

Koll på kolet

Kolflödet i det svenska jordbruks- och livsmedelssystemet



KUNGL. SKOGS- OCH LANTBRUKSAKADEMIENS
TIDSKRIFT

Nummer 2 • 2021
Årgång 160

Ansvarig utgivare Eva Pettersson, akademiens sekreterare och vd, KSLA

Text Gunnar Rundgren

Omslagsbild David Mark/Pixabay

Grafisk form Ylva Nordin, KSLA

Tryckeri Gävle Offset, Gävle

Tryckår/månad 2021/10

Upplaga 1500 ex

ISSN 0023-5350

ISBN 978-91-88567-53-6 (tryck), 978-91-88567-54-3 (pdf)

*Samtliga av de senaste årens utgivna nummer finns tillgängliga
som nedladdningsbara filer på akademiens hemsida www.ksla.se.*



Koll på kolet

Kolflödet i det svenska jordbruks- och livsmedelssystemet



KUNGL. SKOGS- OCH LANTBRUKSAKADEMIEN

Innehåll

Förord	7
1. Sammanfattning	8
2. Introduktion	10
2.1 Syfte	10
2.2 Avgränsning	10
2.3 Markens kolbalans	11
2.4 Begrepp och förkortningar	12
3. Resultat	16
3.1 Åker och betesmark	16
3.2 Skörden och dess användning	18
3.3 Djurhållningen	18
3.4 Utrikeshandel	23
3.5 Livsmedelsindustrin	24
3.6 Oljeväxter, vegetabilisk olja och biodiesel samt etanol	25
3.7 Livsmedelskonsumtionen och människan	26
3.8 Avlopp, matavfall och biogas	26
4. Slutsatser och diskussion	28
4.1 En god övergripande bild	28
4.2 Kol och klimatpåverkan	28
4.3 Djurhållningen	29
4.4 Handel och global marknadsintegration	30
4.5 Människan	30
4.5 Framtida forskning och utveckling	30
5. Metod	31
5.1 Grundförutsättningar	31
5.2 Kolinnehåll i skördar, råvaror och produkter	31
5.3 Beräkning av nettoprimärproduktionen och koltillförsel till marken	32
5.4 Skörden och dess användning	32
5.5 Djurhållningen	34
5.6 Utrikeshandel	38
5.7 Livsmedelsindustrin och handel	38
5.8 Oljeväxter, vegetabilisk olja och biodiesel	40
5.9 Livsmedelskonsumtionen och människan	41
5.10 Avlopp, matavfall och biogas	42
5.11 Osäkerhet	43
Referenser	44

Förord

Grundämnet kol är byggstenen i allt liv. I jordbruket spelar fotosyntesen en central roll genom att med solen som energikälla fånga in luftens koldioxid och bygga komplexa föreningar i form av kolhydrater, protein och vegetabiliska fetter. De i sin tur utgör grunden för vår mat, antingen direkt i form av spannmål, frukt, bär och grönsaker eller indirekt som animaliska livsmedel.

Denna rapport redovisar en unik sammanställning av kolets kretslopp i den svenska värdekedjan för livsmedel. Den redovisar var i kedjan som kolet binds in, lagras i mark och livsmedel och var svinn och läckage uppstår.

Rapporten är skriven av Gunnar Rundgren, hedersdoktor, bonde, konsult, debattör, författare och KSLA-ledamot. Med stöd av medel från Carl-Fredrik von Horns fond har Gunnar läst och sammanställt stora mängder statistik från forskning och myndigheter. Han har granskat jordbruk och industri, växtodling och djurhållning, livsmedel och matavfall, import och export, för att få en övergripande bild av kolflöden i livsmedelssystemet. För att kunna optimera värdekedjan ur produktivets-, miljö- och klimataspekt är det helt avgörande att ta reda på hur de olika länkarna i livsmedelskedjan förmår ta vara på den skapade resursen.

Rapporten har tillkommit som en del av arbetet i KSLA:s kommitté för markkol och klimatnytta, där Gunnar Rundgren är medlem. Kommittémedlemmarna Lennart Wikström (ordförande), Helena Aronsson (sekreterare), Jens Berggren, Martin Krokstorp, Thomas Kätterer, Stina Olofsson, Peter Sylwan, Lars Törner och Marcus Willert har lämnat synpunkter på texten och bidragit med inspiration genom många och livliga diskussioner.

Det är KSLA:s förhoppning att rapporten ska ge ett viktigt bidrag i utvecklingen av mer hållbara produktionssystem och förbättra möjligheterna för jordbruket och hela livsmedelskedjan att aktivt bidra till ett klimatneutralt Sverige 2045.

Eva Pettersson
Akademiens sekreterare

1. Sammanfattning

I diskussionen om det svenska jordbrukets klimatpåverkan eller dess potential som kolsänka saknas ofta underlag och en klar bild av flödena av kol i jordbruket. I livscykelanalyser definieras systemgränser ofta mellan primärproduktion och förädlingssteget och leden studeras separat. Genom att hela flödet kartläggs kan resultaten av undersökningar och livscykelanalyser av delflöden, som svinn, skördeuppskattningar, foderanvändning och växthusgasutsläpp valideras. Detta gäller även för analyser av annat än kol eftersom flödena i stort är desamma för näringsämnen, energi med mera.

