



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och  
husdjursvetenskap

Fakulteten för naturresurser och  
jordbruksvetenskap

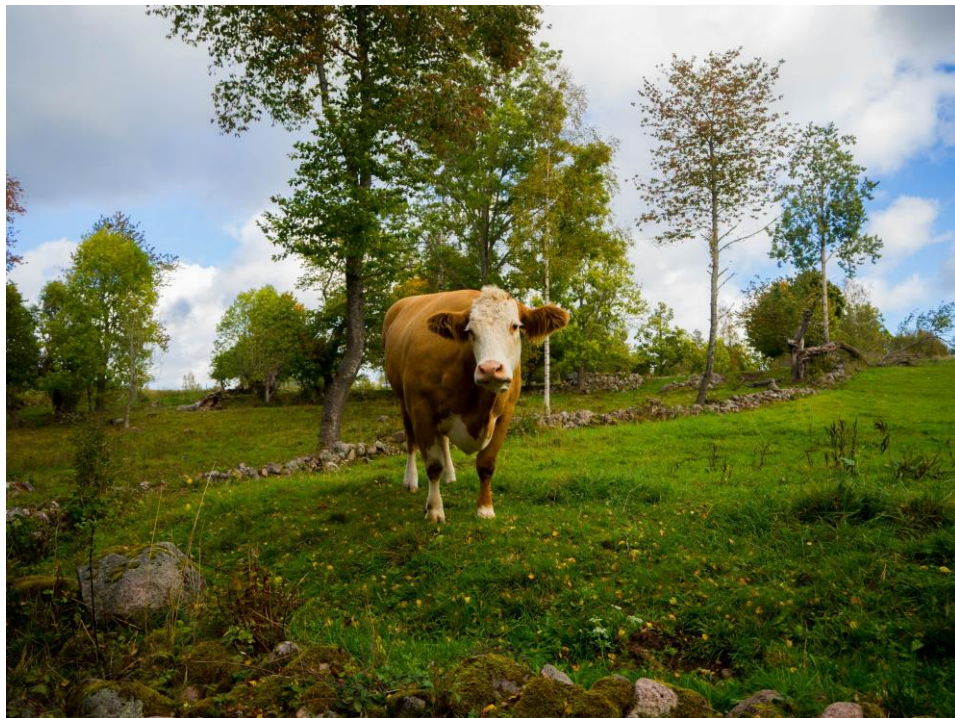
# Klimatpåverkan från ekologisk nötköttsproduktion

– en fallstudie

Climate impact from organic beef production

– a case study

*Brita Nilsson*



# Klimatpåverkan från ekologisk nötköttsproduktion – en fallstudie

Climate impact from organic beef production

*Brita Nilsson*

**Handledare:** Mikaela Patel. Institutionen för husdjurens utfodring och vård

**Btr handledare:** Elin Rööf. Institutionen för energi och teknik

**Examinator:** Torsten Eriksson. Institutionen för husdjurens utfodring och vård

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** E30

**Kurstitel:** Examensarbete i husdjursvetenskap

**Kurskod:** EX0552

**Program/utbildning:** Agronomprogrammet - Husdjur

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2017

**Omslagsbild:** Brita Nilsson

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Klimatpåverkan, nötköttsproduktion med dikor, ekologisk

**Key word:** Climate impact, suckler beef production, organic

Serie nr: 612

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
**Swedish University of Agricultural Sciences**

Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap.

- Institutionen för husdjurens utfodring och vård.

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap.

- Institutionen för energi och teknik.

## Abstract

Climate change is a great challenge in which beef production has a part, mainly due to greenhouse gases emitted from the feed production, digestion, and manure management. However, there is a large variation within the beef production when calculating the emission intensity. The emission intensity varies for example between production systems and the variation show the potential of emission mitigation. The purpose of this study was to examine how feeding and production intensity affect greenhouse gases emitted from, a specific farm with organic suckler beef production in Götalands skogsbygder. The study was conducted through a scenario analysis based on the farm conditions. Two scenarios with different feeding and production strategies were formed, intensive and extensive. Intensive feeding and production strategy was defined as production of Simmental bulls and heifers with minimal ration of roughage, though within the regulations for KRAV-certified production. Extensive feeding and production strategy was defined as production of Simmental steers and heifers with maximal ration of roughage. The crop production strategies were based on the feed requirements of the animals. The greenhouse gas calculations were restricted to emissions emitted on the farm. Intensive feeding and production strategy emitted less greenhouse gases (697 ton carbon dioxide equivalents, CO<sub>2</sub>e) and generated a lower emission intensity (19 kg CO<sub>2</sub>e per kg meat) compared to the extensive feeding and production strategy (805 ton CO<sub>2</sub>e and 25 kg CO<sub>2</sub>e per kg meat). The greatest source of emission in both scenarios was the digestion of feed, although the emissions from digestion was lower with intensive feeding and production strategy compared to extensive feeding and production strategy. The relevance of carbon sequestration as compensation to emissions was low. However, grazing cattle has an important role as a conservator of biodiversity in semi-natural pastures.

## Sammanfattning

Klimatförändringarna är en stor utmaning och nötköttsproduktion uppmärksammas på området, främst på grund av de utsläpp som sker genom foderproduktion, fodersmältning och gödselhantering. Inom nötköttsproduktion finns stora variationer i utsläppsintensitet, bl.a. beroende på produktionssystem och därmed finns också potential att minska utsläppen. Syftet med denna studie var att undersöka hur utfodrings- och produktionsintensiteten påverkar utsläpp av växthusgaser från en befintlig gård med KRAV-certifierad nötköttsproduktion från dikor i Götalands skogsbygder. Det gjordes genom en scenarioanalys där scenarierna grundades på gårdens förutsättningar. Två scenarier med olika utfodrings- och produktionsstrategier formades, intensivt och extensivt. Intensiv utfodrings- och produktionsstrategi definierades som uppfödning av Simmentalkvigor och -tjurar med minimerad grovfodergiva, inom ramarna för KRAV-certifierad produktion. Extensiv utfodrings- och produktionsstrategi definierades som uppfödning av Simmentalkvigor och -stutar med maximerad grovfodergiva. Utifrån djurens foderbehov upprättades växtodlingsstrategier och klimatberäkningarna begränsades vid gårdsgrinden. Intensiv utfodrings- och produktionsstrategi genererade lägre utsläpp av växthusgaser (697 ton koldioxidekvivalenter, CO<sub>2</sub>-ekv) samt lägre utsläppsintensitet (19 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött) jämfört med extensiv utfodrings- och produktionsstrategi (805 ton CO<sub>2</sub>-ekv och 25 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött). Fodersmältningen var den största källan till utsläpp i båda scenarierna men utsläppen från fodersmältningen var lägre med intensiv utfodrings- och produktionsstrategi än med extensiv utfodrings- och produktionsstrategi. Kolinlagring i marken var mindre relevant som kompensation av utsläppen. Nötkreatur som betesdjur har dock en viktig roll för att bevara den biologiska mångfalden på naturbetesmarkerna.

## Innehåll

Introduktion .....	1
Bakgrund.....	2
Växthusgasutsläpp från nötköttsproduktion.....	2
Utsläppsintensitet .....	3
Foder .....	3
Valfoder.....	4
Spannmål.....	5
Gödselhantering .....	5
Flytgödsel.....	6
Djupströgödsel .....	6
Foderproduktion.....	7
Markegenskaper.....	7
Jordbearbetning .....	8
Gödselspridning .....	8
Material och metoder.....	9
Gårdsstudie .....	9
Beräkningsverktyg .....	9
Underlag för klimatberäkningar .....	10
Besättningen .....	10
Underlag för näringsbehov .....	11
Foderstater och betesintag.....	12
Tillgång och behov av foder och bete på gårdsnivå.....	12
Växtodlings- och betesstrategi.....	13
Klimatberäkningar .....	14
Förändringar av markkol.....	14
Resultat.....	15
Klimatavtryck .....	15
Förändringar av markkol.....	16
Utfodrings- och produktionsstrategi.....	16
Växtodling- och betesstrategi.....	17
Diskussion.....	18
Klimatavtryck .....	18
Förändringar av markkol.....	19
Utfodringsstrategi.....	20
Växtodlings- och betesstrategi .....	21
Slutsats och reflektioner .....	22

Referenser .....	23
Appendix .....	29
Bakgrund .....	29
Besättningen.....	31
Underlag för näringsbehov.....	34
Foderstater .....	35
Betesintag.....	38
Tillgång och behov av foder på gårdsnivå .....	39
Intensivt.....	40
Extensivt .....	41
Tillgång och behov av bete på gårdsnivå .....	42
Växtodlings- och betesstrategi .....	43
Insatsvaror, stallbalans och utgående produkter .....	47
Appendix referenser .....	49

## Figurförteckning

<i>Figur 1.</i> Metodöversikt.....	10
<i>Figur 2.</i> Totala utsläpp av växthusgaser, exklusive förändringar av markkol.....	15
<i>Figur 3.</i> Utsläppskällor på gårdsnivå.....	15
<i>Figur 4.</i> Utsläpp, fördelat på växthusgaserna.....	15
<i>Figur 5.</i> Utsläpp och inlagring av koldioxid i mark.....	16
<i>Figur 6.</i> Årligt foderintag samt procentuell fördelning av fodermedel.....	16
<i>Figur 7.</i> Foderintag från födsel till slakt (per år för dikorna).....	17
<i>Figur 8.</i> Kvävegiva per ha och år.....	17
<i>Figur 9.</i> Kvävegiva per gröda och år.....	17

## Tabellförteckning

Tabell 1.	<i>Djurgrupper, antal och slaktåldrar i respektive scenario</i> .....	10
<b>Appendix</b>		
Tabell 1.	<i>Förkortningar</i> .....	29
Tabell 2.	<i>Inventering: bakgrundsbeskrivning indata VERA</i> .....	29
Tabell 3.	<i>Lagring av ensilage, indata VERA</i> .....	29
Tabell 4.	<i>Inventering: Gödselhantering, lagringskapacitet, täckning, lagringsteknik, vattentillskott, indata VERA</i> .....	30
Tabell 5.	<i>Prioriteringar vid fördelning av djur på byggnader</i> .....	31
Tabell 6a.	<i>Underlag för utfodring och indata VERA: stallbeskrivning och antal djur i respektive stallar</i> .....	31
Tabell 6b.	<i>Belagda djurplatser anpassat till indata VERA</i> .....	32
Tabell 7.	<i>Djurhållning, speciella indata VERA</i> .....	33
Tabell 8.	<i>Underlag för näringsbehov; 200- dagarsvikter</i> .....	34
Tabell 9.	<i>Underlag för näringsbehov; tillväxthastigheter</i> .....	34
Tabell 10.	<i>Underlag för näringsbehov; födselvikt, tillväxt, slaktålder och levandevikt (LV) vid slakt...</i>	34
Tabell 11.	<i>Näringsvärde, foder</i> .....	35
Tabell 12a.	<i>Foderstat stallperiod: Dikor</i> .....	35
Tabell 12b.	<i>Foderstat stallperiod: Kvigor</i> .....	36
Tabell 12c.	<i>Foderstat stallperiod: Tjurar</i> .....	36
Tabell 12d.	<i>Foderstat stallperiod: Stutar</i> .....	37
Tabell 13.	<i>Näringsbehov på bete: Dikor</i> .....	38
Tabell 14.	<i>Näringsbehov, andra betessäsongen: Kvigor och stutar</i> .....	38
Tabell 15.	<i>Näringsvärde, betesmarker samt betesintag, kg ts per djur och dag</i> .....	38
Tabell 16.	<i>Underlag för foderbehov, lagring och utfodring av ensilage</i> .....	39
Tabell 17.	<i>Underlag för foderbehov, utfodring från silos eller balar</i> .....	39
Tabell 18.	<i>Underlag för foderbehov, utfodringsperioder</i> .....	39
Tabell 19a.	<i>Intensivt scenario, utfodring silo</i> .....	40
Tabell 19b.	<i>Intensivt scenario, utfodring balar</i> .....	40
Tabell 19c.	<i>Intensivt scenario, utfodring av halm och korn</i> .....	40
Tabell 19d.	<i>Intensivt scenario, sammanställning foderbehov, underlag för odling och insatsvaror</i> .....	40
Tabell 20 a.	<i>Extensivt scenario, utfodring silo</i> .....	41
Tabell 20 b.	<i>Extensivt scenario, utfodring balar</i> .....	41
Tabell 20 c.	<i>Extensivt scenario, utfodring av halm och korn</i> .....	41
Tabell 20 d.	<i>Extensivt scenario, sammanställning foderbehov, underlag för odling och insatsvaror</i> .....	41
Tabell 21a.	<i>Intensivt scenario, betesbehov under betesperioden 1 maj – 1 okt, 153 dagar</i> .....	42
Tabell 21b.	<i>Extensivt scenario, betesbehov under betesperioden 1 maj – 1 okt, 153 daga</i> .....	42
Tabell 22.	<i>Sammanfattning betesdrift, anpassat för indata VERA</i> .....	42
Tabell 23.	<i>Växtodling, underlag för VERA</i> .....	43
Tabell 24a.	<i>Intensivt scenario, indata VERA samt underlag för beräkning av kolförändringar..</i>	43
Tabell 24b.	<i>Extensivt scenario, indata VERA samt underlag för beräkning av kolförändringar.</i>	44
Tabell 25.	<i>Gödselstrategi, indata VERA</i> .....	44
Tabell 26a.	<i>Intensivt, växtföljd och bearbetning, indata VERA, beräkning av kolförändringar...</i>	45
Tabell 26b.	<i>Extensivt, växtföljd och bearbetning, indata VERA, beräkning av kolförändringar.</i>	45
Tabell 26c.	<i>Intensivt &amp; extensivt, växtföljd och bearbetning, indata VERA, beräkning av kolförändringar</i> .....	46
Tabell 27.	<i>ICBM parametrar, underlag för beräkningar av markkol på mineraljord</i> .....	46
Tabell 28.	<i>Produkter in, indata VERA</i> .....	47
Tabell 29.	<i>Produkter stallbalans, allt som används i animalieproduktionen, indata VERA</i> .....	48
Tabell 30.	<i>Produkter ut, allt som säljs eller levereras från gården under ett år, indata VERA.</i>	48

## Introduktion

Den pågående klimatförändringen är en stor utmaning. ”The United Nation Framework Convention on Climate Change” (UNFCCC) är en internationell organisation som bildades redan 1979 för att arbeta med att försöka minska utsläppen av växthusgaser. Arbetet har intensifierats under de senaste decennierna bland annat genom Kyotoprotokollet men också genom det nyligen upprättade Parisavtalet (UNFCCC, 2016), i vilket de allra flesta av världens länder enats om att begränsa uppvärmningen till max 2 grader C jämfört med förindustriell tid. Beträffande Sverige finns mål om att senast år 2045 inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser (Delbetänkandet av miljömålsberedningen, 2016).

Inom klimatområdet uppmärksammas jordbrukets och speciellt nötköttsproduktionens utsläpp, i huvudsak på grund av fodermältning och foderproduktion. År 2005 uppskattades de globala utsläppen av växthusgaser från nötköttsproduktionen uppgå till 2.9 gigaton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>-ekv). Det motsvarar ca 6 procent av de växthusgaser som genererats av mänsklig aktivitet (Metz *et al.*, 2007; Gerber *et al.*, 2013). År 2014 uppskattades det svenska jordbruket generera 7,1 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (Naturvårdsverket, 2016) varav ca 2,6 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv kommer från svensk nötköttsproduktion (Cederberg *et al.*, 2009; Lannhard Öberg, 2016).

Ett annat sätt att jämföra utsläpp av växthusgaser är att beräkna utsläppsintensiteten, det vill säga utsläpp per kg producerad produkt, för nötkött kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött. Det globala medelvärdet för utsläppsintensiteten på nötkött är 68 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg nötkött (slaktvikt) (Opio *et al.* 2013). Svenskt nötkött har en utsläppsintensitet på 20 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg nötkött (slaktvikt) (Cederberg *et al.*, 2009). Variationen i utsläppsintensitet är speciellt stor inom nötköttsproduktion vilket innebär stor potential att minska utsläppen. Variationen i utsläppsintensitet inom nötköttsproduktion beror bland annat på produktionssystem, region och agroekologisk zon. (Gerber *et al.*, 2013).

Produktionssystemen varierar även inom svensk nötköttsproduktion. I Sverige finns ca 17 000 nötköttsföretag varav ca 10 000 företag som håller dikor (Lannhard Öberg, 2016). Nötköttsproduktion med dikor (kötträs) innebär att korna får ungefär en kalv per år, kalvarna diar sin moder under 6-7 månader, vanligtvis under betesperioden. Produktionen kan benämnas som betesbaserad och certifieras ofta som ekologisk eftersom slaktdjuret får den obligatoriska betessäsongen på grund av produktionssystemet. Inom nötköttsföretag är det också vanligt med inköp av mjölkkraskalvar från mjölkproducenter, främst handjur som inte rekryteras i mjölkproduktionen och som föds upp som tjurar på stall (Jamieson, 2010).

Förutom varierande produktionssystem varierar också uppfödningssystemen vilket påverkar utsläppsintensiteten. Extensiva uppfödningssystem baseras på långsamväxande djur och betesdrift, anpassat för lätta köttraser, stutar och kvigor som annars ansätter för mycket fett vid energirika foderstater. Intensiva uppfödningssystem baseras på snabbt växande djur och hög energikoncentration i foderstaten, väl anpassat för tunga köttraser och mjölkstjurar som ansätter mer muskler och mindre fett jämfört med kvigor och stutar (Jamieson, 2010).



Syftet med denna studie är att undersöka hur utfodrings- och produktionsintensiteten påverkar utsläpp av växthusgaser från en gård med KRAV-certifierad nötköttsproduktion från dikor i Götalands skogsbygder.

## Bakgrund

### Växthusgasutsläpp från nötköttsproduktion

De tre viktigaste växthusgaserna kopplade till nötköttsproduktion är koldioxid, metan och lustgas (Gerber *et al.*, 2013), vilka uppstår från följande processer:

- Foderproduktion – koldioxid och lustgas
- Mikrobiell fermentering av foder – metan
- Gödselhantering – lustgas och metan

(Steinfeld *et al.*, 2006).

Foderproduktion orsakar utsläpp av koldioxid vid odling och bearbetning av mark men också från drivmedelsanvändning för olika typer av fältoperationer och energianvändning i lager och processning. Koldioxid kan också avges eller bindas i marken beroende på ett flertal faktorer som påverkar balansen mellan nedbrytning av organiskt material och frisättning av koldioxid. Balansen påverkas bland annat av kolhalten i marken, koltillförsel via gödsel och växtrester samt odling och jordbearbetning (Röös *et al.*, 2013). Marken har dock begränsad kapacitet att binda kol eftersom ett jämviktsläge uppnås, kolbindning och koldioxidavgång är då likvärdig. När kolhalten närmar sig den totala kapaciteten sker kolinlagringen mycket långsamt. Om marker med högt kolinnehåll istället odlas intensivt bryts markkolet ned och koldioxid avges (Powlson *et al.*, 2011).

Foderproduktion men även gödselhantering bidrar till utsläpp av lustgas på grund av nitrifikation och denitrifikation av kväve (Steinfeld *et al.*, 2006). Vid foderproduktion tillförs kväve för att öka grödornas avkastning antingen i form av stallgödsel och/eller som mineralkväve. Stallgödsel innehåller organiskt kväve som bryts ned och mineraliseras. Kvävet blir då tillgängligt för växter och mikroorganismer och binds återigen i organiskt material. Vid överskott av kväve bildas ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) som avgår till atmosfären eller omvandlas till ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Ammonium kan dels utnyttjas av mikroorganismer och växter eller omvandlas till nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) genom nitrifikation om syre finns att tillgå. Om syretillgången sedan minskar kan nitrat omvandlas till lustgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) via denitrifikation. Denitrifikation kan också ske i syrerika miljöer om syret till större del används för att bryta ner organiskt material (Fogelfors, 2015). Nitrifikation och denitrifikation sker även vid lagring av gödsel genom samma principer (Rodhe *et al.*, 2008).

Den mikrobiella fermentering som sker då idisslare bryter ned cellulosa i våmmen bidrar till utsläpp av metan vilket bildas av mikroorganismer som kallas metanogener. Metan avgår sedan till atmosfären främst via idissling (McDonald *et al.*, 2011). Metan med ursprung från mikrobiell fermentering hos nötkreatur utgör ca 24 procent av de växthusgaser som släpps ut från det svenska jordbruket (Naturvårdsverket, 2016). Mikrobiell fermentering sker även i lagrad flytgödsel vars syrefattiga miljö också innehåller metanogener (Rodhe *et al.*, 2012).

## Utsläppsintensitet

För att jämföra utsläpp av växthusgaser från till exempel nötköttsproduktion i olika system och områden används uttrycket utsläppsintensitet. Utsläppsintensitet definieras av Opio *et al.* (2013) som mängden koldioxidekvivalenter per produktenhet. Ju lägre utsläppsintensitet, desto mer ”klimatsmart” är produktionen.

