



# CHALMERS

---

## **Utsläpp av växthusgaser från svensk produktion och konsumtion av mat år 2045**

STEFAN WIRSENIUS



## Förord

De utsläppsberäkningar som kortfattat redovisas i denna rapport har gjorts på uppdrag av Naturvårdsverket (avtal nr 251-18-006), som underlag till rapporten ”Minskade utsläpp av växthusgaser från jordbruket med ökad produktion?”, utförd av Naturvårdsverket och Jordbruksverket (se <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/Jordbrukssektorns-klimatpaverkan/>). Grundförutsättningarna för dessa beräkningar, till exempel vad gäller val och utformning av beräkningsscenarier, har formulerats av Naturvårdsverket och Jordbruksverket. Jag ansvarar dock ensam för korrektheten och eventuella fel i nedan redovisade beräkningar.

Stefan Wirsenius

Göteborg, 12 december 2019



## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
2	Beräkningsmodellen ALBIO.....	2
3	Nulägesberäkning för år 2017 .....	3
4	Scenarioberäkningar för år 2045 .....	4
4.1	Scenario ”Livsmedelsstrategin” .....	4
4.1.1	Scenariodefinerande förutsättningar och antaganden.....	4
4.1.2	Svensk jordbruksproduktion.....	4
4.1.3	Svensk livsmedelskonsumtion.....	4
4.1.4	Produktivitet i växtodling och djurproduktion .....	7
4.2	Scenario ”Minus 50 procent nötkött” .....	7
4.3	Scenario ”Minus 75 procent nötkött” .....	8
4.4	Scenario ”Åtgärder i produktionsledet” .....	8
5	Resultat .....	10
5.1	Svenskt jordbruk .....	10
5.1.1	Utsläpp från svenskt jordbruk i scenariot ”Livsmedelsstrategin” .....	10
5.1.2	Utsläpp från svenskt jordbruk i scenariot ”Minus 50% nötkött” .....	13
5.1.3	Utsläpp från svenskt jordbruk i scenariot ”Minus 75% nötkött” .....	13
5.1.4	Utsläpp från svenskt jordbruk i scenariot ”Åtgärder i produktionsledet” .....	14
5.2	Svensk livsmedelskonsumtion.....	14
5.2.1	Utsläpp från svensk matkonsumtion i scenariot ”Livsmedelsstrategin” ..	14
5.2.2	Utsläpp från svensk matkonsumtion i scenariot ”Minus 50% nötkött” ....	16
5.2.3	Utsläpp från svenskt matkonsumtion i scenariot ”Minus 75% nötkött” ..	16
5.2.4	Utsläpp från svenskt matkonsumtion i scenariot ”Åtgärder i produktionsledet” .....	17
6	Referenser.....	18
	<b>Appendix</b> .....	<b>19</b>

# 1 Inledning

Denna rapport presenterar beräkningar av markanvändning och utsläpp av växthusgaser och ammoniak från svenskt jordbruk och svensk livsmedelskonsumtion. Beräkningarna har gjorts på uppdrag av Naturvårdsverket, som underlag till rapporten ”Minskade utsläpp av växthusgaser från jordbruket med ökad produktion?”, utförd av Naturvårdsverket och Jordbruksverket (se referenslista).

Som underlag till utredningen gjordes beräkningar för sex olika scenarier för svensk jordbruksproduktion och livsmedelskonsumtion år 2045 (se kapitel 4). Dessa scenarier representerar olika framtidsbilder av hur en ökad svensk jordbruksproduktion kan kombineras med minskade utsläpp av växthusgaser. I tre av scenarierna beräknades potentialen för utsläppsminskningarna genom högre produktivitet i jordbruket samt minskad nötköttkonsumtion. I ytterligare ett scenario beräknades också potentialen för utsläppsminskningar genom olika förändringar i produktionssätt och tekniker i jordbruket. Scenariot för tekniska åtgärder kombinerades med vart och ett av tre scenarierna för ändrad produktion och konsumtion. Slutligen gjordes även beräkningar av dagens utsläppsnivåer, för att erhålla referensvärden till utsläppen i scenerierna.

Två olika modellverktyg har utgjort grunden för beräkningarna. Dels modellen SASM (a Swedish Agricultural Sector Model), som är en detaljerad ekonomisk modell över svenskt jordbruk (Naturvårdsverket 2018). SASM-modellen användes för att ge underlag gällande produktionen i olika svenska jordbrukssektorer för scenarierna ovan. Dessa resultat beskrivs i Jonasson (2018).

Den andra modellen är ALBIO (Agricultural Land use and BIOMass flows model) som är en biofysisk modell av jordbruks- och matproduktion (se kapitel 2). ALBIO-modellen användes för att beräkna utsläppen av växthusgaser för scenarierna ovan. Resultaten från beräkningarna presenteras i denna rapport.

Generellt sett utgör resultaten från SASM-modellen indata för beräkningarna med ALBIO-modellen. Det gäller bland annat volymerna av producerade grödor och animalieprodukter i de olika scenarierna. Det gäller även olika produktivetsdata, som exempelvis skörd per hektar och mjölkavkastning per ko. Detta redovisas mer i detalj i avsnitten 4.1-4.3 nedan.

## 2 Beräkningsmodellen ALBIO

Datormodellen ALBIO (Agricultural Land use and BIOMass flows model) är en biofysisk modellrepresentation av jordbruks- och matproduktion. Huvudsyftet med modellen är att beräkna utsläpp av växthusgaser och kväve från sådan produktion. Grundläggande indata är produktivitet och effektivitet i växtodling och djurproduktion, till exempel skörd per hektar eller mjölkproduktion per ko. Andra viktiga indata är energianvändning samt utsläppsfaktorer för kväve och växthusgaser.

I modellen beräknas växthusgasutsläpp för alla betydande utsläppskällor i jordbruks- och matproduktion:

- 1) Lustgas från mineraljordar
- 2) Lustgas och metan från stallar och stallgödsellagring
- 3) Metan från idisslares och grisars fodermältning
- 4) ”Indirekta” lustgasutsläpp orsakade av ammoniak- och nitratutsläpp
- 5) Lustgas och koldioxid från mulljordar
- 6) Koldioxid från produktion och användning av bränslen (inklusive för traktorer och maskiner) och el
- 7) Koldioxid från transporter
- 8) Koldioxid och lustgas från tillverkning av handelsgödsel och andra insatsmedel

Dessutom beräknar modellen utsläpp av ammoniak från gödsel, stallar och mark, samt nitratläckage från mark.

Energianvändning beräknas i modellen för bland annat traktor- och maskindrift, el- och bränsleanvändning i stallar, processer i jordbruk (t ex torkning av grödor, mjölkning) och i livsmedelsindustri. Dessutom ingår energianvändning för transporter och tillverkning av insatsmedel.

Växthusgasutsläpp som *inte* ingår i modellen är bland annat de som härrör från produktion och underhåll av byggnader, maskiner, och annan utrustning i jordbruk och livsmedelsindustri. Inte heller utsläpp från produktion och underhåll av transportfordon, vägar och annan transportinfrastruktur ingår.

Viktiga källor för utsläppsfaktorerna för växthusgaser inkluderar Shcherbak m fl (2014) och Lesschen m fl (2011) för lustgas från mark, Rodhe m fl (2015) för metan och lustgas från stallgödsel, samt Moraes m fl (2014) för metan från fodermältning. Ytterligare källor samt mer detaljerade beskrivningar av ALBIO-modellen finns i Bryngelsson m fl (2016).

### 3 Nulägesberäkning för år 2017

För att erhålla referensvärden för utsläppen i respektive scenario inkluderas i denna rapport även modellberäkningar av utsläppen i dagsläget. Denna beräkning avser år 2017, som är det senast tillgängliga året med statistik över jordbruksproduktion och matkonsumtion.

Beräkningen för år 2017 bygger på Bryngelsson m fl (2016), med uppdaterad data för produktion, konsumtion och handel av jordbruks- och matvaror baserade på statistik från Jordbruksverket (2018a-g). Denna statistik kompletterades med data från SASM-modellens körning för år 2017 (Jonasson 2018).

En betydande skillnad jämfört med beräkningarna i Bryngelsson m fl (2016) är att även utsläpp från mulljordar inkluderas. Data på arealer mulljordar i bruk för matproduktion är baserade främst på Pahkakangas m fl (2016); data på utsläpp per hektar av koldioxid och lustgas är baserade främst på Lindgren och Lundblad (2014).