Denna rapport kartlägger det årliga flödet av kol genom det svenska jordbruks- och livsmedelssystemet 2017–2018. Någon sådan kartläggning har inte tidigare gjorts, även om delflöden dokumenterats.

Kartläggningen pekar på stora luckor i den offentliga statistiken samt svagheter i existerande data och analyser av delflöden. Även i denna kartläggning finns relativt stor osäkerhet i resultaten men den övergripande bilden är klar. De viktigaste observationerna är:

Den totala inbindningen av kol via fotosyntesen i det svenska jordbrukssystemet (åker och betesmark) uppgår till drygt 21 miljoner ton kol. Av detta förs cirka 6 miljoner ton bort med skördade produkter, och drygt 2 miljoner ton kommer tillbaka som gödsel, slam med mera. Spannmål (inklusive halm) och vall dominerar den svenska växtodlingen och utgör tillsammans över 90 procent av den totala kolskörden. Huvuddelen av de 15 miljoner ton som finns kvar på åkrarna omsätts av mikroorganismerna i jorden och avgår förr eller senare till atmosfären som koldioxid (och små mängder metan). Differensen mellan kolinbindningen¹ genom fotosyntesen, samt återförsel av kol från livsmedelssystemet och avgången av koldioxid och metan till atmosfären samt lösligt kol till vatten utgör kolinlagring i jordbruksmark.

Utöver skördarna tillförs jordbruks- och livsmedelssystemet cirka 1,9 miljoner ton kol genom import och samtidigt förs 1,4 miljoner ton ut via export. Den största importkategorin är vegetabiliska oljor och råvaror för produktion av biodiesel. Exporten domineras av spannmål och spannmålsbaserade produkter som sprit, etanol och malt.

Djurhållningen använder årligen drygt 3,5 miljoner ton kol i foder, varav nötkreaturen står för 2,2 miljoner ton, svin för 0,38 miljoner ton, fjäderfä för 0,32 miljoner ton och hästar för 0,55 miljoner ton. Övriga djur (får, get, ren, sällskapsdjur) använder cirka 0,2 miljoner ton. Vallfoder utgör cirka 2/3 av allt foder och spannmål cirka 1/5. Olika restprodukter och oljekraftfoder utgör huvuddelen av resten. Hälften av kolet i djurens foder återfinns i gödsel som förs tillbaka till åkrarna. Djurhållningen levererar livsmedel som innehåller 0,37 miljoner ton kol och övriga produkter om 0,1 miljoner ton. Med ett begränsat perspektiv framstår djurhållningen som ineffektiv. Samtidigt spelar den en central roll i upprätthållandet av markens bördighet, tillvaratagande av råvaror av sekunda kvalitet samt biprodukter. Näringsinnehållet i de animaliska livsmedlen är också betydligt högre än de använda foderråvarorna, varav det mesta inte kan användas som livsmedel.

Livsmedelsindustri, handel och energiproduktion omsätter cirka 2,8 miljoner ton kol. Cirka 1,2 miljoner ton återfinns i konsumtionsledet (hushåll och restauranger) varav cirka 1 miljon ton slutligen äts av människor. Det som normalt sett kallas matsvinn verkar vara av större omfattning än i tidigare beräkningar och samtidigt finns ett överintag av livsmedel i minst samma storleksordning.

Man får helt olika bild av importens betydelse beroende på vilka data man jämför. Ungefär 54 procent av den mat, räknat på kolinnehåll, som svenska konsumenter äter är gjord på utländsk råvara om import av foder och råvaror till livsmedelsindustrin

1. I denna rapport används begreppet kolinbindning för fotosyntesens bindning av CO₂ från atmosfären och begreppet kolinlagring för kol som finns i mer stabila former i jorden.

inkluderas. Nettoimportens storlek i förhållande till den totala råvaruförbrukningen i jordbruks- och livsmedelssystemet är samtidigt endast 8 procent.

Det mesta avfallet och biprodukterna tas om hand på ett eller annat sätt, fördelat på ett stort antal användningsområden.

Även om rapporten inte räknar på olika metoders potential att lagra in kol i åkermarken, ger den perspektiv på hur sambanden ser ut och på avvägningar mellan bortförel av kol från odlingssystemet och möjlig kolinlagring. Den bekräftar vallodlingens och djurhållningens betydelse för kolinlagring i åkermark.