Utsläppsintensiteten vad gäller nötkött beror delvis på uppfödningens längd. Under uppfödningens period krävs foder som genererar utsläpp av växthusgaser genom produktion och fodersmältning. Under denna period produceras även gödsel som bidrar till utsläpp av växthusgaser. Genom att minska tiden för uppfödning och maximera produktionsresultatet sänks utsläppsintensiteten (kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött). Även genom tillämpning av andra tekniker för gödselhantering kan utsläppsintensiteten minskas. Vidare minskas utsläppsintensiteten i samband med ökad fodereffektivitet (tillväxt, kg per dag / foderintag, kg ts per dag), genom ökat näringsupptag minskar foderbehovet. Fodereffektiviteten påverkas dels av fodrets smältbarhet, kvalitet och sammansättning men också av genetiskt material och djurhälsa (Opio *et al.*, 2013). För att säkerställa en effektiv samt djurhälsofrämjande produktion finns inom till exempel KRAV-certifierad produktion utfodringsstrategier i syfte att minimera risk för över- eller underutfodring. I tillägg krävs dokumentation av tillväxtdata där stora avvikelser i slaktvikt och inkalvningsålder följs upp (KRAV, 2016).

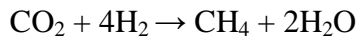
Utsläppsintensiteten varierar beroende på produktionsintensitet inom nötköttsproduktion med dikor, något som gynnar uppfödning av tjurar framför kvigor och stutar. I en gårdssystemmodell grundad på irländska förutsättningar beräknade Clarke *et al.* (2013) att uppfödning av tjurar och kvigor genererade 20,1 – 20,9 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött (slaktvikt) medan uppfödning av stutar och kvigor genererade 22,3 – 23,1 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött (slaktvikt). I en systemanalys med datainsamling från 30 norska mjölkgårdar visade Bonesmo *et al.* (2013) att kvigor och utslagna kor genererade 21,7 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött (slaktvikt) medan unga tjurar genererade 17,3 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött (slaktvikt).

## Foder

Foderkvalitet, sammansättning och mängd påverkar utsläpp av växthusgaser vilket innebär att utsläppen kan minskas genom optimerade foderstater (Gerber *et al.*, 2013). Optimering av foderstater syftar till att möta djurens näringsbehov och tillväxtpotential (Makkar & Beever, 2013) genom en balans mellan näringsinnehåll, smältbarhet och fyllnad av våmmen. Nötkreaturens foderintag ökar med smältbarheten och vice versa, låg smältbarhet innebär snabbare fyllnad av våmmen (McDonald *et al.*, 2011). Välbalanserade foderstater förbättrar djurens hälsa vilket ökar fodereffektiviteten. Vidare minskas förluster av näringsämnen via träck och gaser (Makkar & Beever, 2013). Den optimala sammansättningen i fodret varierar beroende på ras och djurkategori (Jamieson, 2010).

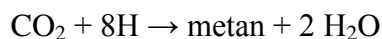
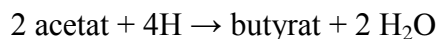
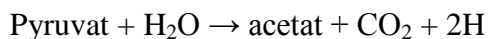
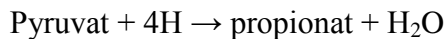
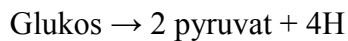
Metanutsläppen från mikrobiell fermentering i våmmen beror till stor del på fodrets sammansättning. När kolhydrater som cellulosa och stärkelse bryts ned i våmmen sker det i två steg, först bryts de ned med hjälp av mikrobiella enzymer till glukos eller glukos-6-fosfat. I det andra steget sker fermentationen, vilken är en anaerob process. Som slutprodukter bildas energirika fettsyror; acetat, butyrat och propionat, men även metan (CH<sub>4</sub>) och koldioxid (CO<sub>2</sub>)

När glukos bryts ned under anaeroba förhållanden frisätts vätgas ( $H_2$ ) då reducerade co-faktorer (NADH) bildas och återoxideras ( $NADH \rightarrow NAD$ ). Återoxideringen är nödvändig för att fermenteringsprocessen ska slutföras. Metanogenerna kan för sin energiförsörjning omvandla  $H_2$  och  $CO_2$  till  $CH_4$  (Moss *et al.*, 2000).



Snabbt fermenterade kolhydrater i foderstaten kan dock minska metanogenernas kapacitet att hantera  $H_2$ . Överskott av  $H_2$  hindrar återoxidering av NADH som istället återoxideras via dehydrogenas och bildar laktat och etanol (Moss *et al.*, 2000).

Vid nedbrytning av glukos bildas varierande proportioner av de flyktiga fettsyrorerna (acetat, butyrat och propionat). I den acetatbildande processen frisätts  $H_2$  vilket främjar den metanbildande processen medan den propionatbildande processen konkurrerar med metanogenerna om  $H_2$  (Moss *et al.*, 2000).



Även butyrat främjar den metanbildande processen vilket redovisas i en härledd ekvation av hur andelar av de flyktiga fettsyrorernas påverkar metanproduktionen (Moss *et al.*, 2000).

$$1 \text{ metan} = 0,45 \text{ acetat} - 0,275 \text{ propionat} + 0,4 \text{ butyrat}$$

Ytterligare faktorer som påverkar den mikrobiella metanproduktionen är pH, passagehastighet och foderstatens sammansättning. Lågt pH (under 5,5) försämrar metanogenernas kapacitet att hantera  $H_2$  vilket innebär att metanproduktionen minskar. Istället gynnas bakterier som fermenterar stärkelse och bildar stora mängder propionat. Ökad passagehastighet sänker fodermältningen i våmmen och därmed också metanproduktionen. Passagehastigheten ökar med fodrets smältbarhet men också med foderintaget (Moss *et al.*, 2000).

### Vallfoder

Vallfoder utgör en viktig del i svensk nötköttsproduktion (Jamieson, 2010) och ska enligt KRAVs regler utgöra minst 70 procent av det dagliga foderintaget hos slaktdjur, räknat i torrs substans (ts) (KRAV, 2016). Genom att anpassa skördetidpunkten kan näringsvärdet anpassas till olika djurgrupper. Tidig skörd innebär hög omsättbar energihalt vilket passar till växande nötkreatur medan senare skörd innehåller mer fiber (Neutral detergent fibre; NDF) och lägre energi vilket är önskvärt för utfodring av dikor (Jamieson, 2010).

Grovfoder är viktigt för idisslares hälsa, en stärkelsesrik foderstat kan leda till försurning i våmmen med metaboliska sjukdomar som följd (Makkar & Beever, 2013). Dock ökar metanutsläppen från mikrobiell fermentering i samband med ökad andel grovfoder i foderstaten (Moss *et al.*, 2000). Ökade metanutsläpp beror på koncentrationen av NDF

(Harper *et al.*, 1999). Hög halt NDF i fodret innebär långsam passagehastighet och därmed mer tid för metanogenerna att arbeta (McDonald *et al.*, 2011). Vidare gynnas metanogenerna eftersom en mer fiberrik foderstat ger högre andel acetat och lägre andel propionat (Moss *et al.*, 2000).

Klimatavtrycket från ett konventionellt odlat gräsensilage lagrat i plansilo eller rundbal uppskattas till ca 0,37 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg ts. Klimatavtrycket från ett konventionellt odlat blandvallsensilage (gräs/klöver) lagrat i plansilo eller rundbal uppskattas till ca 0,28 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg ts. Lustgas är den växthusgas som till störst del bidrar till avtrycket då den avges i samband med vallodling. Anledningen till att blandvallsensilage ger ett lägre klimatavtryck är att mindre mängd handelsgödsel används i odlingen (Flysjö *et al.*, 2008).

Blandvallsensilage innehåller baljväxter där klöver är den vanligaste baljväxten som odlas i vall till nötkreatur i Sverige (Gård och Djurhälsan, 2016). Baljväxter kan med hjälp av kvävefixerande mikroorganismer på rötterna reducera luftens kvävgas till ammonium och därmed göra kvävet tillgängligt som växtnäring. Förutom självförsörjning av kväve bidrar baljväxterna också med kväve till omkringliggande växter. Det sker dels genom läckage av kväve från rötterna samt genom döda växter och blad som bryts ner i marken och mineraliseras. Kvävefixering kan dock hämmas av höga kvävehalter i jorden (Fogelfors, 2015). Vidare fördelar med inkludering av baljväxter i ensilage är att ensilagens proteininnehåll ökar (Jamieson, 2010).

### Spannmål

Spannmål innehåller generellt mer energi jämfört med vallfoder och fungerar därför bra som energikomplement. Korn är ett av de vanligaste sädeslag som utfodras till nötkreatur, men även vete, rågvete och havre kan användas i utfodring (Jamieson, 2010). Jämfört med korn innehåller vete mer energi, mer stärkelse och mindre NDF, detsamma gäller rågvete. Havre innehåller något mer NDF och mindre energi jämfört med korn (Spörndly, 2003).

Klimatavtrycket från konventionellt odlad spannmål varierar mellan 0,39 – 0,49 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg foder beroende på gröda och geografi. Utsläppen domineras av lustgas från kvävegödselproduktion samt från åkern till följd av nitrifikation och denitrifikation. För spannmål tillkommer även en stor del koldioxid från drivmedel, torkning och transport till foderfabrik (Flysjö *et al.*, 2008).

### Gödselhantering

För en ökad förståelse av detta kapitel definieras här inledningsvis följande begrepp: *Glödförlust* eller *Organisk substans (Volatile solids, VS)* är det organiska material i gödsel som består av både biologiskt nedbrytbara och icke biologiskt nedbrytbara ämnen, enheten är kg VS gödsel per djur och dygn.  $B_0$  är den maximala mängd metan som kan produceras från den aktuella gödselsorten.  $B_0$  är ett beräknat mått på metanproduktion baserat på VS, enheten är m<sup>3</sup> CH<sub>4</sub> per kg av producerad VS. *Metanemissionsfaktorn (MCF)* är en systemspecifik omvandlingsfaktor som beskriver andelen  $B_0$  i den aktuella gödselsorten och benämns i procent (IPCC, 2006). MCF beror till stor del på lufttemperatur och är relativt låg i Sverige på grund av det svala klimatet (Rodhe *et al.* 2012). För både metan och lustgas används en

emissionsfaktor som beskriver andel utsläpp av det totala innehållet i gödseln, enheten är kg CH<sub>4</sub>-C per kg C eller kg N<sub>2</sub>O-N per kg N (IPCC, 2006).

### **Flytgödsel**

Utsläpp från flytgödsel domineras av CH<sub>4</sub> vilket ökar under sommarperioden (juni-sept) och minskar under vinterperioden (dec-april). Lägre utsläpp under vinterhalvåret beror till störst del på lägre metanutsläpp till följd av lägre lufttemperatur (Rodhe *et al.*, 2013). Gödsellagrets temperatur är en avgörande faktor för metanbildning. Sveriges svala klimat är en anledning till att metanbildningen i flytgödsellager från nötkreatur 75 procent lägre än i Italien (Sommer *et al.*, 2009).

Förutom temperatur kan tekniska hjälpmedel bidra till reducerade metanutsläpp, exempelvis täckning av flytgödselbehållare. Under vinterperioden (okt-april) verkar täckning vara mindre relevant men under perioden feb-okt har det dock visat sig att plastduk bidrar till signifikant lägre metanutsläpp jämfört med enkelt svämtäcke eller svämtäcke av halm. Det beror troligen på att metan kapslats in under perioden så svämtäcket är fruset. Även utsläpp av lustgas (N<sub>2</sub>O) sker i flytgödsellager men dessa är relativt stabila oberoende av täckning eller period (Rodhe *et al.*, 2008).

För att reducera utsläpp av växthusgaser från gödselhantering har rötning av gödsel diskuterats (Steinfeld *et al.*, 2006). Men enligt Rodhe *et al.* (2013) genererar rötad gödsel tre gånger så mycket metan per kubikmeter och dygn jämfört med orötad gödsel, vid lagring. Dessutom är de kumulativa metanutsläppen fem till sex gånger högre vid lagring av rötad gödsel jämfört med orötad gödsel. Rötad gödsel visade sig i dessa försök ha betydligt högre MCF än orötad gödsel.

### **Djupströgödsel**

Utsläpp från djupströgödsel domineras av lustgas då djupströgödsel består av både aeroba och anaeroba miljöer på grund av luftfickor och som möjliggör både nitrifikation och denitrifikation. Den spontana kompostering som kan ske i djupströgödsel bidrar till temperaturökning vilket stimulerar produktion av lustgas (Rodhe *et al.*, 2012). En enstaka studie visar att andelen lustgaskväve som avgår från nötkreaturs fastgödsel kan vara ca 4 procent av det totala kväveinnehållet (Thorman *et al.*, 2007). Men en sammanställning av fler studier visar att lustgaskvävet från nötkreaturs djupströgödsel utgör ca 0,2 procent av totalkvävet (Rodhe *et al.*, 2012).

För att minska utsläpp av lustgas från nötkreaturs fastgödsel kan täckning och sammanpressning vara ett alternativ. Tendenser till minskande utsläpp av lustgas relateras delvis till minskad syretillförsel. Även avgång av ammonium tenderar att minska vid täckning och sammanpressning. Det beror troligtvis på att de mikrobiologiska processerna inhiberas och därmed minskar temperaturen. Metanproduktionen vid täckning och sammanpressning tenderar dock att öka på grund av att metanogenerna främjas av den syrefattiga miljön. Täckning av djupströgödsel har störst relevans för urlakning av kväve medan sammanpressning minskar andel luftfickor och den mikrobiologiska processen (Chadwick, 2005).

## Foderproduktion

### Markegenskaper

För klimatpåverkan genom foderproduktion kan specifika markegenskaper ha betydelse. Två typer av odlingsmark som har speciell betydelse är mulljordar och betesmarker.

Mulljordar ger upphov till ca 7 procent av Sveriges utsläpp av växthusgaser (Berglund, 2011). Generellt definieras mulljord som mark med över 30 procent mullhalt (Jordartsnomenklatur, 1953, se Berglund, 2011). Då mulljordar dräneras i odlingssyfte ökar syretillförseln och därmed nedbrytningshastigheten av organiskt material. Det innebär att marken blir en kol- och kvävekälla (Fogelfors, 2015).

Övergivna mulljordar som tidigare odlats tenderar att fortsätta avge koldioxid och lustgas (Maljanen *et al.*, 2007). Berglund (2011) menar att det beror på att väl nedbruten torv bidrar till högre koldioxidutsläpp än mindre nedbruten torv. Vattenbelagda mulljordar genererar ca 40 procent mindre koldioxid jämfört med dränerade mulljordar (Chapman & Thurlow, 1996). Cederberg *et al.* (2012) menar att återställning av mulljord kan innebära en kolinlagring på 37 ton CO<sub>2</sub> per ha och år, lustgasutsläppen uppskattas då minska med 0,2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/ha. Dock uppskattas metanutsläppen att öka med ca 3 ton CO<sub>2</sub>-ekv/ha. Enligt Berglund (2011) bidrar alla extrema vattenförhållanden på mulljordar till minskade utsläpp av växthusgaser, både vattenbeläggning och torka.

Betesmarker kan bidra till både biologisk mångfald och bindande av kol (Karlton *et al.*, 2010). I Sverige är dock kolinlagringspotentialen större på betade åkermarker än på långt liggande betesmarker. Det beror på att kolhalten i brukade åkermarker är lägre vilket innebär större inlagringspotential, speciellt om de omvandlas till betesmarker (Kätterer *et al.*, 2008; Karlton *et al.*, 2010). Intensivt brukade åkermarker har hög näringsstatus, därför finns större potential för kolbindning i växter och rötter. Näringsstatusen på omvandlade åkermarker är fortsatt hög på grund av tidigare gödsling. I tillägg minskar jordbearbetningen vilket bidrar till lägre utsläpp av koldioxid då nedbrytning av växtrester sker långsammare (Karlton *et al.*, 2010). Inlagringspotentialen ökar också om betes/slåttervallen är gödslad eftersom växtproduktiviteten ökar (Ammann *et al.*, 2009). Inlagringspotentialen ökar också med högre beläggningsgrad på betesmarken vilket redovisas av en studie som jämförde 1-4 djur per ha med 0,5-2 djur per ha (Allard *et al.*, 2007). Extremt betande kan dock innebära överbetning vilket omvandlar markerna till kolkälla (Steinfeld *et al.*, 2006).

Eftersom kol kan bindas långvarigt i biomassa exempelvis träd (Powlson *et al.*, 2011) utgör avskogning en stor källa till koldioxidutsläpp (Steinfeld *et al.*, 2006). Fler träd på naturbete bidrar dock inte till några signifikanta förändringar i markkolshalten eftersom skördade träd ofta bortforslas. Svenska naturbetesmarker binder mindre än 100 kg C per ha, potentialen för kolinlagring är speciellt låg om naturbetesmarkerna har lång hävdkontinuitet (Karlton *et al.*, 2010).

Naturbetesmarkerna är ändå viktiga att bevara på grund av dess rikedom i form av biologisk mångfald (Jordbruksverket, 2016b). Betande djur är en förutsättning för att bevara och

underhålla naturbetesmarkernas värdefulla flora och fauna. Örter, blommor och vilda växter har konkurrensfördel på näringsfattiga marker (Luoto *et al.*, 2003). Betande nötkreatur tenderar att hålla de näringsfattiga områdena konstanta eftersom bete och gödsling främst sker på de näringsrikare områdena (Andrée *et al.*, 2011). Dessutom innebär betande ökat ljusinsläpp vilket också bidrar till ökad konkurrenskraft hos lågväxande växter (Hautier *et al.*, 2009).

Variation av växter gynnar miljöer för insekter och fåglar (Jamieson, 2010) vilket även inkluderar spannmålsodling. Samband har hittats mellan minskade fågelpopulationer och avtagande mängd företag med mixade jordbrukssystem, alltså både boskap och spannmålsodling. På grund av intensifiering omvandlas stora arealer till antingen spannmålsodling eller vallar, betesmarker och övergiven mark. Spannmålsodling är viktigt för fågelarter som nyttjar förhållandena för födosök och bobyggande medan vallar, betesmarker och övergivna marker är viktigt för andra fågelarter som föredrar förhållanden med ogräs och insekter (Wretenberg *et al.*, 2007).

### **Jordbearbetning**

Jordbearbetning och skörd är de delar i foderproduktion som bidrar till utsläpp via drivmedel, jordbearbetning bidrar även till läckage av näringsämnen (Steinfeld *et al.*, 2006; Jordbruksverket, 2010; Fogelfors, 2015). Inom växtodling bearbetas jorden för att minska ogräsproblem samt för att gynna grödornas tillväxt (Fogelfors, 2015). I Sverige används oftast vändskiveplog då 20-25 cm av det översta jordlagret vänds och bearbetas (Jordbruksverket, 2010).

Ett alternativ för att minska utsläppen från foderproduktion är att reducera jordbearbetningen (Steinfeld *et al.*, 2006; Jordbruksverket, 2010) genom grundare plöjning eller kultivering (Jordbruksverket, 2010). Reducerad jordbearbetning kan minska energiförbrukningen beroende på jordtyp (Arvidsson *et al.*, 2010). Välplanerade växtföljder och gynnsamma förfrukter kan väga upp för eventuellt minskad skördeavkastning efter reducerad jordbearbetning (Arvidsson *et al.*, 2010; Van den Putte *et al.*, 2010). Enligt Rööös *et al.* (2013) finns dock inga konkreta bevis på att reducerad jordbearbetning påverkar kolhalten i marken.

Reducerad jordbearbetning kan också bidra till minskad kväveutlakning men kväveläckaget beror även på kvävegiva, förfrukter (Goss *et al.*, 1993) och tidpunkt för bearbetning (Stenberg *et al.*, 1999). Vårbruk (april) bidrar till mindre kväveläckage än höstbruk. Sen höstbearbetning (november) bidrar till mindre kväveläckage jämfört med tidig höstbearbetning (september) (Stenberg *et al.*, 1999).

### **Gödselspridning**

Spridning av gödsel vid foderproduktion bidrar till utsläpp av främst ammoniak (NH<sub>3</sub>) och lustgas (N<sub>2</sub>O). De viktigaste metoderna för att minska utsläppen är spridning av rötad gödsel, anpassad tidpunkt för applicering av gödsel samt beräkning av grödornas näringsbehov och upprätthållande av näringsbalansen i jorden (Gerber *et al.*, 2013).

Lustgas- och metanutsläpp är likvärdiga vid höstspridning av rötad och orötad gödsel. Vid vårspridning genererar rötad gödsel lägre utsläpp av lustgas men högre utsläpp av metan jämfört med orötad gödsel (Rodhe *et al.*, 2013).

## Material och metoder

### Gårdsstudie

Gården vars förutsättningar studien baserades på, var vid studiens start i övergång från mjölkproduktion till nötköttsproduktion med dikor. Önskemålet från lantbrukaren var att skapa en helhetsbild av klimat- och miljöpåverkan från KRAV-certifierad nötköttsproduktion med dikor. Syftet med studien var att undersöka hur utfodrings- och produktionsintensitet påverkade gårdens klimatpåverkan. Studiens utformades därför som en scenarioanalys där två scenarier som skiljde sig åt i utfodrings- och produktionsintensitet jämfördes.

För att skapa realistiska scenarier utifrån gårdens förutsättningar gjordes en inventering av gården vid studiens uppstart (Appendix Tabell 2-4, 6a, 11, 23, 25, 26c). På gården fanns tre olika byggnader som tillsammans rymde ca 225 djurplatser. I tillägg inkluderades en nybyggd anläggning för dikor som ska rymma 75 djurplatser, enligt gårdens framtidsplaner. Gårdens marktillgångar uppskattades till 140 ha åkermark och 90 ha naturbetesmark.