En annan skillnad är att utsläpp från transporter inkluderas. Dessa avser transporter av inköpta varor till gård (foder, gödsel, etc), och av sålda varor från gård till vidareförädling, samt transporter till grossister och butiker. Data på energianvändning vid transporter är baserade främst på databasen NTM Calc (se <https://www.transportmeasures.org>).

Modellens resultat för år 2017 över växthusgasutsläpp per kg vara redovisas i Tabell A1 i Appendix.



## **4 Scenarioberäkningar för år 2045**

### **4.1 Scenario "Livsmedelsstrategin"**

#### **4.1.1 Scenariodefinerande förutsättningar och antaganden**

Detta scenario representerar en möjlig konkretisering av den så kallade "Livsmedelsstrategin" som presenterades av den svenska regeringen i januari 2017 (Prop. 2016/17:104). Det övergripande målet för livsmedelsstrategin är att den svenska livsmedelsproduktionen ökar, samtidigt som relevanta nationella miljömål nås. Ett konkret mål i strategin är också att minst 30 procent av jordbruksmarken brukas med ekologiska metoder år 2030. Detta kan jämföras med 19 procent år 2017.

SASM-modellen användes för att konkretisera detta scenario (se Jonasson 2018). Resultaten från SASM-körningen vad gäller produktion och konsumtion i detta scenario utgör indata för utsläppsberäkningarna med ALBIO-modellen. De viktigaste av dessa redovisas i avsnitten 4.1.2 till 4.1.4 nedan.

#### **4.1.2 Svensk jordbruksproduktion**

Tabell 1 ger en översikt av svensk jordbruksproduktion år 2045 i Livsmedelsstrategiscenariot. Produktionen av de flesta varor ökar jämfört med idag. Köttproduktionen ökar med knappt 30 procent jämfört med år 2017, och mjölkproduktionen med knappt 40 procent. En stor del av ökningen i mjölkproduktionen avsätts på exportmarknader i form av mjölkpulver.

Den ekologiska produktionen ökar för i princip samtliga varor, se Tabell 1. Särskilt stor är ökningen av ekologisk mjölk, som femdubblas jämfört med idag, och andelen ekologisk mjölk är drygt 60 procent av den totala produktionen år 2045.

#### **4.1.3 Svensk livsmedelskonsumtion**

Den svenska matkonsumtionen år 2045 bygger på konsumtionen 2017. Flertalet produkter antas i SASM-beräkningarna ha oförändrad efterfrågan per person, se Tabell 2. De förändringar av konsumtionen som uppstår beror därför främst på ökad befolkning, vilken antas öka från dagens 10 miljoner till 11,8 miljoner år 2045.

Konsumtion av mjölk, grädde och smör avviker från övriga produkter genom att trenden med minskad konsumtion per person antas bestå. I helmjölksekvivalenter minskar konsumtionen per person med knappt 20 procent jämfört med idag.

Köttkonsumtionen per person ökar något, med knappt 10 procent. Även konsumtionen av frukt och grönsaker antas öka.

**Tabell 1** Produktion i svenskt jordbruk för basåret 2017 och scenarierna för år 2045. Kvantiteter i tusen ton per år. Data för scenarierna ”Livsmedelsstrategin” och ”-50% nötkött” från SASM-modellen (Jonasson 2018).

Vara	2017 <sup>1</sup>	2045 ”Livsmedelsstrategin”		2045 ”-50% nötkött”		2045 ”-75% nötkött”	
	kvantitet	kvantitet	ändring fr. 2017	kvantitet	ändring fr. 2017	kvantitet	ändring fr. 2017
<b>Nötkött<sup>2</sup></b>	<b>138</b>	<b>117</b>	<b>-15%</b>	<b>117</b>	<b>-15%</b>	<b>85</b>	<b>-39%</b>
från mjölkkor	26%	34%		34%		47%	
från mjölkungdjur	28%	38%		38%		53%	
från dikoproduktion	46%	28%		28%		0%	
konventionellt	87%	76%	-25%	76%	-25%	69%	-51%
ekologiskt	13%	24%	+48%	24%	+48%	31%	+41%
<b>Lammkött<sup>2</sup></b>	<b>8,4</b>	<b>9,0</b>	<b>+7%</b>	<b>9,0</b>	<b>+7%</b>	<b>9,0</b>	<b>+7%</b>
<b>Griskött<sup>2</sup></b>	<b>220</b>	<b>358</b>	<b>+62%</b>	<b>347</b>	<b>+57%</b>	<b>347</b>	<b>+57%</b>
<b>Kycklingkött<sup>2</sup></b>	<b>153</b>	<b>178</b>	<b>+16%</b>	<b>244</b>	<b>+59%</b>	<b>244</b>	<b>+59%</b>
<b>Helmjök</b>	<b>2 780</b>	<b>3 840</b>	<b>+38%</b>	<b>3 840</b>	<b>+38%</b>	<b>3 840</b>	<b>+38%</b>
konventionell	86%	37%	-41%	37%	-41%	37%	-41%
ekologisk	14%	63%	+520%	63%	+520%	63%	+520%
<b>Ägg</b>	<b>121</b>	<b>177</b>	<b>+46%</b>	<b>177</b>	<b>+46%</b>	<b>177</b>	<b>+46%</b>
konventionell	83%	66%	+18%	66%	+18%	66%	+18%
ekologisk	17%	34%	+190%	34%	+190%	34%	+190%
<b>Spannmål</b>	<b>5 700</b>	<b>5 700</b>	<b>0%</b>	<b>5 700</b>	<b>0%</b>	<b>5 700</b>	<b>0%</b>
konventionell	95%	81%	-15%	81%	-15%	81%	-15%
ekologisk	5%	19%	+380%	19%	+380%	19%	+380%
<b>Raps</b>	<b>380</b>	<b>436</b>	<b>+16%</b>	<b>436</b>	<b>+16%</b>	<b>436</b>	<b>+16%</b>
konventionell	95%	85%	+4%	85%	+4%	85%	+4%
ekologisk	5%	15%	+260%	15%	+260%	15%	+260%
<b>Potatis</b>	<b>850</b>	<b>1 040</b>	<b>+22%</b>	<b>1 040</b>	<b>+22%</b>	<b>1 040</b>	<b>+22%</b>
konventionell	96%	88%	+12%	88%	+12%	88%	+12%
ekologisk	4%	12%	+250%	12%	+250%	12%	+250%
<b>Sockerbeter</b>	<b>1 960</b>	<b>2 340</b>	<b>+18%</b>	<b>2 340</b>	<b>+18%</b>	<b>2 340</b>	<b>+18%</b>
<b>Vall (slätter/bete)<sup>3</sup></b>	<b>4 840</b>	<b>4 800</b>	<b>-1%</b>	<b>4 800</b>	<b>-1%</b>	<b>4 300</b>	<b>-10%</b>
konventionell	81%	65%	-20%	65%	-20%	61%	-32%
ekologisk	19%	35%	+80%	35%	+80%	39%	78%
<b>Övriga grödor<sup>4</sup></b>	<b>200</b>	<b>370</b>	<b>+85%</b>	<b>370</b>	<b>+85%</b>	<b>400</b>	<b>+100%</b>

<sup>1</sup> Baserat på Jordbruksverket (2018g).

<sup>2</sup> Inklusive ben.

<sup>3</sup> Vikt i torrs substans

<sup>4</sup> Helsing, bönor, ärtor, köksväxter, etc. Vikt i torrs substans.

**Tabell 2** Matkonsumtion per person och år (i kg per person och år) för basåret 2017 och scenarierna för år 2045. Data för scenarierna ”Livsmedelsstrategin” och ”-50% nötkött” från SASM-modellen (Jonasson 2018).