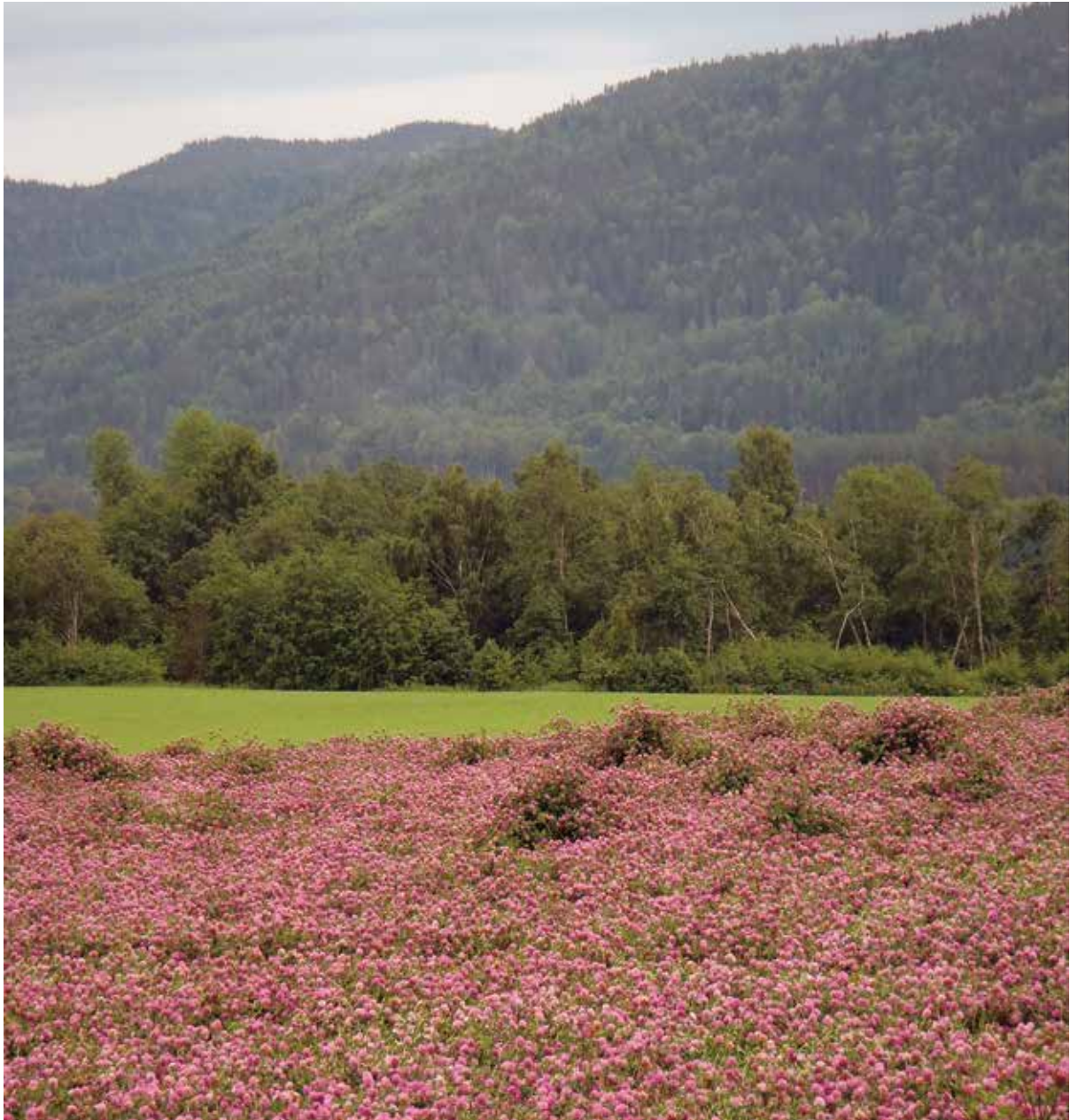


Foto: Ylva Nordin.

2. Introduktion

2.1 Syfte

Denna kartläggning av det svenska jordbruks- och livsmedelssystemet strävar efter att ge en bild av hur kol flödar i systemet. Kol är den grundläggande byggstenen i det biologiska systemet och analysen är därför en kartläggning av det organiska materialet med en gemensam enhet. På grund av det organiska materialets energiinnehåll ligger en kolflödesanalys också nära en analys av energiflödet. I runda svängar motsvarar 1 kg kol 10 000 kcal.

Genom att ha en korrekt bild av flödena ökar möjligheterna att optimera dessa och uppskatta potentialen för att exempelvis binda kol i odlingsystemet, utvinna energi eller återföra kol från senare led i livsmedelskedjan till jordbruket. En övergripande analys ger också en möjlighet att bedöma rimligheten i analyser av delsystem eftersom summan av alla flöden in i ett system ska motsvara flödena ut ur systemet med hänsyn taget till lagerförändringar.

Genom kartläggningen skapas en bild av djurhållningens roll i flödet av biomassa i jordbruket, vilket i sin tur reser frågor om markanvändning och den optimala mixen mellan växter och djur i det svenska livsmedelssystemet. Kolbalansen i handelsutbytet och handelns proportion av den totala omsättningen av kol ger också ett perspektiv på självförsörjningsgrad och sårbarhet. Frågor om hur kol bäst tas om hand väcks också, exempelvis vad det skulle innebära att producera mer biogas av olika restflöden. Kartläggningen kan således vara underlag för framtida forskning och utveckling och bidra till ett hållbart samhälle.

Även om kartläggningen inte går in i beräkningar av kolbalanser för åkermarken eller diskuterar metoder för att öka kolinlagringen så ger den värdefull information för att sätta in sådana diskussioner i ett sammanhang.