### Beräkningsverktyg

Foderstater för stallperioden beräknades i NorFors optimeringsprogram IndividRAM. Programmet är utformat för kostnadseffektiv mjölkproduktion, men kan också användas för att optimera foderstater till växande djur (Nielsen & Volden, 2011). Foderstaternas parametrar redovisas i Appendix (Tabell 12a-d) och energibehovet baseras på nettoenergi. Eftersom studiens syfte inte inkluderar ekonomi har inte hänsyn tagits till foderkostnaderna. Foderbehovet på bete beräknades enligt (Spörndly, 2003) där energibehovet baseras på omsättbar energi.

För klimatberäkningar användes klimatberäkningsverktyget VERA. VERA är ett program som används av rådgivare för att undersöka växtnäringsbalanser, stallgödselberäkningar, gödslingsplan samt urlakning, energikartläggning och bedömning av klimatpåverkan i form av växthusgasutsläpp (Jordbruksverket, 2016a). I beräkningarna av växthusgaser inkluderas utsläpp som avges i samband med produktion av insatsmedel samt de utsläpp som genereras på gården via djurhållning, gödselhantering och växtodling (Berglund, 2015).

I VERA's beräkningsmodeller används omvandlingsfaktorer enligt "Global warming potential" (GWP) 100 (IPCC, 2007):

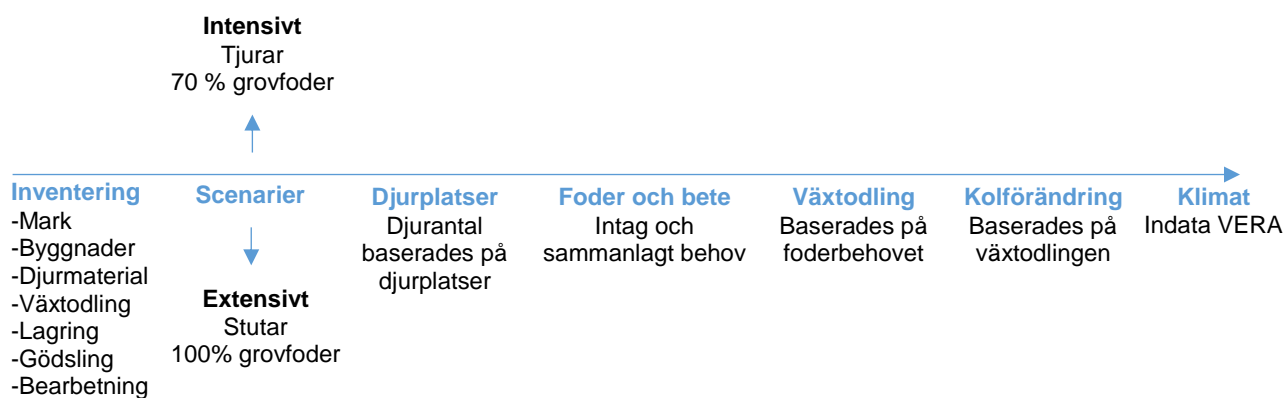
- koldioxid = 1 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg gas
- metan = 25 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg gas
- lustgas = 298 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg gas.

Markkolhalten på mineraljorden beräknades i Excel, baserat på beräkningsmodellen ICBM samt scenariernas odlings- och betesstrategier. ICBM är en beräkningsmodell som uppskattar framtida markkolsförändringar (Andrén *et al.*, 2004).



Excel användes också för övriga beräkningar exempelvis foderåtgång och behov av odlingsareal.

## Underlag för klimatberäkningar



Figur 1. Metodöversikt. Scenarierna grundades på gårdens förutsättningar och utifrån djurens foderbehov upprättades växtodlingsstrategier. Klimatberäkningarna begränsades vid gårdsgrunden d.v.s. foderproduktion, fodersmältning, gödselhantering samt inköpta och sålda produkter.

## Besättningen

I scenarierna baserades besättningens djurkategorier (tjurar, kvigor, stutar) på uppgifter från lantbrukaren samt tänkbara alternativ för intensiv och extensiv KRAV-certifierad nötköttsproduktion med dikor (Tabell 1). Scenariernas skillnader i produktionsintensitet koncentrerades till uppfödning av handjur. Handjur i det intensiva scenariot föddes upp som tjurar, där stallfoderstaten bestod av 70 procent grovfoder, kvigornas stallfoderstat hade en grovfoderandel på 70 och 92 procent för kvigor < 1 år respektive > 1 år. Handjur i det extensiva scenariot föddes upp som stutar. För både stutar och kvigor i det extensiva scenariot bestod stallfoderstaten av 70 och 100 procent grovfoder för djur < 1 år respektive > 1 år.

Tabell 1. Djurgrupper, antal och slaktåldrar i respektive scenario

Scenario	Intensivt		Extensivt		
	Djurkategori	Antal	Slakt, mån	Antal	Slakt, mån
Dikor		100	87,4	90	87,4
Tjurar		50	16	0	-
Kvigor, <1år		50	-	45	-
Kvigor, >1år		50	23	45	23
Stutar, <1år		0	-	45	-
Stutar, >1år		0	-	45	24
Totalt		250		270	

Antalet djur anpassades till de byggnader som fanns att tillgå samt planeras att anläggas. Vid fördelningen av djurkategorier på byggnaderna har hänsyn tagits till avstånd från gården samt utfodrings- och gödselsystem (Appendix; Tabell 5). I två byggnader skedde utfodringen med rivarbord, mixer och automatisk fodervagn, i en av dessa byggnader hanterades djupströgsel och i den andra hanterades flytgödsel. I två andra byggnader utfodrades djuren

manuellt med traktor, i en av dessa byggnader hanterades djupströgödsel och i den andra hanterades flytgödsel (Appendix; Tabell 6a).

Denna studie utgick från att samtliga nötkreatur i de två scenarierna (intensivt/extensivt) var av rasen Simmental. Rasen finns på gården idag samt ingår i gårdens planerade satsning. Simmental är en etablerad ras inom dikoproduktion (Jamieson, 2010). Simmental har ett genomsnittligt kalvningsintervall på 12,6 månader, 5,3 procent av födslarna kan förväntas vara tvillingfödselar. Dödlighet hos kalvar är 4,2 och 9,1 procent av de som föds av kor respektive kvigor och andelen dödfödselar varierar mellan 2,4 och 7,3 procent för kor respektive kvigor. Andel kalvar som dör innan avvänjning förväntas uppgå till 1,8 procent för både kor och kvigor (Växa Sverige, 2016b). I det här arbetet togs dock ingen hänsyn till andel tvillingfödselar eller procentuell dödlighet för kalvar. Studien tog heller inte hänsyn till fertilitetsmått. Antal djur som behövdes för rekrytering ingick endast i data för beräkningar i VERA och baserades på slaktåldern för Simmentalkor (Växa Sverige, 2016a). För beräkning av djurantal förväntades dikorna producera en kalv per år, 50 procent handjur och 50 procent hondjur. En detaljerad fördelning av antal djur, antal djur per djurkategori samt respektive utfodrings- och gödselsystem redovisas i Appendix (Tabell 6a, b).

### **Underlag för näringsbehov**

I de två scenarierna fastställdes djurens levnadsförlopp i förhållande till kalvningstidpunkt, dräktighet, laktation, betesdrift, viktintervall, tillväxt och slakt.

I båda scenarierna antogs kalvningsperioden pågå mellan januari och mars och för att generalisera beräkningarna av foderstaterna antogs alla kor kalva i mitten av februari. För denna kalvningsperiod bör betäckning ske mellan april och juni. Planläggning av kalvningstidpunkt mellan januari och mars ställer krav på varierat näringsinnehåll i de olika ensilagepartierna samt eventuellt inblandning av halm för att tillgodose djurkategoriernas näringsbehov. Fördelen med tidig vårkalvning är minskat behov av stallutrymme då diko och kalv separeras vid installning (Seeman & Stenberg, u.å.).

Eftersom scenarierna hålls inom ramarna för KRAV-certifierad produktion i Jönköpings län skall betesdriften pågå under minst tre månader. Djuren skall dessutom ha tillgång till ytterligare två månaders utevistelseperiod då djuren vistas utomhus minst 12 timmar per dag. Tjurar som är anmälda till slakt kan dock hållas på stall t.o.m 15 juni i Götaland (KRAV, 2016). I båda scenarierna vistades djur < 1år på bete mellan 1 maj till 1 oktober tillsammans med sina mödrar. För djur > 1år var betesperioden mellan 1 maj till 1 november med undantag för tjurar som hölls på stall tills 15 juni då de såldes till slakt. I beräkningar av foderstaterna utfodrades dock djur > 1år från och med 1 oktober eftersom näringsintaget från bete antogs vara försumbart mellan 1 oktober och 1 november (Appendix; Tabell 21-22)

Dikornas levandevikt (LV) uppskattades till 760 kg, eftersom slaktvikten för Simmentalkor är 380 kg (Växa Sverige, 2016a) och utgör ca 50 procent av LV (Svenskt kött, 2017). Mjölkkavkastningen uppskattades till 10 kg per dag. Enligt Jamieson (2010) varierar mjölkkavkastningen mellan 8-10 kg mjölk per dag, rasen Simmental kan dock nå en avkastning på 12 kg mjölk per dag (NRC, 1996). Kalvarna i studiens scenarier började succesivt beta vilket motiverar en generell avkastning på 10 kg per dag (Appendix; Tabell 12a, 13).

Startvikterna för de växande djuren vid installning i oktober baserades på de 200-dagarsvikter som registrerats i systemet för produktionsplanering (Kött, Avel, Produktion; KAP) för rasen Simmental (Växa Sverige, 2016b). Handjur i det extensiva scenariot kastrerades innan 8 veckors ålder (KRAV, 2016) och stutarnas startvikt baserades på ett medelvärde av kvigors och tjurars 200-dagarsvikt då statistik för stutar inte registrerats i KAP (Appendix; Tabell 8).

De växande djurens tillväxthastighet varierar under stall- och betesperiod. I tillägg är foderstater inom KRAV-certifierad nötköttsproduktion delvis begränsande beträffande tillväxt hos tjurar. KRAV-certifierade tjurar som föds upp på stall kan nå en tillväxt på 1,4 kg per dag om de utfodras med ensilage med högt näringsinnehåll och hög smältbarhet samt om foderstaten kompletteras med spannmål och foderärt (Jamieson, 2010). Underlag och beräkningar av tillväxthastigheter redovisas i Appendix (Tabell 9). Djurkategoriernas slaktålder baserades på information från Växa Sverige (2016a), se Appendix (Tabell 10)

### **Foderstater och betesintag**

Foderstater för stallperioden beräknades i IndividRAM och baserades på djurens näringsbehov, utfodrings- och betesperioder, tillväxthastighet och slaktålder (Appendix; Tabell 8-10). Näringsvärdet för ensilage baserades på foderanalyser från gårdens ensilageskördar 1 – 2, år 2016. Då någon foderanalys på ensilageskörd 3 inte genomförts uppskattades näringsinnehållet motsvara ensilageskörd 2. Ensilaget kompletterades periodvis med korn till växande djur och halm till dikor. Näringsvärde för alla fodermedel redovisas i Appendix (Tabell 11).

Djurkategoriernas näringsbehov under betesperioden beräknades enligt Spörndly (2003), (Appendix; Tabell 13, 14). Det dagliga behovet av bete beräknades utifrån uppskattade näringsvärden på de olika betesmarkerna (Appendix; Tabell 15) Näringsvärdet på naturbetesmarkerna var dock svårdefinierat då ingen växtanalys genomfördes under gårdsinventeringen.

För närmare granskning av djurens foder- och betesintag under uppfödningensperioden har foderbehovet för ett djur av varje djurkategori summerats utifrån beräkningar baserade på Appendix (Tabell 19, 20). Skillnader i fodereffektivitet mellan tjurar och stutar beräknades genom att summera foder- och betesintag och dividera med tillväxten i kg LV. Tillväxten beräknades genom att subtrahera födelsevikten från LV vid slakt (Appendix; Tabell 10).

### **Tillgång och behov av foder och bete på gårdsnivå**

För att förenkla beräkningarna av foderåtgång har foderstatsbyten och foderstatsavslut antagits ske vid månadsskiftet trots att vissa djurkategorier hade foderstatsbyten i mitten av en månad t.ex. dikor med kalvningsdatum den 15 februari eller växande djur som förväntades skickas på slakt 15 jan, 15 feb eller 15 juni.

Vallfodret skördades tre gånger under säsongen. Den grönmassa som inte rymdes i plansilos lagrades som rundbalar. Foderbehovet inkluderade förluster under lagring. Silo 1 och 2 innehåller ensilage från ensilageskörd 1 respektive 2. Beräkningar av ensilages densitet gjordes via grovfoderverktyget (Hushållningssällskapet, 2016). Mängden ensilage som rymts och kan utfodras från varje silo redovisas i Appendix (Tabell 16).

Utfodringsperioden som i denna studie syftar på perioden från installning efter betesperioden fram tills djuren åter går ut på bete, startades med uttag av ensilage från silo 2 (andra skördens ensilage). Andra skördens ensilage innehöll lägre andel NDF jämfört med ensilageskörd 1 och är därmed bättre anpassat till de yngsta djurens intagskapacitet (McDonald *et al.*, 2011). Hög uttagshastighet minskar risk för kvalitets- och hygienförsämring samt spill (Johansson, 2013) och i scenarierna användes därför ensilage från en silo åt gången. Undantag gjordes dock i det intensiva scenariot då silo 1 öppnades 1 januari för utfodring av tjurar och då var båda silorna öppna under 1 månad. Undantag gjordes även i det extensiva scenariot då silo 1 öppnades 1 december och då var båda silorna öppna under 2 månader.

Utöver balutfodring som komplettering till plansilo utfodrades balar i de stallar som saknade rivarbord (Appendix; Tabell 6a). Det årliga behovet av balar beräknades utifrån komplettering till plansilo samt från de djur som utfodras manuellt. I beräkningarna inkluderades förluster under lagring (Appendix; Tabell 19d, 20d). Mängden ensilage som ryms och kan utfodras per bal redovisas i Appendix (Tabell 16)

Vid beräkningar av årsbehovet av övrigt foder har hänsyn tagits till näringsinnehåll i utfodrat ensilageparti (Appendix; Tabell 19a-d, 20a-d). Behovet av betesareal baserades på betesperiodens längd samt djurens dagliga behov (Appendix; Tabell 21,22).

### **Växtodlings- och betesstrategi**

I scenarierna odlades korn och vall på gården. Övrigt foder som mineraler och kompletterande halm (utöver kornhalmen) köptes in.

Utifrån besättningens årliga foderbehov (Appendix; 19d, 20d) samt skördeavkastning (Appendix; Tabell 23) beräknades odlingsarealen per gröda (Appendix; Tabell 24a, b) Vallskördarna delades upp i vallskörd 1 – 3 för att kunna jämföra med foderbehovet för de olika ensilagepartierna. Avkastningen för varje vallskörd uppskattades utgöra en tredjedel av den totala avkastningen.

Vid planering av odlingsareal prioriterades behovet av vårkorn i första hand då en grov överslagsberäkning visade att odlingsarealen var mer än tillräcklig för grovfoderproduktion. I andra hand prioriterades behovet av bete och resterande odlingsareal tillgodosåg behovet av ensilage. Överskottet av ensilage antogs gå till försäljning.

Vid planering av odlingsareal på mulljorden baserades växtföljden på gårdsinventeringen där raps och havre till grönfoder odlades på 2,5 av 20 ha (Appendix; Tabell 26c). Enligt gårdsinventeringen sköttes växtföljden i syfte att minska ogräsproblem med framför allt skräppa. Grönfodret inkluderades i växtföljden och därmed klimatberäkningarna men ingick inte i beräkningar för foder- eller betesintag.

Betesareal utöver den naturbetesmark gården har tillgång till beräknades utifrån besättningens behov av bete. De tre typerna av betesmark: naturbete, vall på mulljord och vall på mineraljord prioriterades som bete i den följd (Appendix; Tabell 23).

Växtföljder i de två scenarierna, baserat på odlings- och betesbehov, upprättades för åkerarealen som bestod av mineraljord. Växtföljden på åkerarealen som bestod av mulljord var densamma som under gårdsinventeringen och därmed lika i båda scenarierna.

Gödsling baserades på beräknad gödselproduktion enligt VERA fördelat på planerad odlingsareal (Appendix; Tabell 24). För gödselspridning fördelades all djupströgödsel på odlingsarealen för korn. Djupströgödsel kompletterades med flytgödsel för att uppnå grödans behov enligt VERA. Resterande flytgödsel fördelades på odlingsarealen för vall och grönfoder och betesgödsel fördelades på betesarealen. Spridningstekniker och metoder för jordbearbetning baserades på gårdsinventeringen (Appendix; Tabell 25).

### Klimatberäkningar

Då alla delar för de olika scenarierna fastställts fördes data in i klimatberäkningsverktyget VERA som uppskattade utsläppen av växthusgaser i de båda scenarierna. För att beräkna utsläppsintensitet fördelades utsläppen på gårdens årliga produktion av kött. Köttmängden uppskattades utifrån antal djur som skickas till slakt och deras LV omvandlat till slaktvikt (Appendix; Tabell 30).

### Förändringar av markkol

Naturbetesmarkernas inlagringspotential av koldioxid beräknades genom att multiplicera arealen (90 ha) med inlagringspotentialen av markkol på naturbetesmarker i Götalands skogsbygder (30 kg C per ha och år) (Karlton *et al.*, 2010). Ett ton kol motsvarar 3,7 ton koldioxid, därför multiplicerades naturbetesmarkens totala kolinlagring med 3,7. Koldioxid- och lustgasavgång från mulljord uppskattades baserat på VERAs beräkningsmodeller.

För uppskattning av inlagringspotential av koldioxid i mineraljorden subtraherades jordens kolinnehåll enligt gårdsinventeringen från den totala inlagringskapaciteten av kol. Differensen multiplicerades sedan med 3,7 för omvandling till koldioxid. Enligt Naturvårdsverket (2017) utgörs mull av ca 58 procent kol. För att beräkna markens kolinnehåll multiplicerades därför markens mullhalt med 0,58 för att uppskatta kolinnehållet.

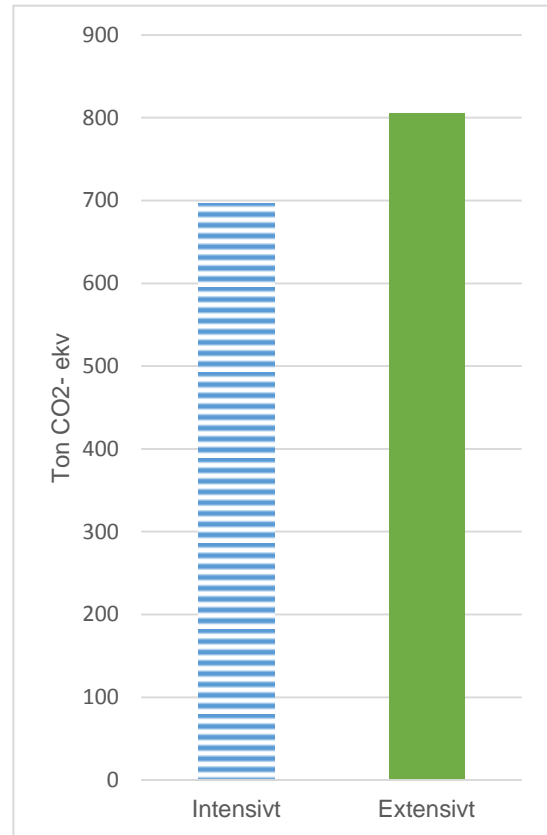
Mineraljordens aktuella kolinnehåll beräknas genom att multiplicera kolhalten med mängden jord som finns i det översta lagret i marken (0,25 m djup) (Andrén *et al.*, 2004). Markens totala kapacitet att lagra kol uppskattades med parametrar och konstanter för nedbrytning och humifiering framtagna för beräkningsmodellen ICBM i tillägg till den årliga koltillförseln (Appendix; Tabell 27). Koltillförseln baserades på IPCCs beräkningsmodeller för koltillförsel från skördeavkastning och kvarlämnade skörderester (IPCC, 2006), men också på grödornas kvävegiva och gödseltypernas kol/kväve-kvot. Skördeavkastning, kvarlämnade skörderester och kvävegiva hämtades från scenarierna.

## Resultat

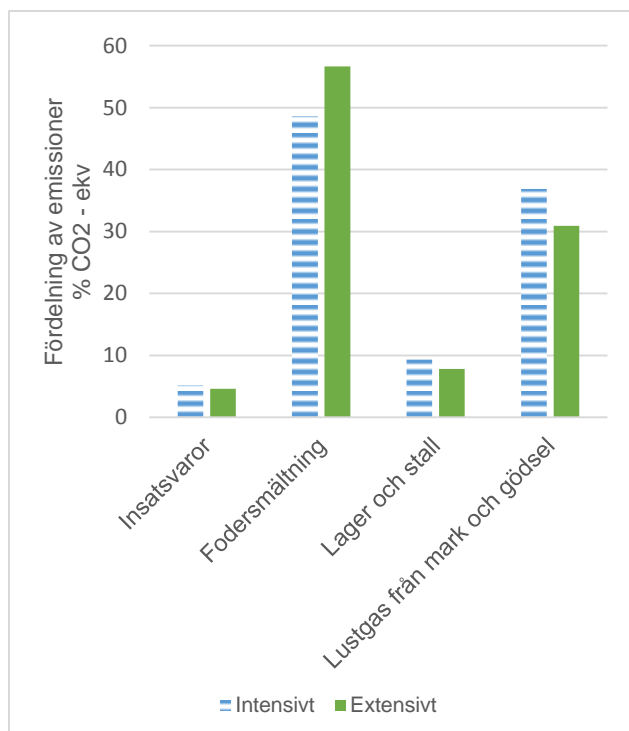
### Klimatavtryck

Gårdsstudien visade att växthusgasutsläppen från intensiv utfodrings- och produktionsstrategi (697 ton CO<sub>2</sub>-ekv) var lägre jämfört med extensiv utfodrings- och produktionsstrategi (805 ton CO<sub>2</sub>-ekv), exklusive förändringar av markkol (Figur 2). Utsläppsintensiteten var lägre med intensiv utfodrings- och produktionsstrategi jämfört med extensiv (19 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött respektive 25 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg kött).