Vara	2017 <sup>1</sup>	2045 ”Livsmedelsstrategin”	2045 ”-50% nötkött”	2045 ”-75% nötkött”
Kött <sup>2</sup>	85	90	87	81
Nötkött	26	26	13	7,2
Lammkött	1,9	1,9	1,9	1,9
Griskött	33	39	47	47
Kycklingkött	24	24	25	25
Ägg	15	15	15	15
Mjölk, filmjölk etc	109	76	76	76
Grädde	11,4	7,4	7,4	7,4
Smör <sup>3</sup>	4,8	3,1	3,1	3,1
Ost	19,7	19,7	19,7	19,7
Fisk	14,4	14,4	14,4	14,4
Spannmålsprodukter	84	84	84	82
Potatis	72	72	72	72
Vegetabilisk olja	3,6	4,6	4,6	4,6
Grönsaker	81	94	94	94
Frukt	110	127	127	127
Sötsaker, drycker	176	176	176	176
Övrigt (bönor, nötter, havrebaserad dryck, etc)	17	35	35	38

<sup>1</sup> Baserat på Jordbruksverket (2018a).

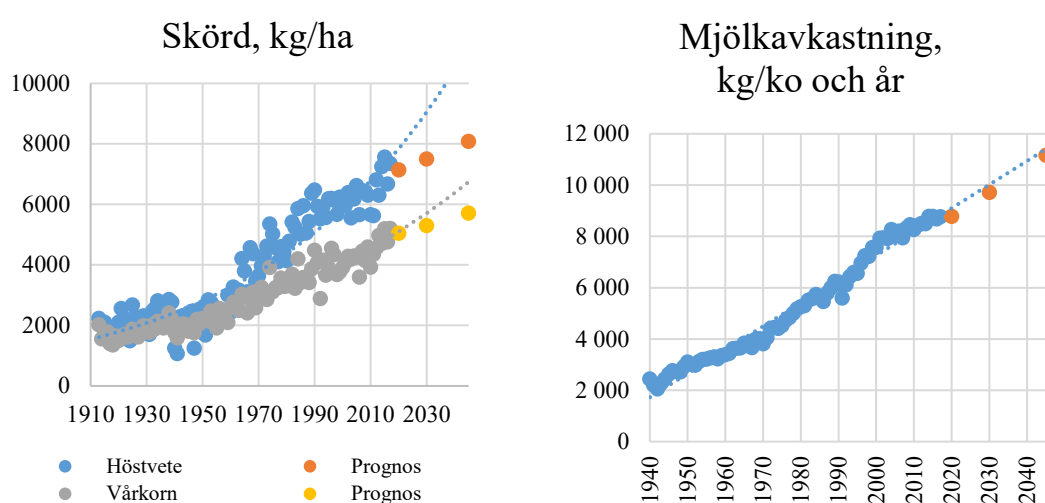
<sup>2</sup> Inklusivt ben.

<sup>3</sup> Inkluderar konsumtion av smör i bredmargarin bestående av blandade råvaror (vegetabiliska och smörbaserade).

#### 4.1.4 Produktivitet i växtodling och djurproduktion

En viktig faktor för storleken på utsläpp av växthusgaser per producerad enhet är produktivetsnivån i växtodlingen och djurproduktionen, i termer av till exempel skörd per hektar eller mjölkproduktion per ko.

De antagna nivåerna i SASM-beräkningarna för år 2045 baseras till stor del på den historiska trenden i Sverige. Antagandet som använts i beräkningarna är att hektarskördarna ökar med 0,5 procent per år för alla grödor. För vete och korn är detta lägre än den långsiktiga trenden, se Figur 1. Mjölkproduktionen antas öka med 1 procent per ko och år i beräkningarna. Detta ligger relativt väl i linje med trenden både på riktigt lång och något kortare sikt, se Figur 1.



**Figur 1** Historisk och förväntad produktivitet för spannmål och mjölk. Figurer från Jonasson (2018).

#### 4.2 Scenario "Minus 50 procent nötkött"

Produktion av nöt- och lammkött orsakar betydligt högre utsläpp av växthusgaser per mängd vara jämfört med flertalet andra matvaror (se Tabell A1 i Appendix). Jämfört med svenskt fläsk- och fågelkött orsakar svenskt nötkött ungefär 5 till 20 gånger högre växthusgasutsläpp. Jämfört med vegetabiliska proteinrika varor, som till exempel bönor, har nötkött omkring 100 gånger högre utsläpp räknat per mängd protein.

Att ersätta konsumtion av nöt- och lammkött med andra köttslag, eller proteinrika vegetabiliska alternativ, leder därför till betydande utsläppsminskningar, utan att intaget av protein minskar. I scenariot "Minus 50 procent nötkött" beräknas effekterna på växthusgasutsläpp av en halvering av nötköttskonsumtionen per person. För att hålla den totala köttkonsumtionen på likvärdig nivå antas konsumtionen per person av fläsk- och kycklingkött öka med 15 procent (se Tabell 2). Ökningen blir mindre än 50 procent eftersom

konsumtionen av fläsk och kyckling är större i absoluta tal jämfört med nötkött. I övrigt är matkonsumtionen densamma som i scenariot ”Livsmedelsstrategin”.

Minskningen i svensk konsumtion av nötkött antas inte påverka den svenska nötköttsproduktionen; istället antas konsumtionsminskningen leda till motsvarande minskning i importen av nötkött, vilken minskar med omkring 80 procent. Detta innebär att andelen svenskproducerat nötkött i konsumtionen går upp från cirka 40 procent till nära 80 procent.

Konsumtionsökningen av kycklingkött antas mötas med ökad svensk produktion, medan ökningen av fläskkonsumtionen antas mötas av ökad import. Den samlade svenska fläsk- och kycklingproduktionen ökar med knappt 10 procent jämfört med scenariot ”Livsmedelsstrategin”.

#### **4.3 Scenario ”Minus 75 procent nötkött”**

I detta scenario antas en än större minskning av nötköttskonsumtionen, närmare bestämt med knappt 75 procent jämfört med idag (se Tabell 2). Konsumtionen av nötkött minskas till den mängd som produceras som bi-produkt från svenska mjölkkrasdjur. All nötköttskonsumtion tillgodoses alltså genom uppfödning av mjölkungdjur samt kött från utslaktade mjölkkor. Ingen produktion av nötkött från dikosystem sker.

Konsumtionsminskningen antas kompenseras fullt ut med avseende på proteinintag genom ökad konsumtion av bönor; per person ökar denna med drygt 60 procent (från 4,4 kg till 7,2 kg per år). I övrigt är matkonsumtionen densamma som i scenariot ”Minus 50% nötkött”.

Till skillnad från scenariot med halverad nötköttskonsumtion leder konsumtionsminskningen av nötkött till minskad svensk nötköttsproduktion, med knappt 30 procent jämfört med i ”Livsmedelsstrategin” (se Tabell 1). Men även nötköttsimporten minskar, till noll, dvs allt nötkött som konsumeras i detta scenario är svenskproducerat.

Som en följd av den minskade produktionen minskar antalet svenska nötkreatur i detta scenario till 0,93 miljoner, från 1,2 miljoner i ”Livsmedelsstrategin”, se Tabell A3 i Appendix. Alla nötkreatur är mjölkkrasdjur, eftersom konsumtionen minskar så mycket att ingen dikobaserad produktion behövs för att tillgodose nötköttskonsumtionen.

#### **4.4 Scenario ”Åtgärder i produktionsledet”**

Genom olika förändringar i produktionssätt och tekniker kan utsläppen av växthusgaser och kväve från produktionen minskas. I detta scenario beräknas inverkan av följande åtgärder:

- 1) Flytgödselsystem för stallgödselhanteringen i all nötkreatursproduktion. Övergång från fastgödsel och djupströ till flytgödsel minskar utsläppen av främst lustgas och ammoniak.
- 2) Myllning eller injektion vid spridning av flytgödsel. Detta minskar ammoniakutsläppen vid spridningen, och de totala kväveförlusterna från stallgödselhanteringen. Detta minskar i sin tur behovet av mineralgödsel och biologisk kvävefixering i växtodlingen.
- 3) Täckning med fackling av flytgödselbrunnar i nöt-, lamm-, och grisproduktion för att minska utsläppen av metan. Antagen minskning av metan är 90 procent och implementeringsgrad 80 procent.
- 4) Spridning av så kallade nitrifikationshämmare, vilka minskar utsläppen av lustgas från jordbruksmark. Spridning antas göras på all åkermark, men inte på permanenta betesmarker. Antagen minskning av lustgas är 40 procent och implementeringsgrad 95 procent.
- 5) Fodertillsatser för nötkreatur och får för att minska bildningen av metan i foder-smältningen. Antagen minskning av metanutsläppen är 20 procent och implementeringsgrad 80 procent.