Någon motsvarande kartläggning har inte gjorts för Sverige, men Linderholms rapport *Sveriges självförsörjningsgrad* (2018) analyserar energiflödet i det svenska jordbruket, vilket har relativt stor överlappning. Den svenska klimatrapporteringen innehåller också många beräkningar av delflöden som är rele-

vanta i sammanhanget. Wolf *et al.* (2015) har gjort en analys av de globala flödena och Adentona och Layzell (2019) har gjort en kartläggning av kol- och energiflödet i det kanadensiska livsmedelssystemet.

2.2 Avgränsning

Beräkningarna avser de totala flödena i jordbruks- och livsmedelssystemet, det vill säga de omfattar även svenska jordbruksprodukter som används till annat än livsmedel (utländska jordbruksprodukter som inte används som foder eller livsmedel, exempelvis bomullskläder, ingår däremot inte) samt livsmedelsprodukter som inte härstammar från jordbruket (exempelvis vild fisk och vilt). Den del av bioenergiflödena som har beröring med det svenska jordbruket och livsmedelskedjan ingår i beräkningarna, däremot inte den stora del som utgörs av import av biobränslen eller av råvaror till biobränsleproduktionen annat än om de ger restprodukter som används som foder.

Kolinnehållet i drivmedel eller det som är inbäddat i insatsmedel som handelsgödsel ingår inte i beräkningarna, inte heller utsläpp av växthusgaser utom koldioxid och metan för att de innehåller kol (CH₄).

Beräkningarna avser ett års tid. Data för odlingsarealer och skörd baserar sig på 2017, mjölkproduktionen för säsongen juli 2017–juni 2018 medan övriga data är för år 2018. Logiken i detta är att det mesta av skörden 2017 omsätts som foder till djurprodukter, bearbetas i livsmedelsindustrin och konsumeras under 2018. På grund av mjölkens snabba omsättning och att korna äter vallfoder, varav stora mängder skördas tidigt på året, var det rimligt att använda en tidigare period för mjölkproduktionen. På det stora hela är produktionen i livsmedelsindustrin och konsumtionen relativt stabil över åren och avgränsningen över året spelar därför inte särskilt stor roll för resultatet. Skördarna på fält varierar mycket mer, med år 2018 som ett extremt exempel,

vilket är orsaken att 2018 års skörd inte har använts i beräkningarna. Året 2017 avviker inte nämnvärt från de tre föregående åren (se mer under Metod).

2.3 Markens kolbalans

Kol är huvudbyggstenen i allt liv på jorden. Organiskt material generellt består till ungefär hälften av kol borträknat vatten. Kolförrådet i marken är mycket stort. Marken innehåller ungefär tre gånger mer kol än atmosfären och ungefär hälften så mycket kol som de totala förråden av tillgängliga fossila bränslen (Global Carbon Project 2020). Hur stort kolförrådet i marken är på en viss plats styrs av den historiska balansen mellan tillförsel av organiskt material och dess nedbrytning. Koltillförselns storlek bestäms av fotosyntesen, den process i gröna växtdelar i vilken koldioxid och vatten med hjälp av solljus omvandlas till socker och syrgas. I växten används sockret tillsammans med näringsämnen som tas upp ur marken för att syntetisera en mångfald av organiska föreningar. Hur stor fotosyntesen är styrs av klimat, markegenskaper, grödval, gödsling, bevattning, växtskydd och brukarens skicklighet.

Grödval och hur mycket av skörderesterna som lämnas kvar i fält styr i sin tur hur mycket av kolet

som stannar kvar i jorden. Nedbrytningen av organiskt material i marken kan påverkas genom bevattning, dikning och jordbearbetning, men bara till viss del. I första hand styrs nedbrytningen av temperatur och vattenhalt i marken. Är det varmt och lagom fuktigt så bryts organiskt material ned väldigt snabbt. Däremot går det långsamt när marken är kall eller torr. Bördiga marker, skickliga jordbrukare och många soltimmar under sommarhalvåret leder till att jordbruksgrödorna i Sverige producerar relativt bra. Nedbrytningen går ganska sakta under vinterhalvåret. Detta är orsaken till att kolförrådet i svenska jordar är förhållandevis högt jämfört med till exempel i tropiska jordar. Inlagring av kol är också kopplat till inlagring av viktiga näringsämnen, som kväve och fosfor, eftersom det organiska materialet innehåller relativt bestämda proportioner av kol, kväve och fosfor.



Foton: J P Lenio och Annie Spratt.

Det kol som blir kvar i organiska föreningar i marken omsätts i huvudsak genom mikrobiell aktivitet. Huvuddelen avges till atmosfären som koldioxid igen medan mindre mängder stabiliseras i marken eller läcker som lösligt kol till grundvatten eller vattendrag. Dessa processer har inte kvantifierats i denna rapport.