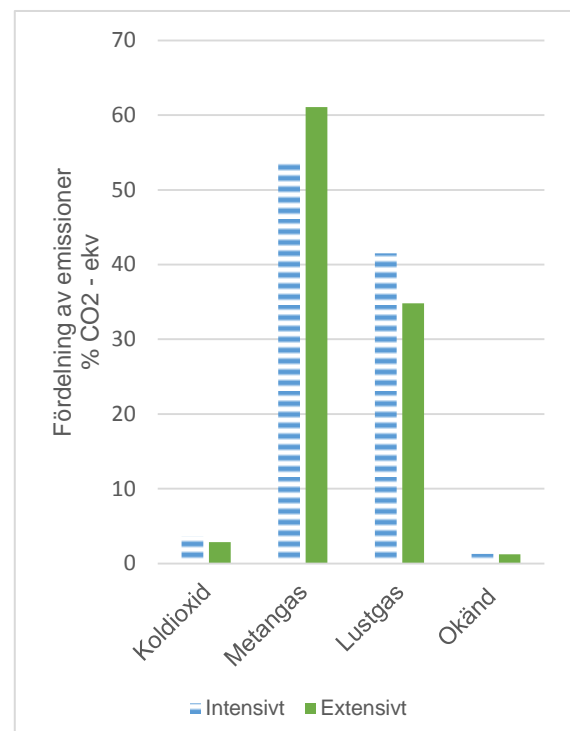
De största källorna till utsläpp i båda fallen var fodermältning och utsläpp från mark. Intensiv utfodrings- och produktionsstrategi genererade lägre utsläpp från fodermältning än extensiv (Figur 3) på grund av uppfödningstiden för handjuren. Däremot genererades större utsläpp från marken med intensiv utfodrings- och produktionsstrategi jämfört med extensiv vilket troligen berodde på att mer djupströ- och flytgödsel distribuerades i det intensiva scenariot. Förenligt med källorna på gårdsnivå dominerades växthusgaserna av metan och lustgas (Figur 4).



Figur 2. Totala utsläpp av växthusgaser, exklusive förändringar av markkol.



Figur 3. Utsläppskällor till utsläpp på gårdsnivå



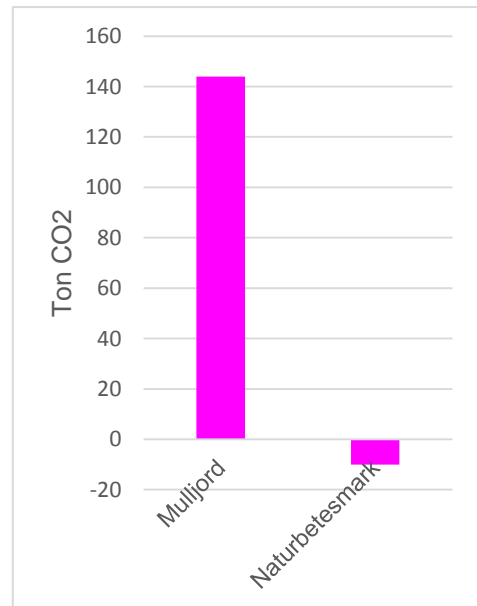
Figur 4. Utsläpp, fördelat på växthusgaserna

## Förändringar av markkol

Kolförändringar på mulljord respektive naturbete var samma i båda scenarierna. Den brukade mulljorden orsakade utsläpp i storleksordningen 144 ton CO<sub>2</sub> vilket var betydligt mer än den koldioxid som antogs bindas i naturbetesmarken (10 ton CO<sub>2</sub>). (Figur 5).

Inlagringspotentialen av kol på mineraljordarna baserades på den totala inlagringskapaciteten som var 93 ton C per ha och 98 ton C per ha för intensivt respektive extensivt. Potentialen för inlagring av markkol var 25 ton CO<sub>2</sub> per ha och 45 ton CO<sub>2</sub> per ha för det intensiva respektive det extensiva scenariot.

Gårdens totala inlagringspotential på mineraljord var 3000 ton CO<sub>2</sub> och 5400 ton CO<sub>2</sub> för det intensiva respektive det extensiva scenariot.



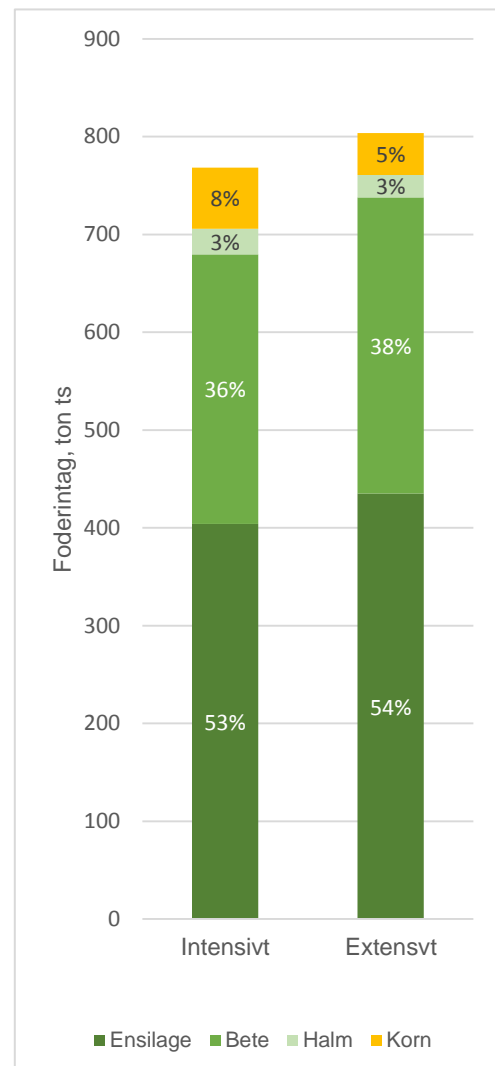
Figur 5. Utsläpp och inlagring av koldioxid i mark.

## Utfodrings- och produktionsstrategi

Vid jämförelser av det årliga foderintaget på gården var skillnaderna små mellan scenarierna. Med intensivt utfodringsstrategi bestod det årliga foderintaget av 92 procent grovfoder (ensilage, bete, halm). Med extensivt utfodringsstrategi bestod det årliga foderintaget av 95 procent grovfoder (ensilage, bete, halm) (Figur 6). Dock varierade både antalet djur samt djurkategorier mellan de två scenarierna (Appendix; Tabell 6a).

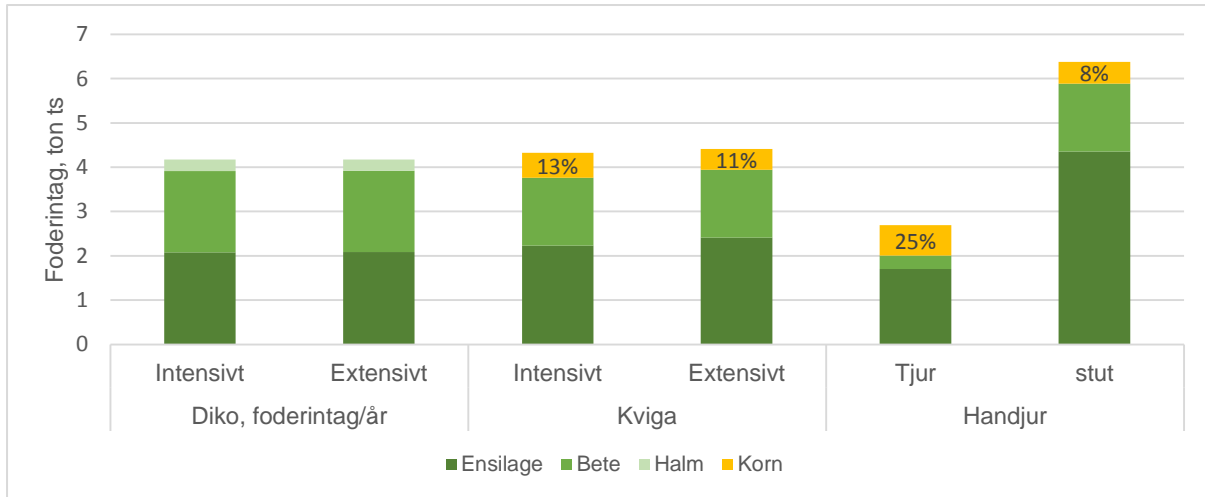
Det var små skillnader i foderintag och grovfodergiva för dikorna i de båda scenarierna. För kvigorna i det intensiva scenariot var foderintaget under en kvigas livstid 0,1 ton ts lägre än i det extensiva scenariot vidare skiljde sig grovfoderandelen med två procentenheter (Intensivt 87 procent; Extensivt 89 procent) (Figur 7).

Produktionsstrategierna som i huvudsak berörde uppfödning av handjur bidrog till större skillnader i foderintag och grovfodergiva. För uppfödning av en tjur (16 månader; 702 kg LV) krävdes ca 2,7 ton ts foder och bete där 75 procent var grovfoder. För uppfödning av en stut (24 månader; 745 kg LV)



Figur 6. Årligt foderintag samt procentuell fördelning av fodermedel.

krävdes däremot ca 6,4 ton ts foder och bete där 92 procent var grovfoder (Figur 7). Jämförelser av fodereffektiviteten visade att studiens tjurar behövde 4 kg ts foder och bete för 1 kg tillväxt medan stutarna behövde 9 kg ts foder och bete för 1 kg tillväxt. Detaljerade foderstater redovisas i Appendix (Tabell 12a-d).



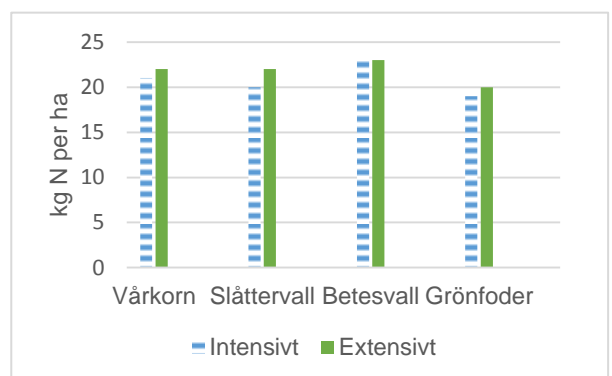
Figur 7. Foderintag från födsel till slakt (per år för dikorna).

### Växtodling- och betesstrategi

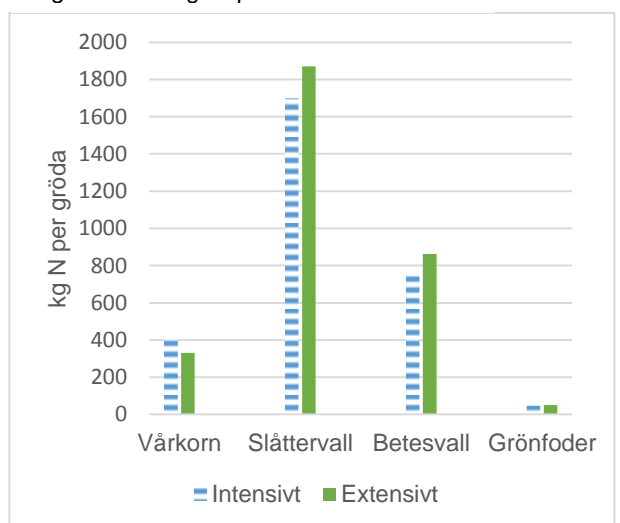
Betesarealen skilde sig med 5 ha mellan scenarierna (intensivt 32,5 ha; extensivt 37,5 ha), detsamma med odlingsarealen för vårkorn (intensivt 20 ha; extensivt 15 ha), (Appendix; Tabell 24 a, b). Vidare varierade överskott av ensilage mellan scenarierna. Överskott med intensiv produktionsstrategi var 119,2 ton ts ensilage, motsvarande ca 17 ha vall (7 ton ts per ha).

Överskott med extensiv produktionsstrategi var 88,3 ton ts ensilage, motsvarande ca 13 ha vall (7 ton ts per ha), (Appendix; Tabell 30).

Den producerade gödselmängden varierade något mellan scenarierna (Intensivt; 267 ton djupströgödsel, 1136 ton flytgödsel, 396 ton betesgödsel), (Extensivt; 245 ton djupströgödsel, 1124 ton flytgödsel, 420 ton betesgödsel), distributionen redovisas i Appendix (Tabell 24 a, b). Gödslingsplanen resulterade endast i små skillnader mellan scenarierna beträffande kvävegiva kg per ha (Figur 8). Även vid jämförelse av kvävegiva per gröda var skillnaderna relativt små. Kvävegivan i det extensiva scenariot var lägre för vårkorn, men högre för slåtter- och betesvall (Figur 9).



Figur 8. Kvävegiva per ha och år



Figur 9. Kvävegiva per gröda och år



Av gårdens 140 ha åkermark bestod 20 ha av mark med något högre mullhalt (16 procent) medan resterande odlingsareal hade 4 procent mullhalt. Marken hanterades lika i båda scenarierna. Vidare hade båda scenarierna 90 ha naturbete, utöver 140 ha odlingsmark. Även denna mark hanterades på samma sätt i båda scenarierna (Appendix; Tabell 26c).

## Diskussion

### Klimatavtryck

Resultaten visade att klimatavtrycket ökade när utfodrings- och produktionsintensiteten minskade samt att den huvudsakliga källan till utsläppen var fodersmältning. Varierande antal djur påverkar dock jämförelserna på gårdsnivå mellan de två scenarierna. Anledningen till att antalet djur varierade var att djurkategorierna anpassades för en verklig gård med begränsade djurplatser och installningsmöjligheter. Fler djur i det extensiva scenariot kan ha bidragit till missledande stora utsläpp i jämförelsen mellan scenarierna. Däremot kan fler dikor i det intensiva scenariot också bidragit till missledande stora utsläpp på grund av dikornas stora foderbehov. Därför hade utsläppsintensiteten i studien större relevans.

Utsläppsintensiteten var lägre i det intensiva scenariot jämfört med det extensiva scenariot. Den huvudsakliga skillnaden som påverkade utsläppsintensiteten var produktionsstrategin (längden på handjurens uppfödningstid). Utfodringsstrategierna innebar relativt hög andel grovfoder, mellan 70 – 90 procent av totalt ts intag vilket inte borde ha påverkat utsläppen från fodersmältningen i någon större omfattning (Danielsson, 2009). Stutarna krävde åtta extra månaders uppfödning med påföljande utsläpp jämfört med tjurarna. Ändå producerades näst intill likvärdig mängd kött per djur (Tjurar 702 kg LV; Stutar 745 kg LV).

Utsläppsintensiteten i det intensiva scenariot var likvärdigt med det svenska genomsnittet 19,8 kg CO<sub>2</sub>-ekv per kg nötkött (slaktvikt) enligt (Cederberg *et al.*, 2009), i det extensiva scenariot var utsläppsintensiteten något högre. Utsläppsintensiteterna i studien var även förenliga med liknande studier (Bonesmo *et al.*, 2013; Clarke *et al.*, 2013).

Det svenska genomsnittet i utsläppsintensitet baseras på att 15 procent av utsläppen som hör till mjölkproduktionen fördelas på nötköttsproduktionen eftersom kött även kommer från slaktade mjölkkor och överskott av mjölkkraskalvar. Ungefär 65 procent av det svenska nötköttet kom från mjölkproduktionen år 2005 (Cederberg *et al.*, 2009). Fördelningen av utsläppen på mjölk och kött innebär att utsläppsintensiteten för kött från mjölkproduktionen är lägre än för kött från specialiserad nötköttsproduktion och att det totala genomsnittet sänks. Andra studier förespråkar också uppfödning av mjölkkraskalvar i syfte att minska utsläppsintensiteten (Cederberg & Stadig, 2003).

Trots att köttet i den här studien kommer från specialiserad nötköttsproduktion är utsläppsintensiteten överraskande låg vilket berodde på ett flertal faktorer. Djurens långa betesperiod minskade behovet av skördat vallfoder, mineralgödsel användes inte och dieselanvändningen var låg. I studien inkluderades endast diesel som använts i växtodlingen (ca 60 L diesel i genomsnitt per ha). Cederberg *et al.* (2009) uppger att genomsnittet år 2007 var ca 118 L per ha. Enligt Cederberg *et al.* (2009) kan dieselanvändningen för skötsel av

nötkreatur uppskattas till ca 10 L per djur och år. En ökad dieselanvändning (10 L per djur och år) påverkar dock inte utsläppsintensiteten i denna studie.

Utsläppsintensiteten i denna studie var lägre än det globala genomsnittet. Låg utsläppsintensitet i industrialiserade länder kan förklaras med effektiv produktion, hög avkastning samt att djuren hålls i produktionssyfte. Vidare bidrar det tempererade klimatet i länder som Sverige till hög smältbarhet i fodret vilket minskar utsläppen från mikrobiell fermentering (Opio *et al.*, 2013).

Resultaten visade att den mikrobiella fermenteringen och bildandet av metan vid fodersmältningen utgjorde en stor del av de totala utsläppen. En skillnad mellan metan och koldioxid är att metan påverkar växthuseffekten 25 gånger mer över 100 år. Metan bryts dock ned till koldioxid och vattenånga efter 12 år i atmosfären medan koldioxiden finns kvar under mycket lång tid. Teoretiskt sett kan en balans mellan utsläpp och nedbrytning av metan uppnås. Men bland annat på grund av ett ökande antal stora idisslare sker metanutsläppen snabbare än nedbrytningen i atmosfären (Uppsalainitiativet, 2017).

Metoden som oftast används för beräkningar av uppvärmningspotentialen, GWP 100, betyder att uppvärmning av atmosfären beräknas över 100 år. Uppvärmning av atmosfären kan beräknas med andra tidsperspektiv och då ge andra resultat. I ett långsiktigt perspektiv är minskning av koldioxiden mest relevant eftersom den inte bryts ned på samma sätt som metan. Ur ett kortsiktigt perspektiv är det dock mer relevant att minska metanutsläppen på grund av den intensiva påverkan gasen har på växthuseffekten (Persson, 2017).

### **Förändringar av markkol**

För beräkningar och uppskattningar av kolförändring på mineraljord råder mycket stor osäkerhet på grund av flertalet varierande faktorer och resultaten ska tolkas med mycket stor försiktighet. Osäkerheten i resultatet beror på osäkerheter i mängden tillfört organiskt material i skörderester och gödsel samt temperatur och nederbörd (Andrén *et al.*, 2004). Faktorer som kan variera i stor grad från år till år på en gård.

Utsläppen från djurhållning och foderproduktion på gården uppgick årligen till 697 ton CO<sub>2</sub>-ekv och 805 ton CO<sub>2</sub>-ekv för intensiv respektive extensiv utfodrings- och produktionsstrategi (Figur 2). Till det kan koldioxidutsläpp från mulljordarna (144 ton CO<sub>2</sub> per år) adderas samt en årlig inlagring på 10 ton CO<sub>2</sub> på naturbetesmarkerna. De årliga nettoutsläppen uppgår då till 831 ton CO<sub>2</sub>-ekv per år och 939 ton CO<sub>2</sub>-ekv per år för intensiv respektive extensiv utfodrings- och produktionsstrategi. Den totala kapaciteten att lagra in kol i mineraljorden, det vill säga innan mineraljorden uppnår ett jämviktsläge och inte längre lagrar in kol, uppskattades till 3000 ton CO<sub>2</sub>-ekv och 5400 ton CO<sub>2</sub>-ekv för intensiv respektive extensiv utfodrings- och produktionsstrategi. Det framgår att kolinlagringen i mineraljorden bara kan kompensera för ca 4 år och 6 år årliga utsläpp för intensiv respektive extensiv utfodrings- och produktionsstrategi.

Även om det finns potential att binda kol i mineraljorden sker detta dock mycket långsamt när markens stadium närmar sig den maximala kapaciteten vid en typ av odlingsstrategi (Powlson *et al.*, 2011). Av de utsläpp som avgår från gården varje år binds därför troligen en mycket

liten andel i marken. Trots att potentialen minskar över tid är det ändå viktigt att behålla hög kolhalt. Om marken skulle börja brukas mer intensivt så avgår markkol och utsläppen från gården kan öka väsentligt.

Även gällande naturbetesmarkerna är osäkerheten i koldioxidbindning eller -avgång mycket stor. Karlton *et al.* (2010) uppskattar kolinlagringen på naturbetesmarker i Götalands skogsbygder till 30 kg C per ha. Dock redovisas en variation mellan -130 till +130 kg C per ha. Karlton *et al.* (2010) beskriver därför att naturbetesmarkernas biologiska mångfald är en viktigare faktor än dess kolinlagring.

## Utfodringsstrategi

Genom att basera studien på KRAV-certifierad produktion begränsades möjligheterna att maximera skillnader i utfodringsstrategi. I tillägg bidrog även ett flertal andra faktorer till minskade skillnader i utfodringsstrategi mellan de två scenarierna.