Underlagen för de kvantitativa antagandena för täckning och fackling, nitrifikationshämmare samt fodertillsatser redovisas i Bryngelsson m fl (2016). Utsläpp av ammoniak från stallgödsellagring och spridning baseras på Karlsson & Rodhe (2002) samt Berglund (2017).

Det måste understrykas att de antagna minskningseffekterna och implementeringstakten för åtgärderna är mycket optimistiska. De antagna implementeringsgraderna är för samtliga åtgärder nära 100 procent. För att dessa antaganden ska bli verklighet krävs gynnsam teknisk utveckling, och framför allt verksamma styrmedel som driver på implementeringen av åtgärderna.

I detta scenario antas ovanstående åtgärder implementeras även i EUs jordbruksproduktion, och därmed i de länder i EU som exporterar matvaror till Sverige. De flesta av åtgärderna listade ovan är kostnadsdrivande, och det är inte troligt att de skulle implementeras i mycket stor utsträckning enbart i ett fåtal av EUs länder, eftersom detta skulle innebära kännbara konkurrensnackdelar för jordbruket i dessa länder. I den mån dessa åtgärder implementeras är det därför sannolikt att detta skulle ske som ett led i en samordnad klimatpolitik för jordbruket inom EU.

Utöver ovanstående finns andra åtgärder som kan vara av stor betydelse, som till exempel biogasproduktion från stallgödsel, återvätning av mulljordar, och olika insatser för att höja halterna av markkol. Effekterna av sådana åtgärder behandlas i själva utredningen (Naturvårdsverket/Jordbruksverket 2019).

## 5 Resultat

I detta kapitel redovisas beräknade utsläpp av växthusgaser och ammoniak, uppdelat på de som sker från svensk jordbruksproduktion och som huvudsakligen sker inom landets gränser (avsnitt 5.1), och de som orsakas av svenskars konsumtion av livsmedel (avsnitt 5.2). I det sistnämnda fallet inkluderas samtliga utsläpp, oavsett var de sker geografiskt.

### 5.1 Svenskt jordbruk

De modellberäknade utsläppen av växthusgaser från svensk jordbruksproduktion redovisas i Figur 2-5. Figurerna 2 och 3 visar utsläppen för samtliga inkluderade utsläppskällor, medan Figurerna 4 och 5 endast inkluderar utsläpp av lustgas från mark, lustgas och metan från stallgödsel, metan från fodermältning, samt ”indirekta” utsläpp av lustgas (dvs utsläppskällorna 1-4 beskrivna i avsnitt 2). Dessa är de utsläppskategorier som traditionellt bokförs under jordbrukssektorn i svensk statistik (se <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-jordbruk/>).

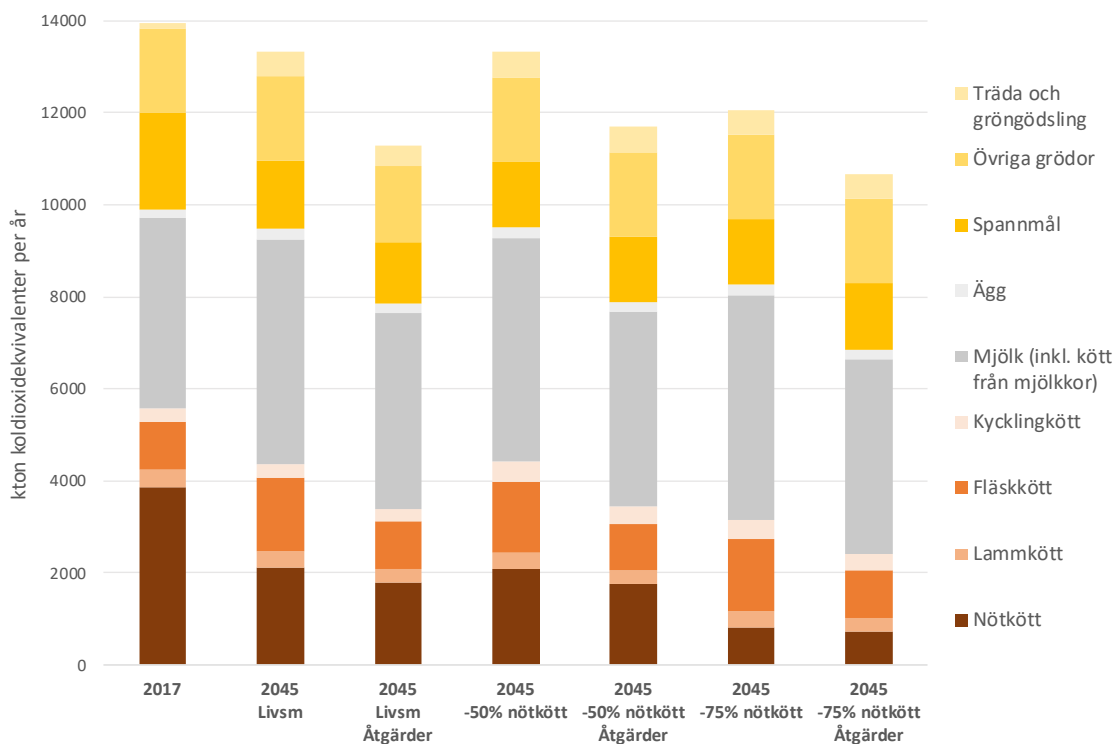
Det bör också noteras att en del av utsläppen som redovisas i Figurerna 2 och 3 inte sker på svenskt territorium. Detta gäller utsläppen från produktion av mineralgödsel och andra insatsmedel, samt delvis även elproduktionens utsläpp.

#### 5.1.1 Utsläpp från svenskt jordbruk i scenariot ”Livsmedelsstrategin”

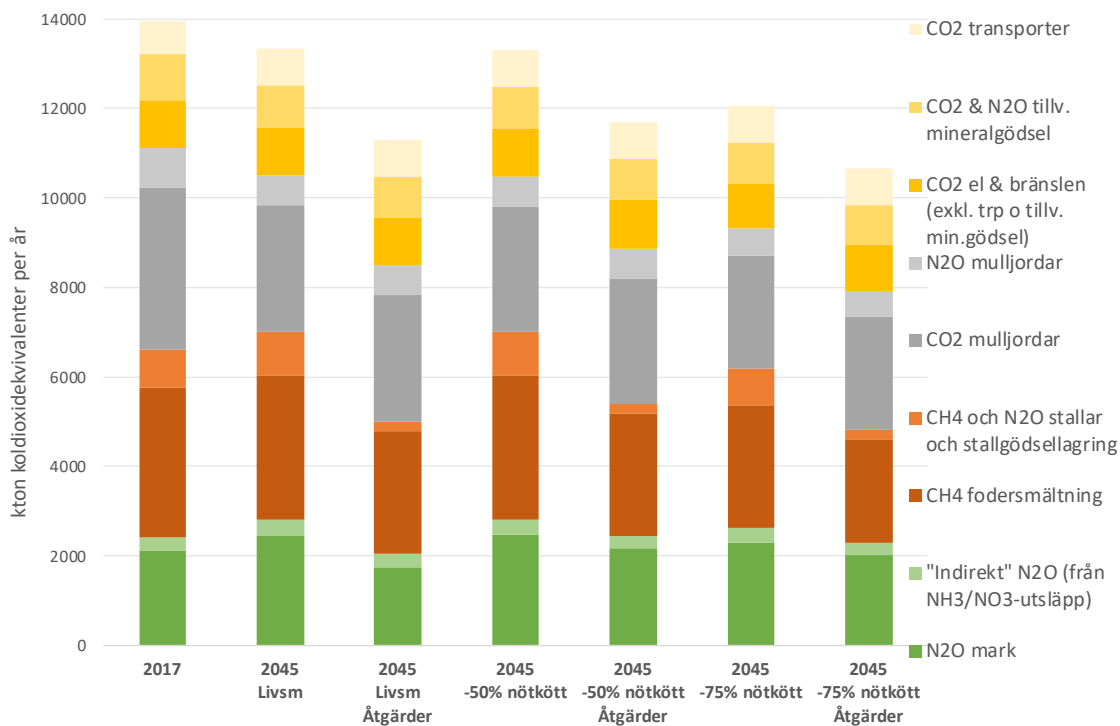
Trots den väsentligt ökade produktionen i ”Livsmedelsstrategin” (se Tabell 1) ökar inte de totala växthusgasutsläppen; tvärtom minskar utsläppen för flertalet utsläppskällor jämfört med idag (se Figur 2-3). De faktorer som mest bidrar till att hålla nere utsläppen i detta scenario är i) minskad nötköttsproduktion, ii) högre mjölkavkastning hos mjölkkor, och iii) högre skördar per hektar i spannmåls- och vallodlingen. Det sistnämnda innebär bland annat att arealen brukad mulljord minskar, vilket väsentligt minskar utsläppen från mulljordar (se Figur 3).