Nedbrytningen kan inte tolkas enbart som en förlust eftersom den samtidigt frigör näring och energi till insekter och andra mikroorganismer i jorden, vilka i sin tur utgör föda åt exempelvis fåglar och andra djur. Ett rikt mikroliv i en jord är förbundet med goda egenskaper som sammanfattas i begreppet jordhälsa. Mikrolivet har samtidigt stor betydelse för kolinlagringen eftersom mycket av det kol som lagras långsiktigt i jorden utgörs av rester av döda mikroorganismer (Liang *et al.* 2019). Nedbrytningen av organiskt material gör också näringsämnen tillgängliga för växterna.

2.4 Begrepp och förkortningar

C: kemisk beteckning för kol.

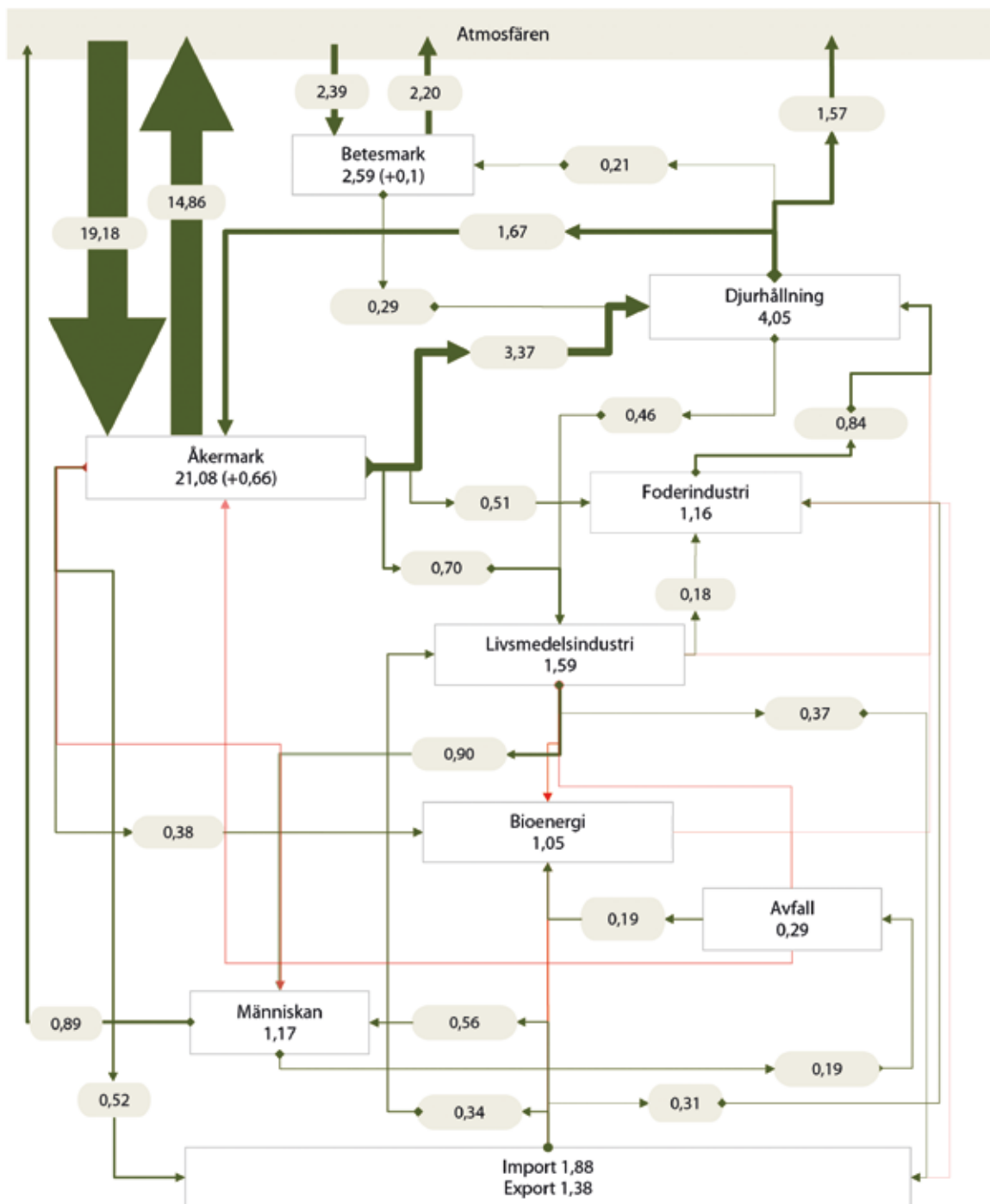
C-kvot: Andelen kol i produkt, kan beräknas på torrsubstans (ts) eller färskvikt (våt vikt). I rapporten avses kolandelen av torrsubstansen om inte annat uttryckligen anges.

Nettoprimärproduktion (NPP): Växternas fotosyntes minus växternas andning.

Rhizodeposition: Organiska föreningar som tillförs marken via levande rötter under en viss tid, vanligtvis ett år, det vill säga enskilda rötter som dör, rothår, rotceller som slits av när roten växer genom marken, samt glykoproteiner och polysackarider som rötterna utsöndrar som smörjmedel när de växer samt andra organiska signalsubstanser.