En av de faktorer som begränsade möjligheten att maximera grovfodergivan i det extensiva scenariot var ensilagens kvalitet. I denna studie innehöll första ensilageskörden högre halt NDF jämfört med andra skörden vilket innebär lägre smältbarhet (McDonald *et al.*, 2011). Hög andel NDF kan innebära svårigheter att tillgodose de yngsta djurens näringsbehov på grund av deras begränsade intagskapacitet (McDonald *et al.*, 2011). Med en riktigt bra första skörd av ensilage (11 MJ OE; 460 g NDF; 160 g råprotein, per kg ts) skulle kraftfodergivan till djuren som är yngre än 1 år i det extensiva scenariot eventuellt kunna minskas.

En faktor som påverkade möjligheten att maximera kraftfodergivan för kvigor över 1 år i det intensiva scenariot är risken för hög fettansättning vid energirika foderstater vilket bidrar till sämre köttkvalitet. Det kan dock argumenteras att rasen Simmental är gott anpassade till energirika foderstater (Jamieson, 2010).

På grund av att betesintaget inte kompletterades med spannmål för de växande djuren i det intensiva scenariot så var de genomsnittliga grovfodergivorna större jämfört med det minimum som uppges enligt KRAVs regler. Tjurarnas grovfodergiva på stall var 70 procent men med betesperioden inkluderad var genomsnittet 75 procent grovfoder. Kvigor i det intensiva scenariot hade en genomsnittlig stallfoderstat med 80 procent grovfoder men med betesperioden inkluderad var genomsnittet 87 procent.

En av studiens förutsättningar var att tjurarna uppnådde en tillväxt på 1,4 kg LV per dag. Tjurarnas foderstater på stall hade en fyllnadsbalans >100 procent under hela stallperioden vilket innebär att tjurarna enligt foderstatsberäkningen når en mättnad innan deras näringsbehov är tillgodosett (McDonald *et al.*, 2011). Det är därmed osäkert om det skulle gå att uppnå en så hög tillväxt med den planerade foderstaten (ensilageskörd 2 under första foderstatsperioden, ensilageskörd 1 under andra och tredje foderstatsperioden) (Appendix; Tabell 19a). En undersökning av den verkliga tillväxten skulle innebära genomgående förändringar i studiens beräkningar. Tillväxten på 1,4 kg LV per dag är däremot rimlig om tjurarna hade utfodrats med ensilageskörd 2 genom alla foderstatsperioder (1-3) (Appendix; Tabell 12c, alternativ 2). Det innebär dock omstrukturering i utfodringen till dikorna som utfodrades från plansilo. Skillnader i foderstater vid utfodring av ensilageskörd 1 och 2 till

dikor redovisas i Appendix (Tabell 12a). Omstruktureringen innebär större behov av halm (ca 3 ton) och balar (ca 5 st) vilket antas vara försumbart för klimatpåverkan. Omstruktureringen kan dock vara problematisk eftersom båda silorna hålls öppna under hela utfodringsperioden vilket innebär större risk för försämrad kvalitet och hygien i ensilaget samt stora förluster av torrsubstans på grund av oxidering (Johansson, 2013).

Fyllnadsbalansen påverkar även dikornas foderintag. Grovfoderandelen i foderstaten för de lågdräktiga dikorna samt vid starten av högdräktigheten var strax under 70 procent. Låg fyllnadsbalans i kombination med fri tillgång på grovfoder (KRAV, 2016) kan innebära att korna äter mer och blir feta. Fri tillgång till grovfoder med högt fyllnadsvärde och låg energihalt exempelvis halm, minskar dock risken för feta kor. Gård och Djurhälsan (2017) rekommenderar då tillräckligt antal ätplatser samt att gruppera korna beroende på rang. Om hög- och lågrankade kor utfodras tillsammans tenderar de lågrankade korna att föredra foder med lägre kvalitet framför konkurrens om foder med hög kvalitet (Rioja-Lang *et al.*, 2009) vilket kan bidra till feta högrankade kor och undernärda lågrankade kor.

### Växtodlings- och betesstrategi

Eftersom arbetet utfördes vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård och i samarbete med Institutionen för energi och teknik var rimlighetsbedömningarna av växtodlingen begränsade. Växtföljder och jordbearbetningstekniker baserades på gårdsinventeringen.

Gödselgivorna i studien skilde sig dock från inventeringen där vårkorn gödslades med 25 ton djupströgödsel samt 25 ton flytgödsel. Vallen på mineraljord gödslades med 30 ton flytgödsel, vall och grönfoder som odlades på mulljord gödslades med 20 ton flytgödsel under inventeringen. Vidare uppfylldes endast vårkornets behov av kväve enligt VERA's beräkningsmodeller. Studiens gödselgivor var lägre jämfört med inventeringen på grund av mindre mängd lagrad stallgödsel. Lägre gödselgivor kan bidra till att avkastningen från vallen möjligen kan ifrågasättas. Dock har ekologiskt odlad vall med mycket baljväxter potential att närma sig dessa nivåer även utan gödsling (Jordbruksverket, 2005). En känslighetsanalys av gödselgivorna i det intensiva scenariot utfördes i VERA. Den visade att en 10 procentig ökning eller minskning av gödselgivan (ton/ha) inte påverkade klimatavtrycket. I analysen inkluderades inte förändrad skördeavkastning, drivmedelsanvändning eller markkolsinlagring.

I de båda scenarierna skilde sig behovet av betesvall med 5 ha vilket delvis berodde på varierande antal djur men också på att stutarna i det extensiva scenariot krävde två betessäsonger medan tjurarna i det intensiva scenariot endast krävde en betessäsong. Behovet av spannmålsodling var 5 ha större i det intensiva scenariot, jämfört med det extensiva scenariot. Dessa variationer är relativt små och dess påverkan på biologisk mångfald är svårt att uppskatta eftersom betesvallar gynnar floran (Jordbruksverket, 2016b) medan spannmålsodlingar gynnar faunan (Wretenberg *et al.*, 2007). I båda scenarierna brukades också 90 ha naturbetesmark som betades likvärdigt. Därför uppskattades den biologiska mångfalden på naturbetesmarken vara oförändrad och oberoende av utfodrings- och produktionsstrategi. Nötkreaturs fördel som betesdjur jämfört med exempelvis häst och får är mindre selektivt betande och att de därmed också undanröjer sly och grova ogräs. Sambete

eller växelbete kan vara effektivt då djurslagen kompenserar för varandras betesvanor (Jordbruksverket, 2006; 2016c).

## Slutsats och reflektioner

Resultaten tyder på att intensiv utfodrings- och produktionsstrategi bidrar till lägre utsläpp av växthusgaser jämfört med extensivt. Den huvudsakliga faktorn är produktionsstrategin, alltså längden på handjurens uppfödningstid. Uppfödning av tjurar bidrar till lägre utsläpp än stutar. Den största källan till utsläpp av växthusgaser är metan från fodersmältningen. De årliga utsläppen i förhållande till inlagringspotential av kol i marken är lägre med extensiv utfodrings- och produktionsstrategi.

I syfte att minska utsläpp av växthusgaser rekommenderas intensiv utfodrings- och produktionsstrategi trots något lägre kolinlagringspotential. Intensiv utfodrings- och produktionsstrategi innebär att fodersmältningen utgör en mindre andel av de totala utsläppen jämfört med extensiv utfodrings- och produktionsstrategi. Därmed finns det större möjligheter att reducera de totala utsläppen med förbättrade tekniska hjälpmedel samt andra gödslings- och odlingsstrategier.

I arbetet har scenarierna definierats som intensivt och extensivt även om skillnaderna är relativt små. Ur ett svenskt perspektiv är de båda scenarierna relativt extensiva då produktionen är KRAV-certifierad med dikor. Däremot är scenarierna relativt intensiva ur ett internationellt perspektiv.

Inlagring av markkol på naturbetes- och åkermarkerna visade sig vara mindre relevant för att kompensera utsläppen av växthusgaser och mulljordarna hade stor inverkan på utsläppen. Betande nötkreatur har dock en viktig roll för biologisk mångfald vilket kan väga upp för utsläpp av växthusgaser. Naturbetesmarker bevaras och djurhållningen bidrar till varierande växtodling (både spannmål och vall). Idisslare har också en viktig roll som förädlare av resurser som inte kan användas för humankonsumtion, framför allt på områden med begränsade odlingsmöjligheter. Nötkreaturens fördel som betesdjur jämfört med häst och får är att de betar mindre selektivt.

Aspekter som inte bearbetats i studien bör dock betraktas t.ex. hantering och risker vid hållning av tjurar.

## Referenser

- Allard, V., Soussana, J., Falcimagne, R., Berbigier, P., Bonnefond, J.M., Ceschia, E., D'hour, P., Hénault, C., Laville, P., Martin, C. & Pinarès-Patino, C. (2007). The role of grazing management for the net biome productivity and greenhouse gas budget (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub>) of semi-natural grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 121(1-2), ss. 47–58. DOI: 10.1016/j.agee.2006.12.004. [2016-10-11]
- Ammann, C., Spirig, C., Leifeld, J. & Neftel, A. (2009). Assessment of the nitrogen and carbon budget of two managed temperate grassland fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 133(3-4), ss. 150–162. DOI: 10.1016/j.agee.2009.05.006. [2016-10-11]
- Andrée, I., Pelve, M., Back, J., Wahlstedt, E., Glimskär, A. & Spörndly, E. (2011). *Naturbetets näringsinnehåll och avkastning i relation till nötkreaturens val av plats vid bete, vila, gödsling och urinering* (Institutionen för husdjurens utfodring och vård: 278). Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet  
[http://pub.epsilon.slu.se/8421/1/andree\\_1\\_etal\\_111208.pdf](http://pub.epsilon.slu.se/8421/1/andree_1_etal_111208.pdf) [2017-05-30]
- Andrén, O., Kätterer, T. & Karlsson, T. (2004). ICBM regional model for estimations of dynamics of agricultural soil carbon pool. *Nutrient cycling in agroecosystems*, 70(2), ss. 231-239. DOI: 10.1023/b:fres.0000048471.59164.ff [2017-05-30]
- Arvidsson, J., Hillerström, O., Magnusson, M., Eriksson, D. & Keller, T. (2010). *Dragkraftsbehov och maskinkostnad för olika redskap och bearbetningssystem*. (Rapporter från jordbearbetningen 117:2010, Institutionen för mark och miljö). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet  
[.http://pub.epsilon.slu.se/5437/1/arvidsson\\_j\\_etal\\_101027.pdf](http://pub.epsilon.slu.se/5437/1/arvidsson_j_etal_101027.pdf) [2016-11-09]
- Berglund, M. (2015). *Manual som beskriver klimatkollen – klimatberäkningar i VERA*. Alnarp: Greppa näringen. [2017-01-12]
- Berglund, Ö. (2011) *Greenhouse gas emissions from cultivated peat soils in Sweden*. (Diss. Institutionen för mark och miljö), Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.  
[http://pub.epsilon.slu.se/2445/1/berglund\\_o\\_110228.pdf](http://pub.epsilon.slu.se/2445/1/berglund_o_110228.pdf) [2016-11-01]
- Bonesmo, H., Beauchemin, K. A. Harstad, O. M. & Skjelvåg, A. O. (2013). Greenhouse gas emission intensities of grass silage based dairy and beef production: A systems analysis of Norwegian farms. *Livestock Science*, 152(2-3), ss 239-252. DOI: 10.1016/j.livsci.2012.12.016 [2017-05-30]
- Cederberg, C., Landquist, B. & Berglund, M. (2012). *Potentialer för jordbruket som kolsänka* (Rapport 850:2012). Uppsala: Institutet för Livsmedel och Bioteknik (SIK). <http://ri.diva-portal.org/smash/get/diva2:944136/FULLTEXT01.pdf> [2016-10-21]
- Cederberg, C., Sonesson, S., Henriksson, M., Sund, V. & Davis, J. (2009). *Greenhouse gas emissions from Swedish production of meat, milk and eggs 1990 and 2005* (Rapport 793:2009). Uppsala: Institutet för Livsmedel och Bioteknik (SIK). <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:943352/FULLTEXT01.pdf> [2016-09-15]
- Cederberg, C. & Stadig, M. (2003). System expansion and allocation in life cycle assessment of milk and beef production. *The international journal of life cycle assessment*, 8(6), ss. 350-356. DOI: 10.1007/bf02978508 [2017-05-30]
- Chadwick, D. (2005). Emissions of ammonia, nitrous oxide and methane from cattle manure heaps: Effect of compaction and covering. *Atmospheric Environment*, 39(4), ss. 787–799. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2004.10.012. [2017-01-02]
- Chapman, S. J. & Thurlow, M. (1996). The influence of climate on CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> emissions from organic soils. *Agricultural and Forest Meteorology*, 79, ss. 205-217. [http://ac.els-cdn.com/016819239502283X/1-s2.0-016819239502283X-main.pdf?\\_tid=8dc9b2b6-9fa8-11e6-8e22-00000aab0f6b&acdnat=1477945876\\_49dbba26a57e6eac3902bc90d285984](http://ac.els-cdn.com/016819239502283X/1-s2.0-016819239502283X-main.pdf?_tid=8dc9b2b6-9fa8-11e6-8e22-00000aab0f6b&acdnat=1477945876_49dbba26a57e6eac3902bc90d285984) [2016-10-21]

- Clarke, A. M., Brennan, P. & Crosson, P. (2013). Life-cycle assessment of intensity of production on the greenhouse gas emissions and economics of grass-based suckler beef production systems. *The journal of agricultural science*, 151(05), ss. 741-726. DOI: 10.1017/s0021859613000312 [2017-05-30]
- Danielsson, R. (2009). Metanproduktion hos mjölkkor utfodrade med hög andel grovfoder. Masteruppsats E-nivå. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Delbetänkande av Miljömålsberedningen (2016). *En klimat- och luftvårdsstrategi för Sverige, Del 1* (SOU 2016:47). Stockholm: Miljömålsberedningen.  
<http://www.regeringen.se/contentassets/01cd0e73c9b446a5937a43a347a911b1/en-klimat--och-luftvardsstrategi-for-sverige-sou-201647> [2016-09-13]
- Flysjö, A., Cederberg, C. & Strid, I. (2008). *LCA-Databas för konventionella fodermedel – miljöpåverkan i samband med produktion* (Rapport 772:2008). Uppsala: Institutet för Livsmedel och Bioteknik (SIK).  
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:943277/FULLTEXT01.pdf> [2017-01-03]
- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat – Odling av åker- och trädgårdsgrödor*. Lund: Studentlitteratur.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falucci, A. & Tempio, G. (2013). *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/3/i3437e.pdf> [2016-09-13]
- Goss, M.J., Howse, K.R., Lane, P.W., Christian, D.G. & Harris, G.L. (1993). Losses of nitrate-nitrogen in water draining from under autumn-sown crops established by direct drilling or mouldboard ploughing. *Journal of Soil Science*, 44(1), ss. 35–48. DOI: 10.1111/j.1365-2389.1993.tb00432.x. [2016-11-09]
- Gård och Djurhälsan (2017). *Så klarar du foderbrist*. Uppsala: Gård och Djurhälsan.  
<http://www.gardochdjurhalsan.se/sv/not/kunskapsbank/utfodring/foderplanering/sa-klarar-du-foderbrist> [2017-05-30]
- Gård och Djurhälsan. (2016). *Fodermedel till köttdjur*. Uppsala: Gård och Djurhälsan.  
[http://www.gardochdjurhalsan.se/upload/documents/Dokument/Startsida\\_Not/Kunskapsbank/Utfodring/Fodermedel\\_till\\_kottedjur\\_-\\_i\\_GD-mall.pdf](http://www.gardochdjurhalsan.se/upload/documents/Dokument/Startsida_Not/Kunskapsbank/Utfodring/Fodermedel_till_kottedjur_-_i_GD-mall.pdf) [2016-10-05]
- Harper, L.A., Denmead, O.T., Freney, J.R. & Byers, F.M. (1999). Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 77(6), ss. 1392-1401. DOI: 10.2527/1999.7761392x. [2016-10-20]
- Hautier, Y., Niklaus, P.A. & Hector, A. (2009). Competition for light causes plant Biodiversity loss after Eutrophication. *Science*, 324(5927), ss. 636–638. DOI: 10.1126/science.1169640. [2016-10-11]
- Hushållningssällskapet (2016). *Grovfoderverktyget*. [http://grovfoderverktyget.se/raknehjalpen/lagring/Vilken densitet blir det](http://grovfoderverktyget.se/raknehjalpen/lagring/Vilken%20densitet%20blir%20det). [2017-01-23]
- IPCC (Intergovernmental panel on climate change). (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. (Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change). Genève, Schweiz: IPCC
- IPCC (Intergovernmental panel on climate change). (2006). *Guidelines for national greenhouse gas inventories*. (Volym 4: Agriculture, forestry and other land use, kap 10). Genève, Schweiz: IPCC
- Jamieson, A. (2010). *Nötkött*. Stockholm: Natur & kultur.

- Johansson, S. (2013). *Från fält till mule*. (Kapitel 2 – Lagring & hantering av ensilage). Uppsala: Gård och Djurhälsan.  
[http://www.gardochdjurhalsan.se/upload/documents/Dokument/Startsida\\_Not/Kunskapsbank/Utfodring/Falt\\_till\\_mule\\_2\\_Lagring\\_hantering\\_av\\_ensilage.pdf](http://www.gardochdjurhalsan.se/upload/documents/Dokument/Startsida_Not/Kunskapsbank/Utfodring/Falt_till_mule_2_Lagring_hantering_av_ensilage.pdf) [2017-01-20]
- Jordartsnomenklatur (1953). Regler utarbetade av representanter för Kungliga Skogshögskolan (O. Tamm), Statens geotekniska institut (W. Kjellman, B. Jakobson), Statens väginstitut (N. von Matern, F. Rengmark, N. Odemark) och Sveriges geologiska undersökning (G. Ekström, E. Fromm, B. Järnefors). *Mimeo*.
- Jordbruksverket (2016a). *Beräkningsverktyget VERA*.  
[http://www.jordbruksverket.se/odling/vaxtnaring/berakningsverktyget\\_VERA](http://www.jordbruksverket.se/odling/vaxtnaring/berakningsverktyget_VERA) [2017-01-13]
- Jordbruksverket (2016b). *Naturbetesmarker – en resurs för dikalvproduktionen* (jordbruksinformation 7-2016). Jönköping: Jordbruksverket. <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo167.html> [2016-10-05]
- Jordbruksverket (2016c). *Naturbetesmarker – en resurs i vår hästhållning* (Rapport 2016:9). Jönköping: Jordbruksverket. <http://www.hastverige.se/Filer/Naturbetesmarker%20-%20hast.pdf> [2017-06-12]
- Jordbruksverket (2010). *Reducerad jordbearbetning på rätt sätt – en vinst för miljön* (Rapport 2010:36). Jönköping: Jordbruksverket.  
<http://www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/upphandling/hallbarhet/reducerad-jordbearbetning-pa-ratt-satt-jordbruksverket-2010.pdf> [2016-11-08]
- Jordbruksverket (2006). *Får på bete* (Rapport 2006:12). Jönköping: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket (2005). *Växtnäringsförsörjning inom ekologiska produktionsformer*. (Rapport 2005:13). Jönköping: Jordbruksverket. [www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_rapporter/ra05\\_13.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra05_13.pdf) [2017-06-12]
- Karltun, E., Jacobson, A. & Lennartsson, T. (2010). *Inlagring av kol i betesmark* (Rapport 2010:25). Jönköping: Jordbruksverket. <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/inlagring-av-kol-i-betesmark.html> [2016-10-10]
- KRAV (2016). *Regler för KRAV-certifierad produktion*. (Utgåva 2016). Uppsala: KRAV.  
<http://www.krav.se/sites/default/files/kravs-regler-2016-webb.pdf> [2016-09-15]
- Kätterer, T., Andersson, L., Andren, 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, ss. 145-155.  
[http://pub.epsilon.slu.se/3434/1/Katterer\\_etal\\_20081125.pdf](http://pub.epsilon.slu.se/3434/1/Katterer_etal_20081125.pdf) [2016-10-11]
- Lannhard Öberg, Å. (2016). *Marknadsrapport nötkött – utvecklingen fram till 2016*. Jönköping: Jordbruksverket – enheten för handel och marknad.  
<http://www.jordbruksverket.se/download/18.798f6d8e153b8fd9951b523c/1459233212492/Marknadsrapport+n%C3%B6tk%C3%B6tt+2016-03-16.pdf> [2016-10-31]
- Luoto, M., Rekolainen, S., Aakkula, J. & Pykälä, J. (2003). Loss of plant species richness and habitat Connectivity in Grasslands associated with agricultural change in Finland. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 32(7), ss. 447-452. DOI: 10.1639/0044-7447(2003)032[0447:lopsra]2.0.co;2. [2016-10-11]
- Makkar, H.P.S. & Beever, D. (2013). *Optimization of feed use efficiency in ruminant production systems*. Proceedings of the FAO Symposium, 27 November 2012, Bangkok, Thailand. FAO Animal Production and