Det ska dock understrykas att den minskning från mulljordar som redovisas här delvis bara är bokföringsmässig, eftersom utsläppen från mulljordar inte upphör när dessa tas ur produktion för jordbruksvaror. För att åstadkomma faktiskt minskade utsläpp måste de mulljordar som tas ur produktion återvätas, dvs återställas till våtmarker (Jordbruksverket 2018h). Beräkningar av potentialen för utsläppsminskningar genom återvätning redovisas i själva utredningen (Naturvårdsverket/Jordbruksverket 2019).

I motsats till växthusgaserna ökar ammoniakutsläppen i detta scenario, med drygt 10 procent (se Figur 6), främst till följd av den stora ökningen av mjölkproduktionen.

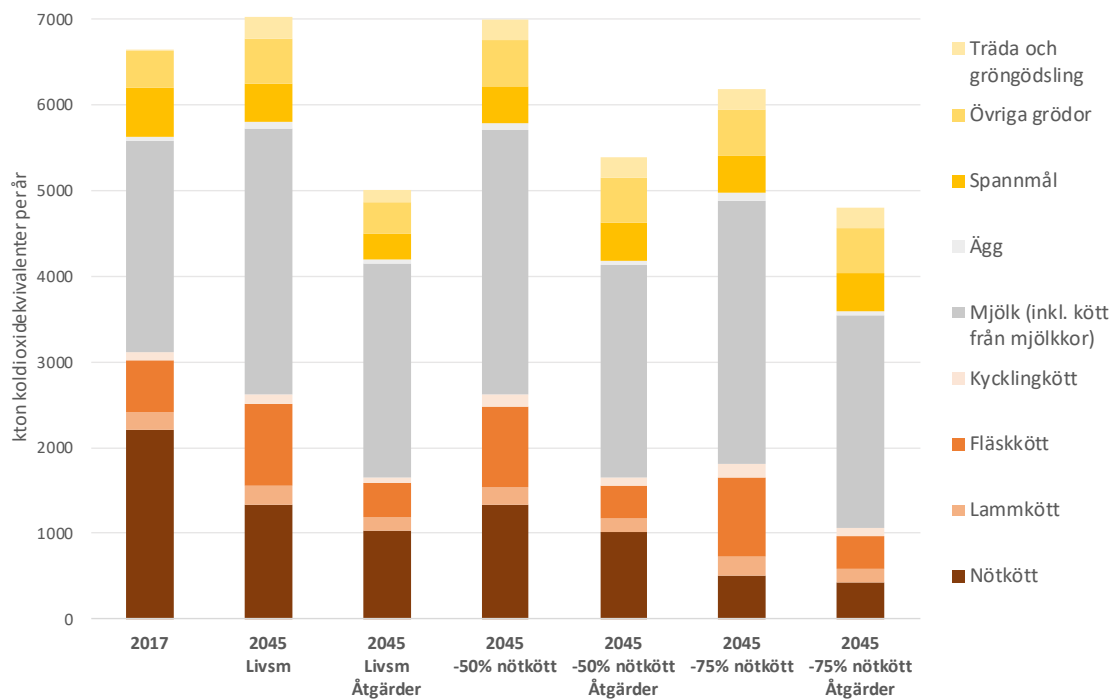


**Figur 2** Utsläpp av växthusgaser från svenskt jordbruk år 2017 och i scenarierna för år 2045, uppdelade per produktionstyp.

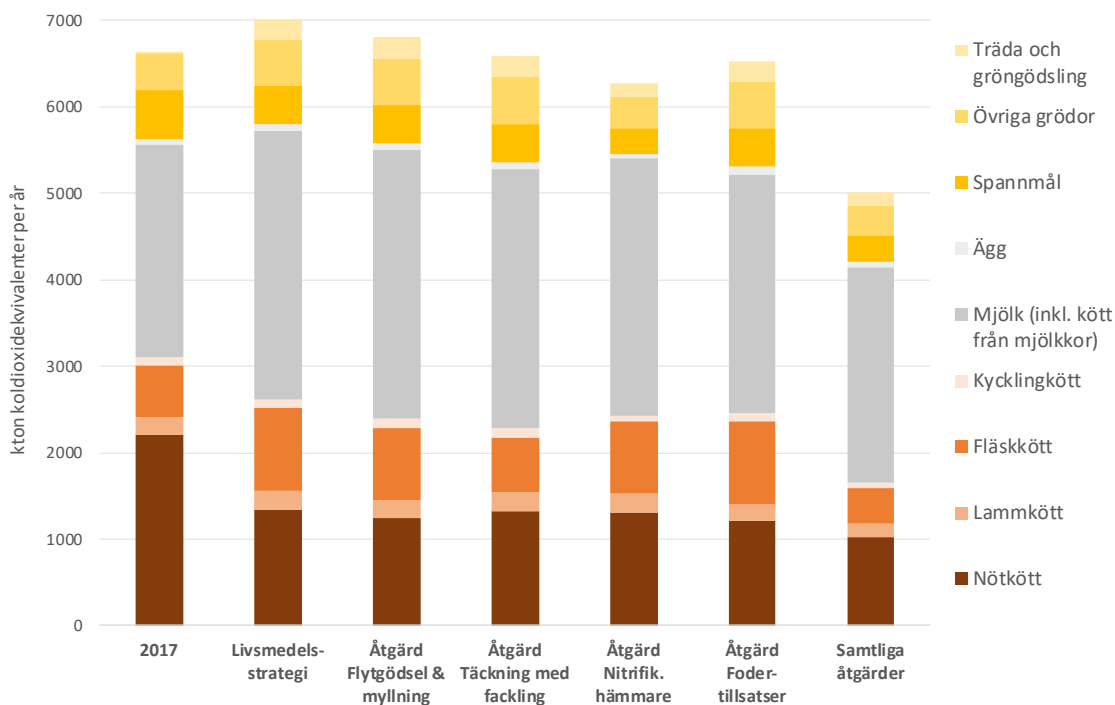


**Figur 3** Utsläpp av växthusgaser från svenskt jordbruk år 2017 och i scenarierna för år 2045, uppdelade per gas och utsläppskälla.