Denna rapport är författad av Gunnar Rundgren, på uppdrag av KSLA:s kommitté för markkol och klimatnytta. Thomas Kätterer har bidragit med beräkningar av NPP och resonemang runt detta. Usman Akram har bidragit med beräkningar och analys av djurens metabolism, flöden av gödsel, avfall och biogas i konsultation med Uno Wennergren. Maria Henriksson, Rolf Spörndly och Rasmus Einarsson har givit värdefull bakgrundsinformation om djurens foder. Synpunkter på rapporten har givits av Uno Wennergren, Thomas Kätterer, Helena Aronsson, Stina Olofsson och Jens Berggren. Gunnar Rundgren har det slutliga ansvaret för innehållet.

FIGUR 1: KOLFLÖDE I DET SVENSKA JORDBRUKS- OCH LIVSMEDELSSYSTEMET



Siffrorna anger miljoner ton kol. Flöden mindre än 10 000 ton har utelämnats (de finns i tabell 1). Oförklarade differenser och vissa externa flöden (fiske, vilt, sågspån och torv till strö) har också utelämnats. Flöden mindre än 100 000 ton har markerats med en tunn röd linje utan angivande av mängd. Grovleken på pilarna motsvarar inte exakt flödenas storlek men motsvarar deras respektive storleksordning. Siffror inom parentes uttrycker lagerförändring.

TABELL 1: ÖVERGRIPANDE KOLFLÖDEN

Ton C	IN	UT Export	Djurhållning	Foderindustri	Livsmedels- industri	Bioenergi	Åkermark
Åkermark	21 017 239	517 580	2 987 998	505 407	696 863	381 933	84 227
Skörd	5 483 338						
Halm och stubb	5 251 792						
Rotrester	5 093 849						
Rotexudat	3 349 210						
Gödsel	1 667 135						
Importerad gödsel	8 936						
Utsäde	84 227						
Livsmedelsindustri	7 052						
Slam och dylikt	72 388						
Betesmark	2 594 818		288 478				
Betad mängd	278 348						
Obetat gräs	278 348						
Rotrester	1 111 003						
Rotexudat	721 555						
Gödsel	205 564						
Djurhållning	4 045 474		7 881		462 347		1 667 135
Foder och strö direkt från gårdar	2 768 432						
Bete	288 478						
Från foderindustri	837 245						
Från livsmedelsindustri	50 649						
Från bioenergi	64 060						
Från avfall	603						
Strö från andra källor	36 008						
Foderindustri	1 162 993	94 603	837 245				
Från gårdar	505 407						
Från livsmedelsindustri	163 167						
Från olja och bioenergiindustri	183 264						
Import	306 457						
Fisk	4 698						
Import	1 877 684			306 457	339 781	653 686	8 936
Livsmedelsindustri	1 536 365	372 867	50 649	163 167		12 257	7 052
Från gårdar växtodling	696 863						
Från djurhållning	462 347						
Import	339 781						
Fiske	32 079						
Vilt	5 295						
Bioenergi och oljeindustri	1 047 876	395 896	64 060	183 264	82 442		
Från gårdar	381 933						
Från livsmedelsindustri	12 257						
Import	653 686						
Konsumtion	1 216 431						
Från livsmedelsindustri	604 747						
Från gårdar	49 153						
Import	562 531						
Avfall, biogas och avloppsrening	291 933		603		603	193 087	72 388
Människan	189 559						
Gödsel	30 182						
Livsmedelsindustri	31 880						
Bioenergiindustri	22 634						
Övrig industri	17 677						
		1 380 948	4 236 912	1 158 295	1 582 036	1 240 963	1 900 103

Betesmark	Avfall & avlopp	Utsläpp till vatten och luft	Förbränning	Övrigt/Svinn	Konsumtion	Summa	Differens in /ut
	2 987	14 803 349	64 622	263 120	49 153	20 357 239	660 000
		2 206 340				2 494 818	100 000
205 564	30 182	1 572 739				3 986 960	58 513
						931 849	231 144
				4 866	562 531	1 876 258	1 426
	31 880	19 492		54 022	604 747	1 316 133	220 232
	22 634			349 871		1 098 167	- 50 291
	189 559	887 476		997		1 078 032	138 399
		16 366		23 368		306 415	- 14 482
205 564	277 244	19 607 928	64 622	696 243	1 216 431	33 567 289	1 284 577

Foto: S Bellandi.

3. Resultat

De övergripande flödena av kol visas på föregående uppslag (tabell 1) och i flödesschemat (figur 1) på sidan 13. Härfter presenteras de olika stegen och flödena mer utförligt. Om det finns stora skillnader i värdet för flödet IN och flödet UT i ett visst steg diskuteras detta. I kapitlet Metod förklaras hur värdena räknats fram samt den osäkerhet som finns.

3.1 Åker och betesmark

Av den totala nettoprimärproduktionen på drygt 21 miljoner ton C från åker och betesmark hamnar hälften i rötter och rhizodeposition, 27 procent i de skördade produkterna och 25 procent finns i skörderester, främst halm, varav en mindre del också förs bort från åkrarna (tabell 2).