- Health Proceedings, No. 16. Rome, FAO and Asian-Australasian Association of Animal Production Societies. <http://www.fao.org/3/a-i3331e.pdf> [2017-04-19]
- Maljanen, M., Hytönen, J., Mäkiranta, P., Alm, J., Minkkinen, K., Laine, J. & Martikainen, P. J. 2007. Greenhouse gas emissions from cultivated and abandoned organic croplands in Finland. *Boreal Environment Research*. 12, ss. 133-140. <http://www.borenv.net/BER/pdfs/ber12/ber12-133.pdf> [2016-10-21]
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition*. 7. uppl., Harlow: Pearson Education Limited.
- Metz, B., Davidson, O. R., Bosch, P. R., Dave, R. & Meyer, L. A. (2007). *Climate Change 2007: Mitigation*. (Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC). Cambridge, United Kingdom and New York: Cambridge University Press, IPCC. [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4\\_wg3\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4_wg3_full_report.pdf) [2016-09-13]
- Moss, A. R., Jonuay, J-P. & Newbold, J. (2000). Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. *Annales de Zootechnie*, 49(3), ss. 231-253. <http://animres.edpsciences.org/articles/animres/pdf/2000/03/z0305.pdf> [2017-04-19]
- Naturvårdsverket (2017). *Organiskt kol i åkermarker*. Stockholm: Naturvårdsverket. <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljoovervakning/Bedomningsgrunder/Odlingslandskap/Akermarkens-kvalitet/Organiskt-kol> [2017-05-31]
- Naturvårdsverket (2016). *National inventory report Sweden 2016*. (Greenhouse Gas Emission inventory 1990-2014, Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate change and the Kyoto Protocol). Stockholm: Naturvårdsverket. [https://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/statistik-a-till-o/vaxthusgaser/2015/national-inventory-report-nir\\_rapporterad-till-unfccc-160415.pdf](https://www.naturvardsverket.se/upload/sa-mar-miljon/statistik-a-till-o/vaxthusgaser/2015/national-inventory-report-nir_rapporterad-till-unfccc-160415.pdf) [2016-09-15]
- Nielsen N.I. & Volden, H. 2011. Animal requirements and recommendations. In: NorFor – The Nordic feed evaluation system EAAP publication No 130. Ed. Volden, H. pp 85-113
- NRC – National research council. (1996). *Nutrient requirements of beef cattle*. 7. uppl., Washington, D.C: National Academies Press
- Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. & Steinfeld, H. (2013). *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/docrep/018/i3461e/i3461e.pdf> [2016-09-13]
- Persson, M. (2017). *Livestock's carbon footprint & the importance of comparing greenhouse gases*. Knowledge for better food systems. <http://www.fcrn.org.uk/fcrn-blogs/umpersson/livestock%E2%80%99s-carbon-footprint-importance-comparing-greenhouse-gases> [2017-05-31]
- Powlson, D. S., Whitmore, A. P. & Goulding, K. W. T. (2011). Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false. *European journal of soil science* 62(1), ss. 42-55. DOI: 10.1111/j.1365-2389.2010.01342.x [2017-05-30]
- Rioja-Lang, F. C., Roberts, D. J., Healy, S. D., Lawrence, A. B. & Haskell, M. J. (2009). Dairy cows trade-off feed quality with proximity to a dominant individual in Y-maze choice tests. *Applied animal behaviour science*, 117(3-4), ss. 159-164. DOI: 10.1016/j.applanim.2008.12.003 [2017-05-30]

- Rodhe, L., Ascue, J., Tersmeden, M., Willén, A., Nordberg, Å., Salomon, E., & Sundberg, M. (2013). *Växthusgaser från rötad och örötad nötflytgödsel vid lagring och efter spridning – samt bestämning av ammoniakavgång och skörd i vårkorn*. (Rapport 413). Uppsala: Lantbruk & Industri, Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI). <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:959451/FULLTEXT01.pdf> [2016-10-25]
- Rodhe, L., Baky, A., Olsson, J & Nordberg, Å. (2012). *Växthusgaser från stallgödsel – Litteraturgenomgång och modellberäkningar*. (Rapport 402). Uppsala: Lantbruk & Industri, Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI). <http://www.jti.se/uploads/jti/R-402%20LR%20m.fl.pdf> [2016-12-27]
- Rodhe, L., Ascue, J., Tersmeden, M., Ringmar, A. & Nordberg, Å. (2008). *Växthusgasemissioner från lager med nötflytgödsel – Förhållanden i gårdsbehållare, metodikutveckling av gasmätning samt bestämning av emissioner från nötflytgödsel*. (Rapport 370). Uppsala: Lantbruk & Industri, Institutet för jordbruks- och miljöteknik (JTI). <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:959494/FULLTEXT01.pdf> [2016-10-26]
- Röös, E., Sundberg, C., Salomon, E. & Wivstad, M. (2013). *Ekologisk produktion och klimatpåverkan – En sammanställning av kunskapsläge och framtida forskningsbehov* (EPOK – Centrum för ekologisk produktion och konsumtion). Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. <http://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/epok/dokument/eko-prod-o-klimatp-webb.pdf> [2017-05-30]
- Seeman, A., & Stenberg, H. (u. å.). *Gårdsanpassad kalvningstidpunkt*. Uppsala: Gård och Djurhälsan. [2016-10-05]
- Sommer, S.G., Olsen, J.E., Petersen, S.O., Weisbjerg, M.R., Valli, L., Rodhe, L. & Beline, F. (2009). Region-specific assessment of greenhouse gas mitigation with different manure management strategies in four agroecological zones. *Global Change Biology*, 15(12), ss 2825–2837. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2009.01888.x. [2017-01-02]
- Spörndly, R. (2003). *Fodertabeller för idisslare*. (Rapport 257. Institutionen för husdjurens utfodring och vård), Uppsala. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Steinfeld, H., Gerber, P. J., Wassenaar, T., Castel, V., Rosals, M. & de Haan, C. (2006). *Livestocks' long shadow – Environmental issues and options*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e.pdf> [2016-09-13]
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T. & Gustafson, A. (1999). Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil and Tillage Research*, 50(2), ss. 115–125. DOI: 10.1016/s0167-1987(98)00197-4. [2016-11-09]
- Svenskt kött (2017). *Omräkning från levande vikt till konsumtion*. Stockholm: Svenskt kött. <http://www.svenskott.se/om-kott/statistik/hur-mycket-kott-ater-vi/kottkonsumtion> [2017-05-31]
- Thorman, R.E., Chadwick, D.R., Harrison, R., Boyles, L.O. & Matthews, R. (2007). The effect on N<sub>2</sub>O emissions of storage conditions and rapid incorporation of pig and cattle farmyard manure into tillage land. *Biosystems Engineering*, 97(4), ss. 501–511. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2007.03.039. [2017-01-02]
- Van den Putte, A., Govers, G., Diels, J., Gillijns, K. & Demuzere, M. (2010). Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *European Journal of Agronomy*, 33(3), ss. 231–241. DOI: 10.1016/j.eja.2010.05.008. [2016-11-09]
- Växa Sverige (2016a). *Slaktrésultat 2016, statistik KAP kokontroll 2004 – 2015*. Uppsala: Växa Sverige. [2016-10-04]
- Växa Sverige (2016b). *Husdjurstatistik 2016*. Uppsala: Växa Sverige. [2016-10-05]

Wretenberg, J., Lindström, Å., Svensson, S. and Pärt, T. (2007). Linking agricultural policies to population trends of Swedish farmland birds in different agricultural regions. *Journal of Applied Ecology*, 44(5), ss. 933–941. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2007.01349.x. [2016-11-06]

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change. (2016). *Background on the UNFCCC: The international response to climate change*. Bonn: UNFCCC. [http://newsroom.unfccc.int/UNFCCC Process and Meetings/PROCESS: Essential Background](http://newsroom.unfccc.int/UNFCCC%20Process%20and%20Meetings/PROCESS%20Essential%20Background) [2016-09-13]

Uppsalainitiativet (2017). *Kor I kretslopp*. <http://uppsalainitiativet.blogspot.se/2015/11/kor-i-kretslopp.html> . [2017-05-31]

## Appendix

Tabell 1. Förkortningar

Förkortning	Förklaring	Förkortning	Förklaring
LV	Levandevikt	Ts halt	Andel torrsubstans i foder
OE	<b>Omsättbar energi</b> (Energibehovet som kvarstår efter förluster via träck och urin)	Råprot.	Råprotein
NE	<b>Netto energi</b> (Energibehovet som svarstår efter förluster via träck, urin och värme)	PBV	Proteinbalans i våmmen
NDF	<b>Neutral detergent fiber</b> , de huvudsakliga strukturella kolhydraterna lignin, hemicellulosa och cellulosa (ej pektin)	AAT	Aminosyror absorberade i tunntarmen
F1, F2, F3	Foderstat 1, 2, 3		

## Bakgrund

Tabell 2-5 är gemensamma för det intensiva och extensiva scenariot

Tabell 2. Inventering: bakgrundsbeskrivning indata VERA

Län	Jönköping
Kommun	Tranås
Nitratkänsligt område	Hög skyddszon
Inom vattenskyddszon	Nej
Åkerareal, ha	140
Areal ogödslat Naturbete, ha	90
Växtodling, % ekologisk	100
Djurhållning, % ekologisk	100

Tabell 3: Lagring av ensilage, indata VERA

Ensilagemängd i silo (ton/år)	280 <sup>1</sup>
Ts halt vid inläggning (%)	35 <sup>2</sup>
Råproteinhalt (% av ts)	15 <sup>3</sup>
Andel pressvatten som samlas i urinbrunn (%)	0
Andel pressvatten som samlas i flytgödselbehållare (%)	80

- Egen beräkning.  
 $280 \text{ ton ts i silo} = 1400 \text{ m}^3 \times 0,2 \text{ ton ts/ m}^3$   
 Volym:  $1400 \text{ m}^3 = 700 \text{ m}^3 \times 2 \text{ silo (inventering)}$   
 Densitet:  $0,2 \text{ ton ts/m}^3$  (Hushållningssällskapet, 2016)  
*Inställningar i grovfoderverktyget*  
 Höjd, vägg och gräs, plansilo, m: 3  
 Inlastningshastighet, ton grm/tim: 100  
 Ts-halt, %: 35  
 Tjocklek på packade lager, cm: 15  
 Packningstraktor, antal: 4  
 Packningstraktorer, vikt, ton: 10
- Generell ts – halt, medelvärde för blandvall 10,5 MJ (Spörndly, 2003).
- Genomsnitt för halt råprotein i skörd 1 och 2 baserat på foderanalysen från gårdsinventeringen.

Tabell 4. Inventering: Gödselhantering, lagringskapacitet, täckning, lagringsteknik, vattentillskott, indata VERA

Behållarens medeldjup, m	3
Lagringskapacitet, gödselplatta, m <sup>2</sup>	200
Lagringskapacitet, flytgödsel, m <sup>3</sup>	2400
Lagringskapacitet, urinbrunn, m <sup>3</sup>	0
Lagringshöjd, gödselplatta, m	1
Outnyttjad behållarvolym, flytgödsel, %	0
Outnyttjad behållarvolym, urin, %	0
Täckning, svämtäcke, %	100
Påfyllning under täckning, %	100
Tak över fastgödsel, % av platta	0
Urin som lagras med flytgödsel, %	100
Utgödslingsintervall för djupströbädd, mån	12
Övriga hårdgjorda ytor, vatten leds till gödselbrunn, m <sup>2</sup>	0
Övriga hårdgjorda ytor, vatten leds till urinbrunn, m <sup>2</sup>	0
Extra vatten till flytgödseln, %	0

## Besättningen

Tabell 5. Prioriteringar vid fördelning av djur på byggnader

Djurgrupp	Prioriteringar vid fördelning av djur på byggnader
Dikor	Tillgång till djupströbädd
Tjurar	Prio 1. Kort avstånd till gården Separat stall Tillgång till mixer och fodervagn
Djur < 1år	Prio 2. Kort avstånd till gården Tillgång till mixer och fodervagn
Alla	Djur inom en djurgrupp har prioriterats att inte fördelas på olika utfodringssystem, med undantag för dikor i det intensiva scenariot.

Tabell 6a. Underlag för utfodring och indata VERA: stallbeskrivning och antal djur i respektive stallar<sup>1</sup>

	Gamla mjölkstallet		Nybyggt stall <sup>2</sup>		Extrastall på gården		Stall, andra sidan sjön	
Djurplatser	75		75		25		125	
Scenario	<b>Intensivt</b>	Extensivt	<b>Intensivt</b>	Extensivt	<b>Intensivt</b>	Extensivt	<b>Intensivt</b>	Extensivt
Dikor	-	-	75	75	25	15	-	-
Kvigor <1år	-	45	-	-	-	-	50	-
Kvigor >1år	-	-	-	-	-	-	50	45
Tjurar	50	-	-	-	-	-	-	-
Stutar <1år	-	20	-	-	-	-	-	25
Stutar >1år	-	-	-	-	-	-	-	45
Tomma platser	25	10	-	-	-	10	25	10
Utfodring	Rivarbord, mixer, fodervagn		Rivarbord, mixer, fodervagn		Balutfodring, manuellt		Balutfodring, manuellt	
Gödselsystem	Flytgödsel		Djupströ		Djupströ		Flytgödsel	

1. Intensivt  $\Sigma$ djur = 250  
Extensivt  $\Sigma$ djur = 270

2. Nybyggt stall endast i planeringsstadium, avsett för ca 70 dikor på djupströbädd, inklusive kalvgömma.

Tabell 6b. *Belagda djurplatser anpassat till indata VERA<sup>1</sup>*

Djurkategori	Djupströgödsel, antal		Flytgödsel, antal		Stallperiod, månader
	Intensivt	Extensivt	Intensivt	Extensivt	
Dikor <sup>2</sup>	73	67	-	-	6
Dräktiga kvigor <sup>3</sup>	-	-	12	11	6
Kvigor köttras <sup>4</sup>	-	-	87	78	7
Handjur <sup>5</sup>	-	-	67	90	7

- Beräkning enligt Berglund (2011), antal djurplatser:  
 $\text{Antal djurplatser} = \text{antal utgående djur/år} * (x, \text{månader vid försäljning} - y, \text{månader vid insättning}) / 12$
- Dikor:** Slaktålder = 87,4 månader → rekryteringsgrad = 14% (Växa Sverige, 2016b).  

Intensivt	Extensivt
14 slaktade dikor/år = 100 dikor x 14%;	13 slaktade dikor/år = 90 dikor x 14%
Djurplatser: 73 = 14 x (87,4 - 25) / 12	Djurplatser: 67 = 13 x (87,4 - 25) / 12
- Dräktiga kvigor:** Inseminering 15 mån, kalvning 25 mån.  

Intensivt	Extensivt
Rekryteringskvigor: 14	Rekryteringskvigor: 13
Djurplatser: 12 = 14 x (25 - 15) / 12	Djurplatser: 11 = 13 x (25 - 15) / 12
- Kvigor köttras**  

Intensivt	Extensivt
Antal slaktade kvigor/år: 36 = 50 kvigor > 1 år - 14 rekryteringskvigor	Antal slaktade kvigor/år: 32 = 45 kvigor > 1 år - 13 rekryteringskvigor
Djurplatser, kvigor köttras: 69 = 36 x (23 - 0) / 12	Djurplatser, kvigor köttras: 62 = 32 x (23 - 0) / 12
Djurplatser, kvigor fram till dräktighet: 18 = 14 x (15 - 0) / 12	Djurplatser, kvigor fram till dräktighet: 16 = 13 x (15 - 0) / 12
Djurplatser, kvigor köttras, totalt: 87 = 69 + 18	Djurplatser, kvigor köttras, totalt: 78 = 62 + 16
- Handjur**  

Intensivt, Tjurar	Extensivt, Stutar
Djurplatser: 67 = 50 x (16 - 0) / 12	Djurplatser: 90 = 45 x (24 - 0) / 12

Tabell 7: *Djurhållning, speciella indata VERA*

Samtliga djur	Andel tung ras, %	100	
	Andel djur i lösdrift, %	100	
	Andel ekologisk produktion, %	100	
	Råprotein %	15 <sup>1</sup>	
	Överutfodring %	10 <sup>2</sup>	
	Vikt vid 3 månader (kvigor köttras, tjurar, stutar)	130 <sup>4</sup>	
Dikor	Andel som kalvar i februari, %	34 <sup>3</sup>	
	Genomsnittsvikt, kg	760	
	Grovfoderandel %	100 <sup>4</sup>	
	Mjölkavkastning per laktation	1200	
	Antal födda kalvar per år	1	
	Antal avvanda kalvar per år (6 mån)	1	
Dräktiga kvigor	Ålder vid insättning/inseminering, månader	15	
	Ålder vid inkalvning, månader	25	
	Vikt vid insättning, kg	500 <sup>4</sup>	
	Vikt vid inkalvning, kg	700 <sup>4</sup>	
	Grovfoderandel %	Int:87	Ext:89 <sup>4</sup>
Kvigor, köttras	Ålder vid insättning, månader	0	
	Ålder vid försäljning, månader	23	
	Vikt vid försäljning, kg	673 <sup>4</sup>	
	Grovfoderandel %	Int:87	Ext:89 <sup>4</sup>
Tjurar, köttras	Ålder vid insättning, månader	0	
	Ålder vid försäljning, månader	16	
	Vikt vid försäljning, kg	702 <sup>4</sup>	
	Grovfoderandel %	75 <sup>4</sup>	
Stutar	Ålder vid insättning, månader	0	
	Ålder vid försäljning, månader	24	
	Vikt vid försäljning, kg	745 <sup>4</sup>	
	Grovfoderandel %	92 <sup>4</sup>	

1. Hämtat från inventeringens foderanalyser
2. Uppskattat av VERA
3. Kalvning sker över tre månader (Jan – Mars)
4. Egna beräkningar och uppskattningar



## Underlag för näringsbehov

Tabell 8. Underlag för näringsbehov; 200- dagarsvikter

Djurkategori	200- dagars vikt, kg LV	Referens
Tjur	346	(Växa Sverige, 2016b)
Kviga	309	(Växa Sverige, 2016b)
Stut	330 <sup>1</sup>	Egna beräkningar

1. Medelvärde av 200- dagarsvikt för kvigor och tjurar.  
 $330 = (346 + 309) / 2$

Tabell 9. Underlag för näringsbehov, tillväxthastigheter

Djurkategori	Stall, Kg LV/dag (Jamieson, 2010; Lindahl, 2012)	Bete, Kg LV/dag (Jamieson, 2010; Lindahl, 2012)
Tjur	1,4	-
Kviga	0,85	0,65
Stut	0,9	0,7 <sup>1</sup>

1. Antar samma tillväxtminskning som för kvigor på bete = -0,2 kg/dag jämfört med tillväxt på stall

Tabell 10. Underlag för näringsbehov; födelsevikt, tillväxt, slaktålder och levandevikt (LV) vid slakt

Djurkategori	Födelsevikt, kg (Växa Sverige, 2016a)	Slaktålder, mån (Växa Sverige, 2016a)	kg LV vid slakt Egna beräkningar <sup>1</sup>	Tillväxt, kg LV <sup>2</sup>
Diko	-	87,4	760	-
Tjur	45	16	702	657 <sup>3</sup>
Kviga	-	23	673	-
Stut	41	24	745	704 <sup>4</sup>

1. Beräkningar  
 Diko: Slaktvikt, 762 kg LV = 381 kg slaktvikt (Växa Sverige, 2016a) / 50 % slaktutbyte (Svenskt kött, 2017)  
 Tjur, kg LV:  
 1 okt – 1 jan: (346 – 472): 472 = 346 (200-dagarsvikt) + (1,4 tillväxt/dag x 90 dagar)  
 1 jan – 1 april: (472 – 598): 598 = 472 + (1,4 tillväxt/dag x 90 dagar)  
 1 april – 15 juni: (598 – 702): 702 = 598 + (1,4 tillväxt/dag x 74 dagar)  
 Kviga, kg LV:  
 1 okt – 1 maj: (309 – 488): 488 = 309 (200-dagarsvikt) + (0,85 tillväxt/dag x 210 dagar)  
 1 maj – 1 okt: (488 – 585): 585 = 488 + (0,65 tillväxt/dag x 150 dagar)  
 1 okt – 1 nov: (585 – 611): 611 = 585 + (0,85 tillväxt/dag x 30 dagar)  
 1 nov – 15 jan: (611 – 673): 673 = 611 + (0,85 tillväxt/dag x 74 dagar)  
 Stut, kg LV:  
 1 okt – 1 maj: (330 – 519): 519 = 330 (200-dagarsvikt) + (0,9 tillväxt/dag x 210 dagar)  
 1 maj – 1 okt: (519 – 624): 624 = 519 + (0,7 tillväxt/dag x 150 dagar)  
 1 okt – 1 nov: (624 – 651): 651 = 624 + (0,9 tillväxt/dag x 30 dagar)  
 1 nov – 15 jan: (651 – 745): 745 = 651 + (0,9 tillväxt/dag x 104 dagar)
2. Tillväxt kg LV under uppfödningssperiod = slaktvikt, kg LV – födelsevikt, kg LV

## Foderstater

Tabell 11. Näringsvärde, foder

Foder	Ts - halt	OE MJ/kg ts	NDF g/kg ts	Råprot. g/kg ts	AAT g/kg ts	PBV g/kg ts	Ca g/kg ts	P g/kg ts	Fyllnads- värde (/kg)
Ensilage, skörd 1 <sup>1</sup>	30,5%	10,5	475	140	70	23	6,0	2,9	0,52
Ensilage, skörd 2-3 <sup>1</sup>	46%	10,5	429	160	70	45	9,3	2,5	0,48
Korn, kärna <sup>2</sup>	87%	13,1	190	123	90 <sup>3</sup>	-29 <sup>3</sup>	0,5	3,9	0,22
Halm vårkorn <sup>2</sup>	85%	6,6	771	51	45 <sup>3</sup>	-60 <sup>3</sup>	4,6	0,9	0,68

1. Näringsvärde baseras på fallgårdens foderanalys. Då ingen foderanalys genomfördes på tredje skörden antogs näringsinnehållet motsvara andra skörden.
2. Näringsvärde baseras på schablonvärden från NorFors fodermedelstabell.
3. Näringsvärde baseras på Spöndly (2003).