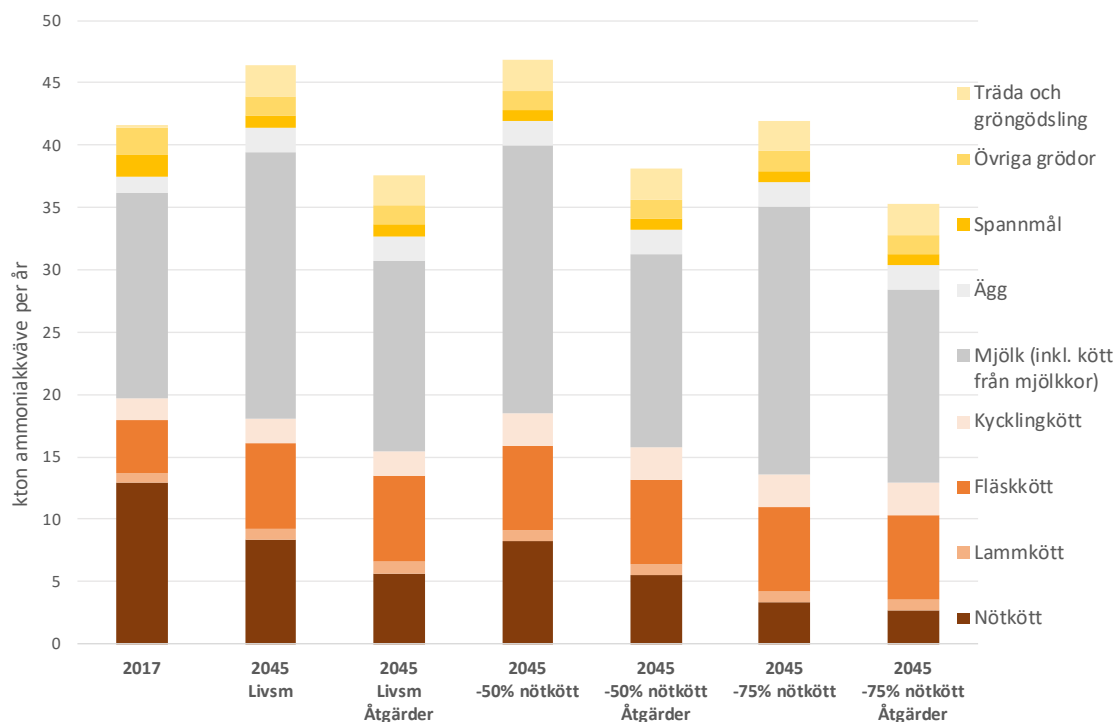




**Figur 4** Utsläpp av växthusgaser från svenskt jordbruk år 2017 och i scenarierna för år 2045. Data inkluderar enbart utsläpp av lustgas från mark, lustgas och metan från stallgödsel, metan från fodermältning, samt ”indirekta” utsläpp av lustgas.



**Figur 5** Utsläpp av växthusgaser från svenskt jordbruk i scenariot ”Livsmedelsstrategi” i kombination med olika utsläppsminskade åtgärder i produktionsledet (se avsnitt 4.4). Data inkluderar enbart utsläpp av lustgas från mark, lustgas och metan från stallgödsel, metan från fodermältning, samt ”indirekta” utsläpp av lustgas.



**Figur 6** Utsläpp av ammoniak från svenskt jordbruk år 2017 och i scenarierna för år 2045.

### 5.1.2 Utsläpp från svenskt jordbruk i scenariot "Minus 50% nötkött"

I scenariot med halverad nötköttskonsumtion antas importen av nötkött minska lika mycket som konsumtionen, vilket innebär att den svenska produktionen av nötkött inte förändras jämfört med i "Livsmedelsstrategin". Den enda betydande förändringen i den svenska jordbruksproduktionen är en väsentlig ökning av produktionen av kycklingkött, med knappt 40 procent jämfört med i "Livsmedelsstrategin" (Tabell 1).

Utsläppen av växthusgaser och ammoniak från svenskt jordbruk förändras därför inte nämnvärt i detta scenario jämfört med i "Livsmedelsstrategin". Den stora effekten är istället minskade utsläpp utanför Sveriges gränser, se avsnitt 5.2.2.

### 5.1.3 Utsläpp från svenskt jordbruk i scenariot "Minus 75% nötkött"

Till skillnad från föregående scenario minskar utsläppen av växthusgaser och ammoniak från svenskt jordbruk i detta scenario med cirka 10 procent jämfört med i "Livsmedelsstrategin". Detta beror på att svensk nötköttsproduktion minskar med knappt 30 procent jämfört med i "Livsmedelsstrategin" (se Tabell 1).

Ökningen av konsumtionen av bönor som antas i detta scenario (se avsnitt 4.3) antas leda till en motsvarande ökning i den svenska produktion av bönor. Utsläppsökningarna till följd av produktionsökningen av bönor är mycket liten, och utgör bara drygt 1 procent av den utsläppsminskning som erhålls med minskad nötköttsproduktion.

#### **5.1.4 Utsläpp från svenskt jordbruk i scenariot ”Åtgärder i produktionsledet”**

Effekten av de utsläppsminskande åtgärder som antas införas i detta scenario (se avsnitt 4.4) beräknades för samtliga tre produktions- och konsumtionsscenarioer. Minskningarna av växthusgasutsläppen är i relativa termer ungefär lika stora i alla tre fallen. För de utsläppskategorier som åtgärderna riktas mot (dvs de som redovisas i Figurerna 4-5) ligger minskningen kring 30 procent.

I absoluta tal minskar växthusgasutsläppen med omkring 2 miljoner ton per år när åtgärderna tillämpas i scenariot ”Livsmedelsstrategin”. Mer specifikt fördelar sig dessa på minskade utsläpp av metan/lustgas från stallgödsel (0,8 miljoner ton), lustgas från mark (0,7 miljoner ton), och metan från idisslare (0,5 miljoner ton).

Den åtgärd som ensam minskar utsläppen mest är spridning av nitrifikationshämmare (se Figur 5), som minskar utsläppen med drygt 10 procent. Övriga åtgärder har enskilda mindre effekt, men sammantagna minskar åtgärderna utsläppen med cirka 30 procent i ”Livsmedelsstrategin”.

Värt att notera är även att ammoniakutsläppen minskar väsentligt till följd av åtgärderna flytgödselsystem och myllning vid stallgödselspridning (åtgärderna 1 och 2 i avsnitt 4.4). I fallet med ”Livsmedelsstrategin” minskar dessa åtgärder sammantagna ammoniakutsläppen med knappt 20 procent (se Figur 6).

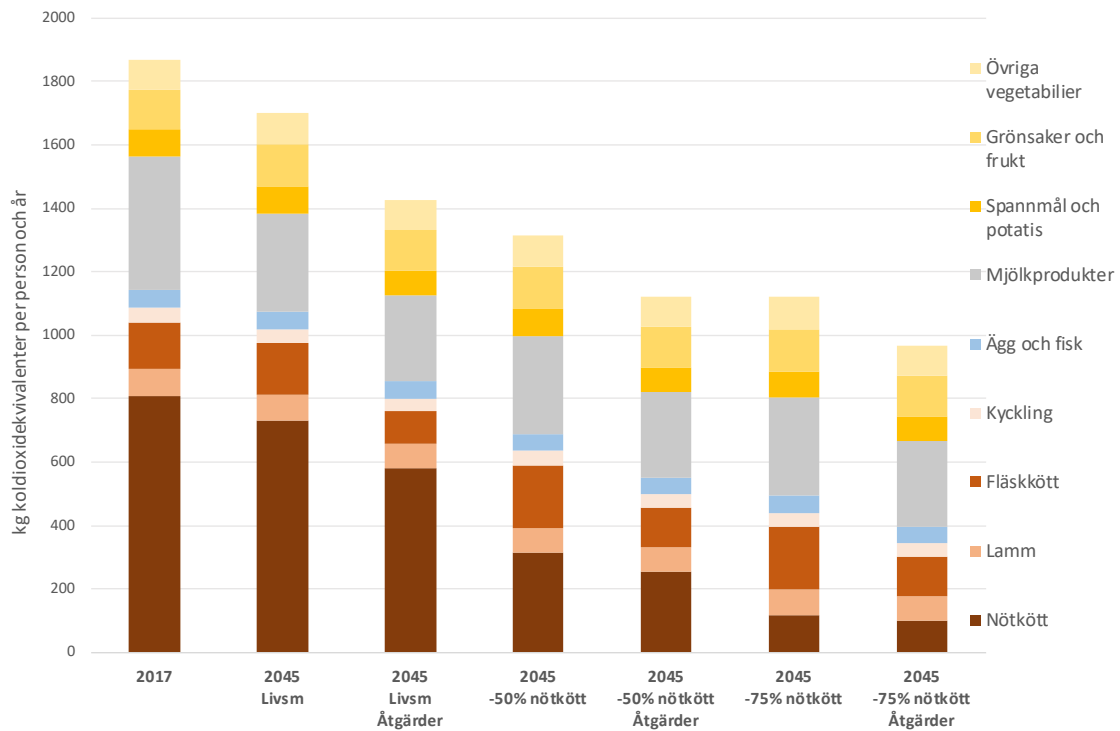
## **5.2 Svensk livsmedelskonsumtion**

Beräknade utsläpp av växthusgaser per person från svensk livsmedelskonsumtion redovisas i Figur 7 och 8. Figur 7 visar utsläppen för samtliga inkluderade utsläppskällor, medan Figur 8 *inte* redovisar utsläpp från el & bränslen, transporter samt produktion av insatsmedel. I båda figurerna inkluderas utsläpp oavsett matens geografiska ursprung. När det gäller importerad mat ingår utsläpp från transporter till Sverige.