TABELL 2

Fördelning nettoprimärproduktion		
	Miljoner ton C	Procent
Skördade produkter	5,76	27 %
Stubb och skörderester	5,53	26 %
Rötter	6,20	29 %
Rhizodeposition	4,07	19 %
Summa	21,57	

Nettoprimärproduktionen på åkermark uppskattas till 19,2 miljoner ton C och på naturbetesmark² till 2,4 miljoner ton. Av denna förs 5,76 miljoner ton bort från åkern i form av skördade produkter och 0,63 miljoner ton som restprodukter (främst halm). Till åkermarken förs samtidigt 1,8 miljoner ton C tillbaka i form av gödsel och avfallsprodukter från livsmedelsindustrin och avfallshantering. 0,28 miljoner ton C betas av djuren på naturbetesmarken och 0,18 miljoner ton C finns i gödseln från de betande djuren. Nettobortförslaget av kol från naturbetesmar-

ken är således endast 0,1 miljoner ton C. Uttryckt per hektar förs i genomsnitt 2,23 ton C bort per hektar från åkermarken medan endast 0,23 ton C förs bort per hektar från naturbetesmarken.

3.1.1 Kolbalans åkermark

Koltillförslaget till åkermarken genom fotosyntesen minus det som förs bort uppgår enligt beräkningarna till 12,7 miljoner ton. Utöver detta förs cirka 1,7 miljoner ton tillbaka i form av gödsel och andra avfallsprodukter. Som beskrivits tidigare omsätts det mesta av detta i jorden. Det ligger utanför rapportens ambition att kartlägga hur flödena i jorden ser ut och hur stor nettoinlagring eller förlust av kol som sker. Poeplau *et al.* (2015) uppskattar att netto-kolbindningen i mineraljordarna är 0,66 miljoner ton kol årligen. Utöver de kolflöden som har direkt samband med nettoprimärproduktionen sker en betydande förlust av kol genom nedbrytning av mulljordar vilken uppskattas till drygt 1 miljoner ton kol årligen (Naturvårdsverket 2021). Dessa värden har inte undersökts närmare i denna rapport men redovisas i flödesdiagrammet och tabell 1 och tabell 3 (nedan). Se vidare också under Diskussion.

3.1.2 Kolbalans betesmark

Enligt en rapport från Jordbruksverket (2010) lagrar svensk naturbetesmark i genomsnitt in mindre än 100 kg kol per hektar och år, sammanlagt cirka 100 000 ton kol per år. Kolinnehållet i betesmarkerna är samtidigt höga och uppgår till cirka 100 ton per hektar enligt samma källa, det vill säga betydligt

2. Bete på åkermark räknas som en del av åkermark.



Foto: Dendoktoor.

TABELL 3

Kolbalans växtodling åkermark		
IN	Ton C	Andel
Nettoprimärproduktion	19 178 189	91,2 %
Gödsel	1 667 135	7,9 %
Importerad gödsel	8 248	0,0 %
Utsäde	84 227	0,4 %
Slam och dylikt	79 440	0,4 %
Summa	21 017 239	
UT	Ton C	Andel
Export	517 580	2,5 %
Djurhållning	2 987 998	14,7 %
Foderindustri	505 407	2,5 %
Livsmedelsindustri och handel	746 017	3,7 %
Bioenergi	381 933	1,9 %
Avfall	2 987	0,0 %
Utsäde	84 227	0,4 %
Förbränning	64 622	0,3 %
Oskördat, svinn m m	263 120	1,3 %
Koldioxid till luft	14 803 349	72,7 %
Summa	20 357 239	
Differens	660 000	

Inkluderar inte avgång från organiska jordar vilka uppgår till drygt 1 miljon ton. Andelen av skörd som går till djurhållning är sannolikt överskattad.

större kolmängd per hektar än i åkermark. Dessa värden har inte undersökts närmare i denna rapport men redovisas i flödesdiagrammet och tabell 1.

3.1.3 Skillnad mellan vall och spannmål

Då spannmål och vall helt dominerar det svenska jordbruket kan det vara givande att studera deras respektive kolbalanser.

En jämförelse mellan odlingen av höstvetete och vall visar att den uppskattade genomsnittliga nettoprimärproduktionen är likartad på mellan 8,5–9 ton C per hektar. Potentialen för nettoprimärproduktionen torde vara högre i vall eftersom den har aktiv fotosyntes under hela odlings säsongen, men vall odlas ofta med lägre intensitet (mindre insatser) och på sämre jord med sämre mikroklimat än vete. Bortförsl med skörd är relativt likartad om man plöjer ned halmen i höstvetetodlingen (drygt hälften av all vete halm brukas ned efter skörd). Förs delar av halmen bort sker en större bortförsl från veteodlingen. I vallarna är en mycket högre del av kolet allokerat till rötter och rhizodeposition vilka bidrar mer till jordens långsiktiga kolförråd (Villarino *et al.* 2021). Utöver det är vallodling starkt kopplat till djurhållning (kor, får, hästar) vilket betyder att det är en betydande återförsl av kol via stallgödseln (även om det inte är säkert att gödseln hamnar på just de åkrar som har vall). Med det som bakgrund är det rätt uppenbart att vallodling med återförsl av gödsel kan öka kolförrådet, medan veteodling med bortförsl av halm har svårt att upprätthålla mullhalten. I exemplet nedan räknas med att vallodlingarna får hälften av all gödsel, vilket ungefär motsvarar vallandelen av det totala fodret. En beräkning som