Tabell 12a. Foderstat stallperiod: Dikor, 760 kg LV, avkastar 10 kg mjölk/dag under laktationen<sup>1</sup>

Foder, kg ts/dag	Lågdräktig <sup>2</sup>		Högdräktig <sup>3</sup>				Lakterande <sup>4</sup>	
			Start		Slut			
Ensilage, skörd 1	0	8,1	0	8,4	0	11,3	0	12
Ensilage, skörd 2	8	0	8,3	0	10,6	0	11,1	0
Halm	1,0	1,7	1,0	1,4	0,5	0,1	2,4	1,4
Monokalسيومfosfat	0,01	-	0,01	-	0	-	0,01	0
<b>Näringsbalans</b>								
Ts intag, kg ts/dag	9	9,8	9,3	9,8	11,1	11,4	13,5	13,4
Grovfoder, % av ts	99,9	100	99,9	100	100	100	99,9	99,8
Energibalans %	100	100	100	100	100	100	100	100
AAT/energi, g/MJ NE	10,8	10	10,9	10	11,7	10,5	12,8	11,4
PBV, g/kg ts	40	32	40	35	40	40	25	29
NDF, g/kg ts	470	526	466	516	444	477	490	506
Fyllnadsbalans	66,4	71,6	68,3	72,3	82,3	84,5	97	97,1
Ca/P balans	3,5	2,3	3,5	2,2	3,7	2,1	3,6	2,2
Metan, g/dag	205	223	211	224	257	261	318	314
N i gödsel och urin, g/dag	199,6	182	204,4	186,4	243,9	221,5	250,4	226,5

1. Tabellen gäller både för extensivt och intensivt scenario
2. Utfodringsperiod: 1 okt – 1 jan
3. Utfodringsperiod: 1 jan – 1 feb
4. Utfodringsperiod: 1 feb – 1 maj

Tabell 12b. Foderstat stallperiod: Kvigor, två betessäsonger och slaktas vid 23 månaders ålder<sup>1</sup>

Foder, kg ts/dag	Viktintervall 309-488 <sup>2</sup>		Viktintervall 585-673 <sup>3</sup>	
	Intensivt <sup>4</sup>	Extensivt	Intensivt	Extensivt
Ensilage, skörd 1	0	5,2	0	0
Ensilage, skörd 2	5	0	9,3	10,3
Korn	2,2	2,2	0,8	0
<b>Näringsbalans</b>				
Ts intag, kg ts/dag	7,2	7,4	10,1	10,3
Grovfoder, % av ts	70	70	92	100
Energibalans %	100	100	100	100
Nettoenergi, MJ NE/dag	49	48,5	66,5	66
Nettoenergi, MJ NE/kg ts	6,9	6,6	6,6	6,4
AAT/energi för tillväxt, g/MJ NE	22,1	21,3	25	25,8
AAT balans %	147,9	142,7	221,1	228,2
PBV, g/kg ts	24	16	32	34
NDF, g/kg ts	357	389	410	429
Fyllnadsbalans	90,7	100	90,4	95,2
Ca/P balans	2,3	1,5	3,3	3,7
Metan, g/dag	139	143	229	246
N i gödsel och urin, g/dag	151,6	139,8	241,4	250,6

1. Tillväxt: 0,85 kg LV/dag
2. Utfodringsperiod foderstat år 1: 1 okt – 1 maj
3. Utfodringsperiod foderstat år 2: 1 okt – 1 feb

Tabell 12c. Foderstat stallperiod: Tjurar, en betessäsong och slaktas vid 16 månaders ålder<sup>1</sup>

Foder, Kg ts/dag	Viktintervall <sup>2</sup>	Viktintervall <sup>3</sup>		Viktintervall <sup>4</sup>	
	346-472	Alt 1 <sup>5</sup>	Alt 2 <sup>6</sup>	Alt 1 <sup>5</sup>	Alt 2 <sup>6</sup>
Ensilage, skörd 1	0	6,8	0	7,6	0
Ensilage, skörd 2	5,8	0	6,6	0	7,4
Korn	2,4	2,9	2,8	3,2	3,1
Magnesiumfosfat	0,03	0	0	0	0
<b>Näringsbalans</b>					
Ts intag, kg ts/dag	8,2	9,7	9,4	10,8	10,5
Grovfoder, % av ts	70	70	70	70	70
Energibalans %	100	100	100	100	100
Nettoenergi, MJ/ NEdag	56	65,8	66,5	74,7	75,4
Nettoenergi, MJ NE/kg ts	6,81	6,76	7,08	6,91	7,21
AAT/energi för tillväxt, g/MJ NE	24,1	23,5	24,1	23,8	24,5
AAT balans %	185,2	213,9	219,4	255,4	262,9
PBV, g/kg ts	19	17	23	20	26
NDF, g/kg ts	357	389	353	389	353
Fyllnadsbalans	101	109,6	98,7	107,2	97
Ca/P balans	2	1,7	2,3	1,7	2,3
Metan, g/dag	159	187	181	209	202
N i gödsel och urin, g/dag	156	170,7	182,5	193,9	207,9

1. Tillväxt: 1,4 kg LV/dag
2. Utfodringsperiod foderstat 1: 1 okt – 1 jan
3. Utfodringsperiod foderstat 2: 1 jan – 1 mars
4. Utfodringsperiod foderstat 3: 1 mars – 1 juni
5. Alternativ 1 gäller för studien.
6. Alternativ 2 anpassat för diskussionsdelen, möjliggör en verklig tillväxt på 1,4 kg LV/dag.

Tabell 12d. Foderstat stallperiod: Stutar, två betessäsonger och slaktas vid 24 månaders ålder<sup>1</sup>

Foder	Viktintervall <sup>2</sup>		Viktintervall <sup>3</sup>
	330-519		625-745
Ensilage, skörd 1	0	5,6	0
Ensilage, skörd 2	5,4	0	11,3
Korn	2,3	2,3	0
<b>Näringsbalans</b>			
Ts intag, kg ts/dag	7,7	7,9	11,3
Grovfoder, % av ts	70	70	100
Energibalans %	100	100	100
Nettoenergi, MJ NE/dag	52,2	51,6	71,4
Nettoenergi, MJ NE/kg ts	6,78	6,51	6,32
AAT/energi för tillväxt, g/MJ NE	21,7	20,9	25,2
AAT balans %	151,4	146,2	242,5
PBV, g/kg ts	23	16	34
NDF, g/kg ts	357	389	429
Fyllnadsbalans	91,6	101	95,7
Ca/P balans	2,3	1,5	3,7
Metan, g/dag	149	154	269
N i gödsel och urin, g/dag	164,6	151,9	276,9

1. Tillväxt: 0,9 kg LV/dag
2. Utfodringsperiod foderstat år 1: 1 okt – 1 maj
3. Utfodringsperiod foderstat år 2: 1 okt – 1 mars

## Betesintag

Tabell 13. Näringsbehov på bete: Dikor, 760 kg LV, avkastar 10 kg mjölk/dag under laktationen<sup>1</sup>

Behov <sup>8</sup>	OE MJ/dag	AAT g/dag
Underhåll	73,4	373
Laktation	50	400
Totalt	123,4	773

1. (Spörndly, 2003)

Tabell 14. Näringsbehov, andra betessäsongen: Kvigor och stutar (Spörndly, 2003)

Djurkategori	Levande vikt, kg Genomsnitt	Tillväxt kg/dag	OE MJ/dag	AAT g/ MJ OE
Kviga	522	0,6	77	500
Stut	571,5	0,7	88	570

Tabell 15. Näringsvärde, betesmarker samt betesintag, kg ts per djur och dag

Betesmark	Ts – halt <sup>1</sup>	OE MJ /kg ts	AAT g/ kg ts	Diko med kalv, lakterande, kg ts	Kviga <sup>5</sup> Kg ts	Stut <sup>5</sup> Kg ts
Naturbete <sup>2</sup>	20%	10	70	12	9	9
Betesvall <sup>3</sup>	20%	10,5	70	12	8	8
Raps/havre mulljord <sup>4</sup>	20%	11,1	80	11	8	8

1. (Jordbruksverket, 2006).

2. Naturbetesmark:

Energiinnehållet ligger mellan 6,1 – 11,4 beroende på växtinnehåll och axgång (Spörndly, 2003). För att generalisera uppskattades energiinnehållet till 10 MJ/kg ts för hela säsongen.

Betets AAT värde ligger mellan 51 och 81 beroende på växtinnehåll och axgång (Spörndly, 2003). För att generalisera uppskattades AAT värdet till 70 g/ kg ts för hela säsongen.

3. Foderanalys, fallgårdens ensilageskörd 1-3.

4. (Spörndly, 2003).

5. Gällande andra betessäsongen. 1 betessäsongen antogs betesintaget för de växande nötkreaturen (Tjur, Kviga, Stut) utgöra ca 2 kg ts.

## Tillgång och behov av foder på gårdsnivå

Tabell 16. Underlag för foderbehov, lagring och utfodring av ensilage; gäller intensivt och extensivt

Ensilage, Silo	skörd 1-2	Ensilage, Balar	skörd 1-3
<b>Antal</b>	2 <sup>1</sup>		
<b>m<sup>3</sup>/silo</b>	700 <sup>1</sup>	<b>m<sup>3</sup>/bal</b>	1,36 <sup>2</sup>
<b>Ts halt, %</b>	35 <sup>3</sup>	<b>Ts halt</b>	35 <sup>3</sup>
<b>Kg ts/m<sup>3</sup></b>	200 <sup>4</sup>	<b>Kg ts/m<sup>3</sup></b>	170 <sup>5</sup>
<b>Kg ts/silo</b>	140 000 <sup>6</sup>	<b>Kg ts/bal</b>	231 <sup>7</sup>
<b>Spill</b>	25 % <sup>8</sup>	<b>Spill</b>	0,8 % <sup>8</sup>
<b>Utfodrat ensilage, kg ts/silo</b>	105 000 <sup>9</sup>	<b>Utfodrat ensilage, kg ts/bal</b>	229 <sup>10</sup>
<b>Totalt utfodrat siloensilage, kg ts</b>	210 000 <sup>11</sup>		

1. Referens: inventering
2. (Svensk mjölk, 2003)
3. Ts-halt, blandvall ensilage 10,5 MJ/ kg ts (Spörndly, 2003)
4. Densitet: 0,2 ton ts/m<sup>3</sup> (Hushållningssällskapet, 2016)
5. (Hushållningssällskapet, 2004)
6. Kg ts/silo: 140 000 kg ts = 200 Kg ts/m<sup>3</sup> x 700 m<sup>3</sup>/silo
7. Kg ts/bal: 231 = 170 Kg ts/m<sup>3</sup> x 1,36 m<sup>3</sup>/bal
8. (Abrahamsson, 2012)
9. Utfodrat ensilage, kg ts/ silo: 105 000 kg ts = 140 000 kg ts/silo – (25% spill x 140 000 kg ts/silo)
10. Utfodrat ensilage kg ts/ bal: 229 kg ts/bal = 231 kg ts/bal – (0,8% spill x 231 kg ts/bal)
11. Totalt utfodrat siloensilage, kg ts: 210 000 kg ts = 2 silo x 105 000 kg ts/silo

Tabell 17. Underlag för foderbehov, utfodring från silos eller balar

	Intensivt			Extensivt		
	Antal djur	Silo	Balar	Antal djur	Silo	Balar
Dikor	100	75	25	90	75	15
Kvigor < 1 år	50	-	50	45	45	-
Kvigor > 1 år	50	-	50	45	-	45
Tjurar	50	50	-	-	-	-
Stutar < 1 år	-	-	-	45	20	25
Stutar > 1 år	-	-	-	45	-	45

Tabell 18. Underlag för foderbehov, utfodringsperioder

Utfodringsperiod	Antal dagar	Dikor	Kvigor < 1 år <sup>1</sup>	Kvigor > 1 år <sup>1</sup>	Tjurar <sup>2</sup>	Stutar < 1 år <sup>1</sup>	Stutar > 1 år <sup>1</sup>
01-okt - 01-nov	31	Lågdräktig	F 1	F 2	F 1	F 1	F 2
01-nov - 01-dec	30	Lågdräktig	F 1	F 2	F 1	F 1	F 2
01-dec - 01-jan	31	Lågdräktig	F 1	F 2	F 1	F 1	F 2
01-jan - 01-feb	31	Högdräktig	F 1	F 2	F 2	F 1	F 2
01-feb - 01-mar	28	Lakterande	F 1	Slakt	F 2	F 1	F 2
01-mar - 01-apr	31	Lakterande	F 1	-	F 3	F 1	Slakt
01-apr - 01-maj	30	Lakterande	F 1	-	F 3	F 1	-
01-maj - 01-jun	31	Bete	Bete	-	Slakt	Bete	-

1. F1, F2; foderstat år ett och år 2
2. F1; foderstat under viktintervall 346-472 kg LV  
F2; foderstat under viktintervall 472-598 kg LV  
F3, foderstat under viktintervall 598-702 kg LV

## Intensivt

Tabell 19a. Intensivt scenario, utfodring silo

	Djurkategori	Antal djur	Antal dagar	kg ts	Summa Kg ts	Överskott/underskott
Silo 2 105000 kg ts Skörd 2	Totalt				104 888	+112 kg ts
	Dikor lågdräktig	75	92	8	55 200	
	Dikor högdräktig	75	31	9,5	22 088	
	Tjurar foderstat 1	50	92	6	27 600	
Silo 1 105000 kg ts Skörd 1	Totalt				137 550	-32 550 kg ts
	Dikor lakterande	75	89	12	80 100	Utfodras med balar
	Tjurar foderstat 2	50	59	7	20 650	
	Tjurar foderstat 3	50	92	8	36 800	

Tabell 19b. Intensivt scenario, utfodring balar

	Djurkategori	Antal djur	Antal dagar	kg ts	Summa, kg ts
Balar, Skörd 2-3	Totalt				161 663
	Dikor lågdräktig	25	92	8	18 400
	Dikor högdräktig	25	31	9,5	7363
	Dikor lakterande	25	89	11	24 475
	Kvigor < 1 år, foderstat 1	50	212	5	53 000
	Kvigor > 1 år, foderstat 2	50	123	9,5	58 425

Tabell 19c. Intensivt scenario, utfodring av halm och korn

	Djurkategori	Antal djur	Antal dagar	kg ts	Summa, kg ts
Halm	Totalt				26 210
	Dikor lågdräktig	100	92	1	9200
	Dikor högdräktig	100	31	0,75	2325
	Dikor lakterande	75	89	1,4	9345
	Dikor lakterande	25	89	2,4	5340
Korn	Totalt				62 555
	Tjurar foderstat 1	50	92	2,4	11 040
	Tjurar foderstat 2	50	59	2,8	8555
	Tjurar foderstat 3	50	92	3,2	14 720
	Kvigor < 1 år, foderstat 1	50	212	2,2	23 320
	Kvigor > 1 år, foderstat 2	50	123	0,8	4920

Tabell 19d. Intensivt scenario, sammanställning foderbehov, underlag för odling och insatsvaror

Fodermedel	Behov foder, kg ts	Spill	Behov odling, kg ts <sup>1</sup>	Behov balar <sup>2</sup>
<b>Ensilage</b>	<b>Totalt</b>		<b>475 779</b>	-
	Silo 1	105 000	0,25	140 000
	Silo 2	105 000	0,25	140 000
	Balar, skörd 1	32 550	0,008	32 813
	Balar skörd 2	161 663	0,008	162 966
<b>Vårkorn</b>		62 555	0,1	<b>69 506</b>
<b>Halm</b>		26 210	-	<b>26 210</b>

1. Behov odling, kg ts = Behov foder, kg ts / (1 - spill)

2. Behov balar = Behov odling / kg ts per bal (Tabell X)

## Extensivt

Tabell 20a. Extensivt scenario, utfodring silo

	Djurkategori	Antal djur	Antal dagar	kg ts	Summa Kg ts	Överskott/underskott
Silo 2 105000 kg ts Skörd 2	Totalt				105 308	-308 kg ts
	Dikor lågdräktig	75	92	8	55 200	Utfodras med balar
	Dikor högdräktig	75	31	9,5	22 088	
	Kvigor < 1 år, foderstat 1	45	92	5	20 700	
	Stutar < 1 år, foderstat 1	20	61	6	7320	
Silo 1 105000 kg ts Skörd 1	Totalt				125 220	-20 220 kg ts
	Dikor lakterande	75	89	12	80 100	Utfodras med balar
	Kvigor < 1 år	45	120	5	27 000	
	Stutar < 1 år	20	151	6	18 120	

Tabell 20b. Extensivt scenario, utfodring balar

	Djurkategori	Antal djur	Antal dagar	kg ts	Summa, kg ts
Balar, Skörd 2	Totalt				204 368
	Dikor lågdräktig	15	92	8	11 040
	Dikor högdräktig	15	31	9,5	4418
	Dikor lakterande	15	89	11	14 685
	Kvigor > 1 år, foderstat 2	45	123	11	60 885
	Stutar < 1 år, foderstat 1	25	212	6	31 800
	Stutar > 1 år, foderstat 2	45	151	12	81 540

Tabell 20c. Extensivt scenario, utfodring av halm och korn

	Djurkategori	Antal djur	Antal dagar	kg ts	Summa, kg ts
Halm	Totalt				22 922
	Dikor lågdräktig	90	92	1	8280
	Dikor högdräktig	90	31	0,75	2093
	Dikor lakterande	75	89	1,4	9345
	Dikor lakterande	15	89	2,4	3204
Korn	Totalt				42 930
	Kvigor < 1 år, foderstat 1	45	212	2,2	20 988
	Kvigor > 1 år, foderstat 2	45	123	0	0
	Stutar < 1 år, foderstat 1	45	212	2,3	21 942
	Stutar > 1 år, foderstat 2	45	151	0	0

Tabell 20d. Extensivt scenario, sammanställning foderbehov, underlag för odling och insatsvaror

Fodermedel	Behov foder, kg ts	Spill	Behov odling, kg ts <sup>1</sup>	Behov balar <sup>2</sup>
<b>Ensilage</b>	<b>Totalt</b>		<b>506 710</b>	-
	Silo 1	105 000	0,25	140 000
	Silo 2	105 000	0,25	140 000
	Balar, skörd 1	20 220	0,008	20 383
	Balar skörd 2 <sup>3</sup>	204 676	0,008	206 327
<b>Vårkorn</b>		42 930	0,1	<b>47 700</b>
<b>Halm</b>		22 922	-	<b>22 922</b>

1. Behov odling, kg ts = Behov foder, kg ts / (1- spill)
2. Behov balar = Behov odling / kg ts per bal (Tabell X)
3. 204 676 = 20 kg ts 4368 kg ts + 308 kg ts



## Tillgång och behov av bete på gårdsnivå

Tabell 21a. Intensivt scenario, betesbehov under betesperioden 1 maj – 1 okt, 153 dagar

Betesmark	Dikor		Kvigor < 1 år		Kvigor > 1 år		Tjurar		Totalt Kg ts/ 153 dagar
	Antal	Kg ts/ dag	Antal	Kg ts/ dag	Antal	Kg ts/ dag	Antal	Kg ts/ dag	
Naturbete	76	12	38	2	-	-	38	2	162 792
Vall <sup>1</sup>	24	12	12	2	7	8	12	2	59 976
Vall <sup>2</sup>	-	-	-	-	43	8	-	-	52 632

1. Mulljord
2. Mineraljord

Tabell 21b. Extensivt scenario, betesbehov under betesperioden 1 maj – 1 okt, 153 dagar

Betesmark	Dikor		Kvigor < 1 år		Kvigor > 1 år		Stutar < 1 år		Stutar > 1 år		Totalt Kg ts/ 153 dagar
	Antal	Kg ts/ dag	Antal	Kg ts/ dag	Antal	Kg ts/ dag	Antal	Kg ts/ dag	Antal	Kg ts/ dag	
Naturbete	76	12	38	2	-	-	38	2	-	-	162 792
Vall <sup>1</sup>	14	12	7	2	25	8	7	2	-	-	60 588
Vall <sup>2</sup>	-	-	-	-	20	8	-	-	45	8	79 560

1. Mulljord
2. Mineraljord

Tabell 22: Sammanfattning betesdrift, anpassat för indata VERA

Bete	Dikor <sup>3</sup>		Dräktiga kvigor		Kvigor, köttras		Handjur	
	Intensivt	Extensivt	Intensivt <sup>2</sup>	Extensivt <sup>2</sup>	Intensivt <sup>2</sup>	Extensivt <sup>2</sup>	Intensivt	Extensivt <sup>2</sup>
Antal djur	73	67	12	11	87	78	67	90
Betesdagar	180	180	180	180	150	150	150	150
Kg ts/ djur & dag	12	12	5	5	5	5	2	5
Åkermark, % <sup>1</sup>	24	16	62	58	62	58	24	58
Naturbete, % <sup>1</sup>	76	84	38	42	38	42	76	42