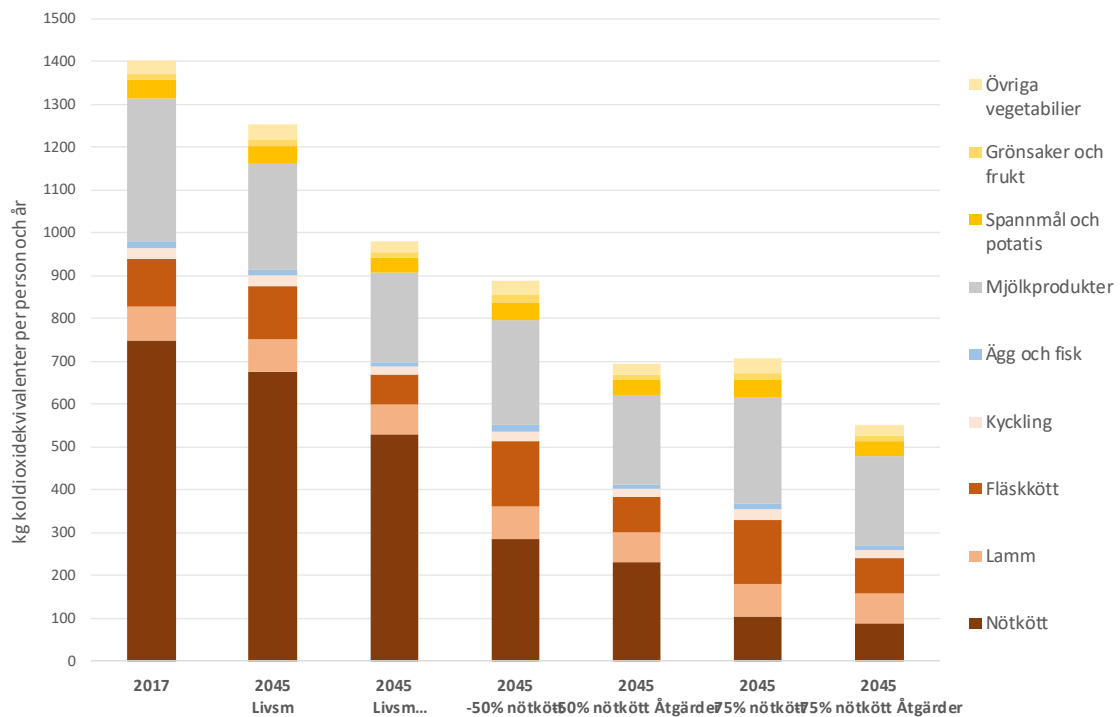
Figur 9 visar markanvändning kopplad till svensk matkonsumtion. Denna figur redovisar användning av alla typer av jordbruksmark, inklusive för permanenta grödor (som t ex fruktträd).

### **5.2.1 Utsläpp från svensk matkonsumtion i scenariot ”Livsmedelsstrategin”**

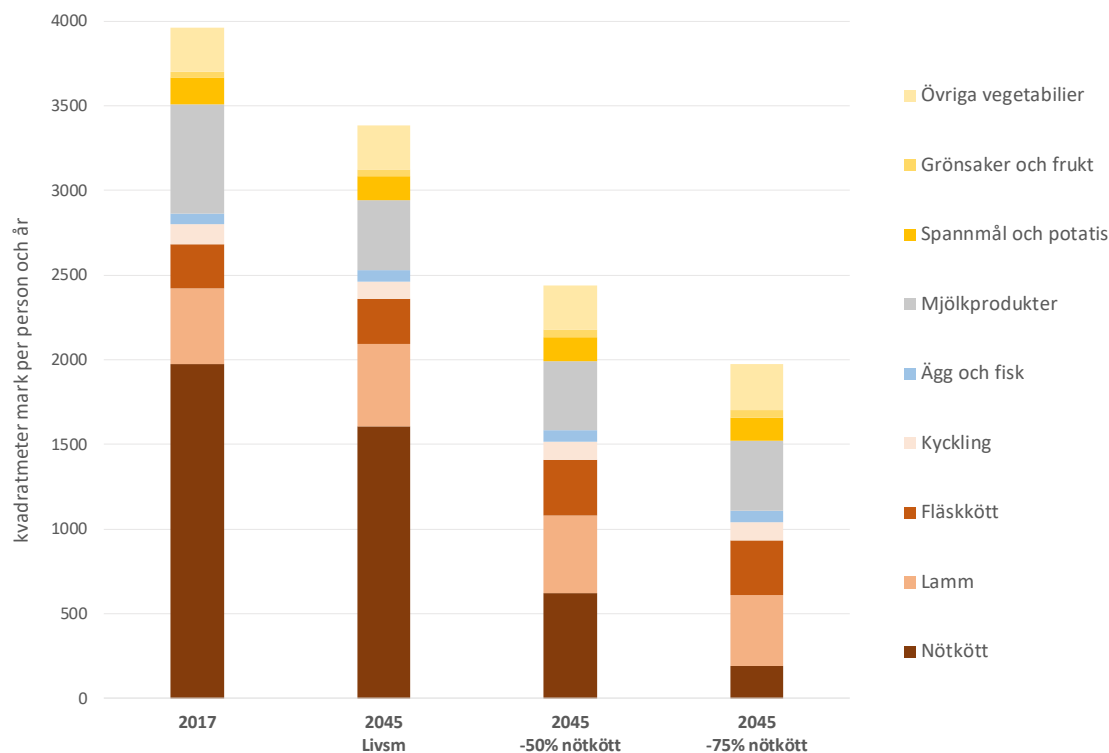
Jämfört med idag minskar de konsumtionsrelaterade utsläppen per person i scenariot ”Livsmedelsstrategin” med omkring 10 procent (se Figurer 7-8) . Detta beror främst på minskad mjölkkonsumtion, men även ökad effektivitet och produktivitet bidrar (se avsnitt 4.1.4). Utsläppen från mjölkkonsumtionen är följaktligen de som minskar mest, med cirka 110 kg, eller ca 25 procent.



**Figur 7** Utsläpp av växthusgaser från svensk livsmedelskonsumtion år 2017 och i scenarierna för år 2045. Data inkluderar samtliga utsläppskällor (se lista i avsnitt 2).



**Figur 8** Utsläpp av växthusgaser från svensk livsmedelskonsumtion år 2017 och i scenarierna för år 2045. Data inkluderar inte utsläpp av från el & bränslen, transporter samt tillverkning av insatsmedel (dvs utsläpp för kategorierna 6-8 i avsnitt 2 är inte inkluderade här).



**Figur 9** Användning av mark för svensk livsmedelskonsumtion år 2017 och i scenarierna för år 2045. Inkluderar markanvändning för importerad mat.

### 5.2.2 Utsläpp från svensk matkonsumtion i scenariot "Minus 50% nötkött"

Trots att den totala köttkonsumtionen i detta scenario är på samma nivå som idag minskar växthusgasutsläppen per person med cirka 30 procent. Detta beror främst på att konsumtion av nötkött till hälften här ersätts med fläsk- och kycklingkött, och de totala utsläppen från köttkonsumtionen minskar med drygt 40 procent (se Figur 7).

Även markbehovet för den svenska matkonsumtionen minskar kraftigt i detta scenario, med knappt 40 procent (se Figur 9).

### 5.2.3 Utsläpp från svenskt matkonsumtion i scenariot "Minus 75% nötkött"

Den ännu högre graden av substitution av nötkött med annan mat i detta scenario innebär än större utsläppsminskningar, och växthusgasutsläppen per person går ner med cirka 40 procent jämfört med idag.

Värt att notera är att det nötkött som konsumeras i detta scenario helt och hållet består av kött från utslaktade mjölkkor respektive ungdjur av mjölkras uppfödda för slakt. Dessa svarar för ungefär hälften vardera av det konsumerade nötköttet. Eftersom utsläppen från mjölkdjuren kan fördelas även över dess mjölkproduktion blir utsläppsbördan per kg nötkött lägre jämfört med renodlad nötköttsproduktion som nyttjar köttresdjur

(se Tabell A1 i Appendix). I detta scenario är därför utsläppen per kg konsumerat nötkött relativt lågt, eller närmare bestämt bara hälften så stora som idag (se Tabell A2).

