastrophes. *Economics, the Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 2:1-24.
- Vattenfall, 2010. Handel med utsläppsrätter för koldioxid. <http://www.vattenfall.se/sv/utslappsraetter.htm>.
- Vera, F. W. M., 2000. *Grazing ecology and forest history*. Wallingford CABI Publishing.
- Vleeshouwers, L. M., Verhagen, A., 2002. Carbon emission and sequestration by agricultural land use: a model study for Europe. *Global Change Biology*. 8:519-530.
- Wahlund, L., 2009. Utedrift under vintern – en studie på köttraskvigor i en ny typ av mobilt system. JTI-rapport Lantbruk & Industri 374.
- Örlander, G., 2010. Nyttja skogen effektivt för att bromsa växthuseffekten. *Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens Tidskrift* nr 4 2010:25-30.

## **6.1 Personliga meddelanden**

Göte Bertilsson, Greengard Agro

Carin Clason, Växa Halland

Hillevi Eriksson, Skogsstyrelsen

Qiuging Geng, JTI

Astrid Lovén Persson, Fjäderfäcentrum, Skara

Mats Olsson, SLU

Eva Salomon, JTI

David Ståhlberg, Jordbruksverket

Torben Söderberg, Jordbruksverket

Lotten Wahlund, JTI

Lotta Waldenstedt, Svensk Fågel

Göran Örlander, Södra Skog









Rapporten kan beställas från

Jordbruksverket • 551 82 Jönköping • Tfn 036-15 50 00 (vx) • Fax 036-34 04 14  
E-post: [jordbruksverket@jordbruksverket.se](mailto:jordbruksverket@jordbruksverket.se)  
[www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)