1. Beteskategori i VERA är medel.

2. Beräknat genomsnitt	Intensivt	Extensivt	Betesintag, kg ts/djur och dag
<b>Åkermarksbete</b>			
Säsong 1	24%	16%	2
Säsong 2	100%	100%	8
<b>Genomsnitt</b>	<b>62%</b>	<b>58%</b>	<b>5</b>
<b>Naturbetesmark</b>			Betesintag, kg ts/djur och dag
Säsong 1	76%	84%	2
Säsong 2	0%	0%	8
<b>Genomsnitt</b>	<b>38%</b>	<b>42%</b>	<b>5</b>

## Växtodlings- och betesstrategi

Tabell 23. Växtodling, underlag för VERA

Jordtyp, Mullhalt	Gröda	Skörd, kg/ha	Ts-halt, % <sup>1</sup>	Skörd, kg ts/ha
Mineraljord	Vårkorn, insädd med 25% baljväxter	4000 <sup>2</sup>	87	3480
Mullhalt 4%	Halm, skörderester, vårkorn	3000 <sup>2</sup>	85	2550
	Vall, rödklöver + gräs, 3 skördar, 25% baljväxter <sup>7</sup>	20000	35	7000 <sup>2</sup>
	Betesvall, vitklöver + gräs, 25% baljväxter <sup>7</sup>	20000	20	4000 <sup>3</sup>
Mulljord	Grönfoder	17140 <sup>4</sup>	20	3428
Mullhalt 16%	Betesvall, vitklöver + gräs, 25% baljväxter <sup>7</sup>	17143	20	3428 <sup>5</sup>
Naturbete (torr)	Bete	9000	20	1800 <sup>6</sup>

- Referenser Ts-halt  
Vårkorn, vall (blandvall 10,5 MJ/kg ts), halm: (Spörndly, 2003)  
Bete: (Jordbruksverket, 2006)
- Inventering
- Egen beräkning baserat på inventering.  
Mineraljord, betesvall:  
4000 kg ts bete/ha = 20000 kg ensilage/ha x 20% ts  
20000 kg ensilage/ha = 7000 kg ts ensilage/ha / 35% ts
- (Jordbruksverket & SCB, 2016)
- Egen beräkning baserat på inventering  
Mulljord, betesvall:  
3428 kg ts bete/ha = 17143 kg ensilage/ha x 20% ts  
17143 kg ensilage/ha = 6000 kg ts ensilage/ha / 35% ts
- Back, 2011
- Baljväxtvallar: 150 g råprotein/ kg ts (genomsnitt foderanalys ensilageskörd 1-2)

Tabell 24a. Intensivt scenario, indata VERA samt underlag för beräkning av kolförändringar

Jordtyp Mullhalt	Gröda	Areal Ha	Skörd Ton ts/ha	Total skörd Ton ts	Gödselgiva <sup>1</sup> Ton/ha			Kvävegiva <sup>1</sup> Kg/ha		
					Djupströ-	Flyt-	Betes-	Djupströ-	Flyt-	Betes-
Mineraljord	Vårkorn <sup>2</sup>	20	3,48	69,6	13,4	10	-	3	18	-
Mullhalt	Halm <sup>3</sup>	20	2,55	51	-	-	-	-	-	-
4%	Vall <sup>4</sup>	85	7	595	-	10,7	-	-	20	-
	Betesvall <sup>5</sup>	15	4	60	-	-	12,2	-	-	23
Mulljord	Grönfoder <sup>6</sup>	2,5	3,4	8,5	-	10,7	-	-	19	-
Mullhalt	Betesvall <sup>5</sup>	17,5	3,4	59,5	-	-	12,2	-	-	23
16%										
Naturbete	Torr <sup>7</sup>	90	1800	162	-	-	-	-	-	-

- Uppskattningar enligt VERAs beräkningsmodeller  
Total gödselproduktion. Djupströgödsel: 267 ton; Flytgödsel: 1136 ton; Betesgödsel: 396 ton.  
Kväveinnehåll i gödsel uppskattades av VERAs beräkningsmodeller för stallbalans
- Buffert vårkorn, ton = producerad vårkorn, ton ts – behov av vårkorn, ton ts  
0,1 = 69,6 – 69,5
- Överskott av halm används till djupströbädd, ton = producerad halm, ton ts – foderbehov av halm, ton ts  
24,8 = 51 – 26,2
- Buffert ensilage, ton ts = producerad ensilage ton ts – behov av ensilage, ton ts  
119,2 = 595 – 475,8
- Buffert betesvall, ton ts = förväntat bete, ton ts – behov av bete, ton ts  
Mineraljord: 0 = 60 – 60  
Mulljord: 6,9 = 59,5 – 52,6
- Grönfodret består av havre och raps, 50/50
- Buffert naturbete, ton ts = förväntat bete, ton ts – behov av bete, ton ts  
-0,8 = 162 – 162,8

Tabell 24b. *Extensivt scenario, indata VERA samt underlag för beräkning av kolförändringar*

Jordtyp	Gröda	Areal Ha	Skörd Ton ts/ha	Total skörd Ton ts	Gödselgiva <sup>1</sup> Ton/ha			Kvävegiva <sup>1</sup> Kg/ha		
					Djupströ-	Flyt-	Betes-	Djupströ-	Flyt-	Betes-
Mineraljord	Vårkorn <sup>2</sup>	15	3,48	52,2	16,3	10	-	4	18	-
Mullhalt	Halm <sup>3</sup>	15	2,55	38,3	-	-	-	-	-	-
4%	Vall <sup>4</sup>	85	7	595	-	11,1	-	-	22	-
	Betesvall <sup>5</sup>	20	4	80	-	-	11,2	-	-	23
Mulljord	Grönfoder <sup>6</sup>	2,5	3,4	8,5	-	11,1	-	-	20	-
Mullhalt	Betesvall <sup>5</sup>	17,5	3,4	59,5	-	-	11,2	-	-	23
16%										
Naturbete	Torrt <sup>7</sup>	90	1800	162	-	-	-	-	-	-

- Uppskattningar enligt VERA's beräkningsmodeller  
Total gödselproduktion. Djupströgödsel: 245 ton; Flytgödsel: 1124 ton; Betesgödsel: 420 ton.  
Kväveinnehåll i gödsel baserades på beräknad stallbalans i VERA.
- Buffert vårkorn, ton = producerad vårkorn, ton ts – behov av vårkorn, ton ts  
 $4,5 = 52,2 - 47,7$
- Överskott av halm används till djupströbädd, ton = producerad halm, ton ts – foderbehov av halm, ton ts  
 $15,4 = 38,3 - 22,9$
- Buffert ensilage, ton = producerad ensilage ton ts – behov av ensilage, ton ts  
 $88,3 = 595 - 506,7$
- Buffert betesvall, ton ts = förväntat bete, ton ts – behov av bete, ton ts  
Mineraljord:  $0,4 = 80 - 79,6$   
Mulljord:  $-1,1 = 59,5 - 60,6$
- Grönfodret består av havre och raps, 50/50
- Buffert naturbete, ton ts = förväntat bete, ton ts – behov av bete, ton ts  
 $-0,8 = 162 - 162,8$

Tabell 25. *Gödselstrategi, indata VERA*

Gröda	Spridningsteknik		Tidpunkt
	Djupströgödsel	Flytgödsel	
Vårkorn	Bredspridning, nedbrukning inom 12 h	Bandspridning, nedbrukning inom 12 h	Vårbruk
Vall	-	Bandspridning, vall, ej nedbrukning	Vårbruk
Grönfoder	-	Bandspridning, nedbrukning inom 12 h	Vårbruk

Tabell 26a. Intensivt, växtföljd och bearbetning, indata VERA, beräkning av kolförändringar

Mineraljord; P-AL: III, K-AL: III, mullhalt: 4%							
Skifte nr	Gröda	Areal, ha	Tidpunkt bearbetning	Skifte nr	Gröda	Areal, ha	Tidpunkt bearbetning
1	Vårkorn	10	Ingen				
2	Vall 1	10	Ingen				
3	Vall 2	10	Ingen				
4	Vall 3	10	Ingen				
5	Vall 4	10	Sen, bete - ej upptag				
6	Vårkorn	10	Ingen				
7	Vall 1	10	Ingen				
8	Vall 2	10	Ingen				
9a	Vall 3	5	Medel-sen, tillsammans med upptag	9b	Vall 3	5	Sen, bete - ej upptag
10	Vall 1	10	Ingen				
11	Vall 2	10	Ingen				
12	Vall 3	10	Medel-sen, tillsammans med upptag				

- Tabellen visar hur alla hektar täcks under ett år, växtföljden roterar i samma följd som i tabellen.
- Det tas 3 skördar på alla vallar som inte betas
- Vårkorn kombineras med insädd av vall (25% baljväxter)

Tabell 26b. Extensivt, växtföljd och bearbetning, indata VERA, beräkning av kolförändringar

Mineraljord; P-AL: III, K-AL: III, mullhalt: 4%							
Skifte nr	Gröda	Areal, ha	Tidpunkt bearbetning	Skifte nr	Gröda	Areal, ha	Tidpunkt bearbetning
1	Vårkorn	10	Ingen				
2	Vall 1	10	Ingen				
3	Vall 2	10	Ingen				
4	Vall 3	10	Ingen				
5	Vall 4	10	Sen, bete - ej upptag				
6a	Vårkorn	5	Ingen	6b	Vall 1	5	Ingen
7a	Vall 1	5	Ingen	7b	Vall 2	5	Ingen
8a	Vall 2	5	Ingen	8b	Vall 3	5	Ingen
9	Vall 3,	5	Sen, bete - ej upptag	9b	Vall 4	5	Sen, bete - ej upptag
10	Vall 1	10	Ingen				
11	Vall 2	10	Ingen				
12	Vall 3	10	Medel-sen, tillsammans med upptag				

- Tabellen visar hur alla hektar täcks under ett år, växtföljden roterar i samma följd som i tabellen.
- Det tas 3 skördar på alla vallar som inte betas
- Vårkorn kombineras med insädd av vall (25% baljväxter)

Tabell 26c. *Intensivt & extensivt, växtföljd och bearbetning, indata VERA, beräkning av kolförändringar*

Mulljord; P-AL: III, K-AL: I, mullhalt: 16%			
Skifte nr	Gröda	Areal, ha	Tidpunkt bearbetning
1	Grönfoder, Raps/havre	2,5	Medel-sen, tillsammans med upptag
2	Vall 1	2,5	Bete - ej bearbetning eller upptag
3	Vall 2	2,5	Bete - ej bearbetning eller upptag
4	Vall 3	2,5	Bete - ej bearbetning eller upptag
5	Vall 4	2,5	Bete - ej bearbetning eller upptag
6	Vall 5	2,5	Bete - ej bearbetning eller upptag
7	Vall 6	2,5	Bete - ej bearbetning eller upptag
8	Vall 7	2,5	Bete – sen bearbetning, ej upptag

- Tabellen visar hur alla hektar täcks under ett år, växtföljden roterar i samma följd som i tabellen.

Tabell 27. *ICBM parametrar, underlag för beräkningar av markkol på mineraljord*

ICBM parametrar	Ettåriga grödor	Blandvall
Humifierings koefficient, $h^1$	0,12	0,12
Jordklimat, Re	1	0,8

1. Ovan och under markytan

## Insatsvaror, stallbalans och utgående produkter

Tabell 28: Produkter in, indata VERA

	Sort	Vikt, kg		Kg CO <sub>2</sub> ekv/kg
		Intensivt	Extensivt	
Utsäde <sup>4</sup>	Utsäde vall	813	813	0,001 <sup>2</sup>
	Utsäde raps	10	10	0,001 <sup>2</sup>
	Utsäde havre	256	256	0,001 <sup>2</sup>
	Utsäde vårkorn	3000	2250	0,001 <sup>2</sup>
Ensilageplast	Silo <sup>5</sup>	220	220	4,1 <sup>1</sup>
	Balar <sup>6</sup>	1033	1197	4,1 <sup>1</sup>
Strömedel	Halm <sup>7</sup>	64 102	65 402	0,032 <sup>1</sup>
	Spån <sup>8</sup>	12 936	14 904	0,13 <sup>1</sup>
Drivmedel	Diesel, 5% RME, L <sup>9</sup>	8195	7930	3,243 <sup>1</sup>
EL	kWh <sup>10</sup>	26 800	31 320	0,0004 <sup>3</sup>

- Klimatpåverkan (uppskattat i VERA's beräkningsmodeller)
- Klimatpåverkan enligt Flysjö *et al.* (2008), antas vara försumbar.
- Klimatpåverkan enligt Vattenfall (2015) ospecificerad energikälla.
- Beräkningar av utsäde baseras på normal såtidpunkt (Lantmännen Lantbruk, 2017).  
Vall: 812,5 kg = 32,5 ha förstaårsvall x 25 kg/ha  
Vårraps, linje 12 cm: 10 kg = 1,25 ha x 8 kg/ha  
Havre: 256 kg = 1,25 ha x 205 kg/ha  
**Intensivt** Vårkorn, 6 radig: 3000 kg = 20 ha x 150 kg/ha  
**Extensivt** Vårkorn, 6 radig: 2250 kg = 15 ha x 150 kg/ha  
*Vårkorn 6 radig: 150 kg/ha = 170 kg/ha – 20 kg/ha pga vallinsådd, mineraljord*
- Vikt, ensilageplast silo = Siloarea x antal silo x antal plast lager x vikt siloplast/ m<sup>2</sup> (150 µm)  
220 kg = 260 m<sup>2</sup> x 2 st x 3 lager x 0,141 kg/m<sup>2</sup><sup>1</sup>
- Total vikt ensilageplast balar = Vikt ensilageplast/bal x antal balar  
**Intensivt:** 1033 kg = 1,22 kg/bal x 847 balar  
**Extensivt:** 1197 kg = 1,22 kg/bal x 981 balar  
Vikt ensilageplast bal = 1,22 kg/bal. Beräkningar via grovfoderverktyget (Hushållningssällskapet, 2016)  
*1,36 m<sup>3</sup> balvolym; 6 lager plast; 25 µm tjocklek på plast; 35% Ts- halt*
- Inköpt Halm, kg = Halmbehov djupströbbädd (VERA), kg – Gårdsproducerad halm (strömedel), kg  
**Intensivt:** 64102 = 88902 – 24800  
**Extensivt:** 65402 = 80802 – 15400  
Gårdsproducerad halm (strömedel), kg = Total halmproduktion, kg – Gårdsproducerad halm (foder), kg  
**Intensivt:** 24800 = 51000 – 26200  
**Extensivt:** 15400 = 38300 – 22900
- Förbrukning av spån enligt VERA's beräkningsmodeller
- Förbrukning av drivmedel till växtodling enligt VERA's beräkningsmodeller
- Totalt kWh = Σ (kWh/djurkategori)  
**Intensivt:** 26800 kWh = 8040 kWh + 15840 kWh + 2920 kWh  
**Extensivt:** 31320 kWh = 28640 kWh + 2680 kWh  
kWh/ djurkategori = kWh/djur x antal djurplatser. kWh/djur uppskattas av Berglund *et al.* (2013).  

	kWh/djur	Intensivt	kWh	Extensivt	kWh
Diko under ett år	40	x 73	= 2920	x 67	= 2680
Kviga/Stut (6-23/24 månader)	160	x (87+12)	= 15840	x (78+11+90)	= 28640
Tjur (6-14 månader)	120	x 67	= 8040	-	-

Tabell 29: Produkter stallbalans, allt som används i animalieproduktionen, indata VERA

<sup>1</sup> Ab Rani Plast Oy, e-post den 17 februari 2017

Kategori	Sort	Vikt, kg	
		Fördelning på gödselslag <sup>1</sup>	
		Intensivt	Extensivt
Grovfoder	Klövergräsensilage, ts <sup>2</sup>	475 779	506 710
		D: 237 889 F: 237 890	D: 253 355 F: 253 355
Spannmål	Spannmålshalm <sup>2</sup>	D: 51 000	D: 38 300
	Vårkorn <sup>2</sup>	F: 69 600	F: 47 700
Strömedel	Halm	D: 64 102	D: 65 402
	Spån	F: 12 936	F: 14 904
Bete <sup>3</sup>	Naturbete Medel, ts	Dikor	B: 119 837
		Kvigor, köttras	B: 24 795
		Kvigor dräktiga	B: 4104
		Handjur <sup>4</sup>	B: 15 276
	Åkerbete Medel, ts	Dikor	B: 37 843
		Kvigor, köttras	B: 40 455
		Kvigor, dräktiga	B: 6696
		Handjur <sup>4</sup>	B: 4824

- Sort fördelas på gödselslag, D: djupströgödsel; F: flytgödsel; B: betesgödsel. Fördelning baseras på mängder som förbrukas av djur kopplade till respektive gödselslag. Beräkningar har gjorts i Excel.
- Eget producerat beräknat utifrån behov via Excel
- Mängd bete är uppskattat i VERA's beräkningsmodeller utifrån införd data om betesdrift.
- Intensivt: Tjurar; Extensivt: Stutar

Tabell 30: *Produkter ut, allt som säljs eller levereras från gården under ett år, indata VERA*

Kategori	Sort	Vikt, kg	
		Intensivt	Extensivt
Livdjur och slaktdjur (kg LV)	Handjur <sup>1</sup>	35 100	33 525
	Kvigor <sup>2</sup>	24 228	21 536
	Kor <sup>3</sup>	10 640	9880
Totalt	kg LV	69 968	64 941
	Slaktvikt <sup>4</sup>	34 984	32 470
Grovfoder	Klövergräsensilage <sup>5</sup>	119 200	88 300

- Intensivt:** 50 tjurar á 702 kg LV.  
**Extensivt:** 45 stutar (slaktdjur nöt) á 745 kg LV.
- Intensivt:** 50 kvigor - 14 dräktiga kvigor = 36 kvigor till slakt.  
36 kvigor á 673 kg LV.  
**Extensivt:** 45 kvigor - 13 dräktiga kvigor = 32 kvigor till slakt.  
32 kvigor á 673 kg LV.
- Intensivt:** 14 utslagskor á 760 kg LV.  
**Extensivt:** 13 utslagskor á 760 kg LV.
- Kg slaktvikt = 0,5 x totalt mängd kött, kg LV (Svenskt kött 2017)
- Överskott av grovfoder.

## Appendix referenser

- Abrahamsson, L. (2012). Förluster i olika ensileringssystem. Masteruppsats, Sveriges Lantbruksuniversitet: Uppsala.
- Berglund, M. (2015). *Manual som beskriver klimatollen – klimatberäkningar i VERA*. Alnarp: Greppa näringen. [2017-01-12]
- Berglund, M., Clason, C., Bååth Jacobsson, S., Bergström Nilsson, S. & Sund, V. (2013). *Klimatavtryck av insatsvaror i jordbruket – ungnöt, smågrisar, gyltor och strömedel*. Halland: Hushållningssällskapet. <http://www.greppa.nu/download/18.300b18bd13d103e79ef8000607/1370099721841/Klimatavtryck+insatsvaror,+HS,+2013.pdf> [2017-01-23]
- Flysjö, A., Cederberg, C. & Strid, I. (2008). *LCA-Databas för konventionella fodermedel – miljöpåverkan i samband med produktion* (Rapport 772:2008). Uppsala: Institutet för Livsmedel och Bioteknik (SIK). <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:943277/FULLTEXT01.pdf> [2017-01-03]
- Hushållningssällskapet (2016). *Grovfoderverktyget*. <http://grovfoderverktyget.se/raknehjälpen/lagring/Plast-åtgång-och-kostnad-vid-balhantering>. [2017-01-23]
- Hushållningssällskapet (2004). *Lathund vid inventering av vallfoder och halm i storbal*. Kristianstad: Hushållningssällskapet. [2017-02-01]
- Jamieson, A. (2010). *Nötkött*. Stockholm: Natur & kultur.
- Jordbruksverket (2006). *Får på bete* (Rapport 2006:12). Jönköping: Jordbruksverket.
- Jordbruksverket & SCB (2016). *Skörd för ekologisk och konventionell odling 2015, spannmål, trindsäd, oljeväxter, matpotatis och slåttervall* (JO 14 SM 1601). Jönköping: Jordbruksverket. Stockholm: SCB. <http://www.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik,%20fakta/Vegetabilieproduktion/JO19/JO19SM1601/JO19SM1601.pdf> [2016-10-13]
- Lantmännen Lantbruk. (2017). *Odla 2017*. ss 152 [broschyr]. [https://www.lantmannenlantbruk.se/Global/V%C3%A5ra%20tj%C3%A4nster/Best%C3%A4ll%20broschyrer/Odla%202017\\_LoRes.pdf](https://www.lantmannenlantbruk.se/Global/V%C3%A5ra%20tj%C3%A4nster/Best%C3%A4ll%20broschyrer/Odla%202017_LoRes.pdf) [2017-04-11].
- Lindahl, C. (2012). Lönsam kötraskviga med rätt uppfödning. *Nötkött*, (4). [2017-01-23]
- Svensk mjölk (2003). *Foderinventering*. Stockholm: Svensk mjölk <http://www.greppa.nu/download/18.37e9ac46144f41921cd1ae4d/1418226182905/51+Foderinventering.pdf> [2017-01-23]
- Spörndly, R. (2003). *Fodertabeller för idisslare*. Rapport 257. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Vattenfall. (2015). *Elens ursprung och miljöpåverkan*. <https://www.vattenfall.se/elavtal/energikallor/elens-ursprung/> [2017-01-23]
- Växa Sverige (2016a). *Slaktrésultat 2016, statistik KAP kokontroll 2004 – 2015*. Uppsala: Växa Sverige. [2016-10-04]
- Växa Sverige (2016b). *Husdjurstatistik 2016*. Uppsala: Växa Sverige. [2016-10-05]