#### **5.2.4 Utsläpp från svenskt matkonsumtion i scenariot "Åtgärder i produktionsledet"**

De utsläppsminskande åtgärder som antas införas i detta scenario (se avsnitt 4.4) ger i kombination med minskad nötköttkonsumtion mycket betydande utsläppsminskningar (se Figurer 7-8). I fallet med halverad nötköttkonsumtion minskar utsläppen per person med 40 procent jämfört med idag om man beaktar alla utsläppskällor, och med 50 procent om man exkluderar utsläppen från energianvändning (Figur 8). I scenariot med ytterligare minskad nötköttkonsumtion går de icke energirelaterade utsläppen ner till knappt 550 kg per person, att jämföra med 1400 kg idag.

## 6 Referenser

- Berglund M (2017) Emissionsfaktorer för utvärdering av klimateffekter av vissa insatser i landsbygdsprogrammet. Hushållningssällskapet Halland
- Bryngelsson D, Wirsenius S, Hedenus F, Sonesson U (2016) How can the EU climate targets be met? A combined analysis of technological and demand-side changes in food and agriculture. *Food Policy* 59: 152-164.
- Jonasson, L (2018). Scenarier för jordbrukets klimatpåverkan med livsmedelsstrategin och ändrad konsumtion. PM över beräkningar med SASM-modellen.
- Jordbruksverket (2018a). Livsmedelskonsumtion och näringsinnehåll: Uppgifter till och med 2017. Statistiska meddelanden JO44SM1801.
- Jordbruksverket (2018b). Marknadsrapport griskött: Utvecklingen till och med 2017.
- Jordbruksverket (2018c). Marknadsrapport lammkött: Utvecklingen till och med 2017.
- Jordbruksverket (2018d). Marknadsrapport matfågel: Utvecklingen till och med 2017.
- Jordbruksverket (2018e). Marknadsrapport nötkött: Utvecklingen till och med 2017.
- Jordbruksverket (2018f). Marknadsrapport ägg: Utvecklingen till och med 2017.
- Jordbruksverket (2018g). Skörd för ekologisk och konventionell odling 2017. Statistiska meddelanden JO14SM1801.
- Jordbruksverket (2018h). Återvätning av organogen jordbruksmark som klimatåtgärd.
- Karlsson S, Rodhe L (2002). Emissionsfaktorer för ammoniak vid lagring och spridning av stallgödsel. JTI
- Lesschen JP, Velthof GL, de Vries W, Kros J (2011) Differentiation of nitrous oxide emission factors for agricultural soils. *Environmental Pollution* 159:3215-322.
- Lindgren, A., Lundblad, M. (2014). Towards new reporting of drained organic soils under the UNFCCC – assessment of emission factors and areas in Sweden. SLU.
- Moraes LE, Strathe AB, Fadel JG, Casper DP, Kebreab E, (2014) Prediction of enteric methane emissions from cattle. *Global Change Biology* 20:2140–2148.
- Naturvårdsverket (2018) Beskrivning av SASM: En ekonomisk optimeringsmodell över jordbrukssektorn i Sverige. Rapport 6815.
- Naturvårdsverket/Jordbruksverket (2019) Minskade utsläpp av växthusgaser från jordbruket med ökad produktion? - Scenarier till 2045 för utsläpp och upptag av växthusgaser inom jordbrukssektorn. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/Tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/Jordbrukssektorns-klimatpaverkan/>
- Pahkakangas, S., Berglund, Ö., Lundblad, M., Karlton, E. (2016). Markanvändning på organogena jordar i Sverige – en översikt av markanvändningen inom jord- och skogsbruk samt förändringar i markanvändning under perioden 1983-2014. SLU.
- Prop. 2016/17:104 (2017). En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet. Regeringens proposition 2016/17:104.
- Rodhe LKK, Ascue J, Willén A, Persson BV, Nordberg Å (2015) Greenhouse gas emissions from storage and field application of anaerobically digested and non-digested cattle slurry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 199:358-368
- Shcherbak I, Millar N, Robertson GP. (2014) Global metaanalysis of the nonlinear response of soil nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions to fertilizer nitrogen. *PNAS* 111 (25) 9199-9204.

## Appendix

**Tabell A1** Växthusgasutsläpp per *producerad* matvara (kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter/kg matvara) för basåret 2017 och scenarierna för år 2045. Avser genomsnitt för svensk produktion.

Matvara	2017	2045 "Livsmedelsstrategin", 2045 "-50% nötkött, 2045 "-75% nötkött"	2045 "Åtgärder pro- duktionsledet"
Nötkött <sup>1</sup>			
Kött från mjölkkor	19	17	15
Kött från tjurkalvar mjölkkras	31	26	23
Kött från dikoproduktion (dvs nötkreatur av kötttrastyp)	58	49	39
Lammkött <sup>1</sup>	53	48	41
Griskött <sup>1</sup>	5,4	5,3	3,5
Kycklingkött <sup>1</sup>	2,5	2,5	2,3
Ägg <sup>2</sup>	1,7	1,6	1,4
Helmjök	1,3	1,2	1,0
Spannmål	0,64	0,56	0,50
Raps	1,2	1,1	1,0
Ärtor och bönor	0,73	0,64	0,58
Potatis	0,11	0,10	0,09
Sockerbetor	0,068	0,060	0,053

<sup>1</sup> Slaktkropp exklusive ben.

<sup>2</sup> Exklusive skal.



**Tabell A2** Växthusgasutsläpp per *konsumerad* matvara (kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter/kg matvara) för basåret 2017 och scenarierna för år 2045. Avser genomsnitt för svensk konsumtion inklusive importerad vara.

Matvara	2017	2045 "Livs- medels- strate- gin"	2045 "- 50% nötkött	2045 "- 75% nötkött"	2045 "Livsm" + Åtgär- der"	2045 "- 50% nötkött + Åtgär- der	2045 "- 75% nötkött" + Åtgär- der
Nötkött <sup>1</sup>	48	41	35	24	32	29	21
Lammkött <sup>2</sup>	55	52	52	52	49	49	49
Griskött <sup>1</sup>	6,0	5,7	5,7	5,7	3,7	3,7	3,7
Kycklingkött <sup>2</sup>	2,7	2,5	2,5	2,5	2,3	2,3	2,3
Ägg <sup>3</sup>	1,8	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4	1,4
Mjölk 1,5% fett	1,0	0,93	0,93	0,93	0,82	0,82	0,82
Mjölk 3,0% fett	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0
Grädde 15% fett	3,0	2,8	2,8	2,8	2,5	2,5	2,5
Grädde 40% fett	6,8	6,3	6,3	6,3	5,5	5,5	5,5
Smör	13	12	12	12	11	11	11
Ost 28% fett	9,7	8,2	8,2	8,2	7,1	7,1	7,1
Fisk <sup>4</sup>	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Spannmålspro- dukter	0,96	0,92	0,92	0,92	0,85	0,85	0,85
Potatis	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14
Vegetabilisk olja	2,6	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3
Grönsaker	0,78	0,71	0,71	0,71	0,69	0,69	0,69
Frukt	0,71	0,65	0,65	0,65	0,63	0,63	0,63
Sötsaker, drycker	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Övrigt (bönor, nötter etc)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1

<sup>1</sup> Styckat kött.

<sup>2</sup> Slaktkropp exklusive ben.

<sup>3</sup> Exklusive skal.

<sup>4</sup> Rensad och filead vara.

**Tabell A3** Antal djur (i tusental) i svensk djurproduktion för basåret 2017 och scenarierna för år 2045.

	2017	2045 "Livsmedelsstrategin"	2045 "-50% nötkött"	2045 "-75% nötkött"
<b>Nötkreatur</b>	<b>1 430</b>	<b>1 190</b>	<b>1 190</b>	<b>930</b>
Mjölkkor	320	350	350	350
Dikor (dvs kor av kötttras)	220	100	100	0
Kvigor för rekrytering	330	310	310	280
Stutar/tjurar av mjölkras	200	210	210	210
Stutar/tjurar av kötttras	80	40	40	0
Kvigor av mjölkras	20	20	20	20
Kvigor av kötttras	70	35	35	0
Kalvar mjölkras (< 3 månader)	50	65	65	70
Kalvar kötttras (< 7 månader)	120	55	55	0
<b>Grisar</b>				
Suggor	135	150	145	145
<b>Fjäderfä</b>				
Värphöns	7 800	8 700	8 700	8 700