TABELL 4

Ton C per hektar						
	Total NPP	Skörd	Halm	Återförd gödsel	C kvar i jord med halmskörd	C kvar i jord med nedbrukad halm
Höstvete	8,50	2,85	1,71	0,00	3,95	5,65
Slättervall	9,09	2,71		0,91	7,29	7,29

i tabell 4 ovan ger inget besked om hur mycket kol som lagras in långsiktigt i jorden, det mesta kommer i båda fallen att brytas ned och avgå till atmosfären. Möjligheterna till kolinlagring är betydligt högre i fallet med vallodling och djurhållning än i en spannmålsdominerad växtodling.

3.2 Skörden och dess användning

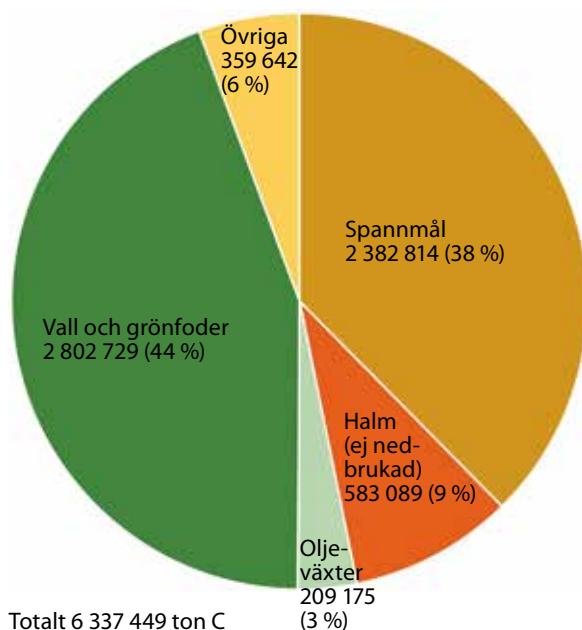
Se också tabell 3 ovan. Spannmål (inklusive halm) och vall dominerar den svenska växtodlingen och

utgör tillsammans över 90 procent av den totala kol-skörden.

Av den bortförda skörden på åkermark används cirka 55 procent till djurfoder antingen direkt eller via foderindustrin.³ Av skörden används 6 procent som strö för djurhållningen. Ungefär lika stora delar av skörden exporteras⁴ (i huvudsak spannmål) som går till den svenska livsmedelsindustrin. Bioenergiproduktionen, i huvudsak etanol från spannmål, tar hand om 6 procent. Mindre mängder bränns (främst halm) för energiändamål och cirka 4 procent är svinn eller skördas inte, i huvudsak vall. En procent går tillbaka till jorden som utsäde.

Av spannmålsskörden användes 41 procent till djurfoder, 26 procent exporterades, 17 procent användes till livsmedel (inklusive malt och öltillverkning), 13 procent till bioenergi och alkohol samt 3 procent till utsäde. Eftersom stora mängder malt, sprit och drivmedelsetanol också exporteras är den egentliga exporten av spannmål mycket större. Mer än en tredjedel av spannmålsskörden exporteras i en eller annan form och produkter av spannmål utgör halva livsmedellexporten.

FIGUR 2: FÖRDELNING AV SKÖRD, TON C



3.3 Djurhållningen

Djurhållningens alla flöden, inklusive djurens metabolism, är mycket viktiga och samtidigt svåra att beräkna. Det finns ett stort (cirka 600 000 ton) oförklarad gap i mängden foder som tillförs djurhållningen och det som används, enligt de beräkningar som gjorts baserade på realistisk användning inklusive spill och överutfodring (se mer under Metod). Här redovisas de värden för foder som räknats fram utifrån en realistisk användning.

3. Utöver det kommer vissa restprodukter från andra led i kedjan också att bli djurfoder.

4. Utöver de grödor som exporteras mer eller mindre direkt från lantbruken exporterar också livsmedelsindustrin avsevärda mängder.



Foto: Ylva Nordin.

TABELL 5

Kolbalans i djurhållningen			
IN	ton C	UT	ton C
Foder direkt från gårdar	2 387 998	Djurhållning (foder till djur)	7 881
Bete	288 478	Betesmark (gödsel)	205 564
Strö från gårdar	380 434	Livsmedelsindustri och handel	463 886
Från foderindustri	837 245	Åkermark (gödsel)	1 667 135
Från livsmedelsindustri	50 649	Avfall och avlopp	30 182
Från bioenergi	64 060	Utandning koldioxid	1 318 674
Från avfall	603	Metan	90 206
Strö från andra källor	36 008	Gasavgång från gödsel	163 860
Summa	4 045 474		3 986 960

Se även Tabell 9.

3.3.1 Foder

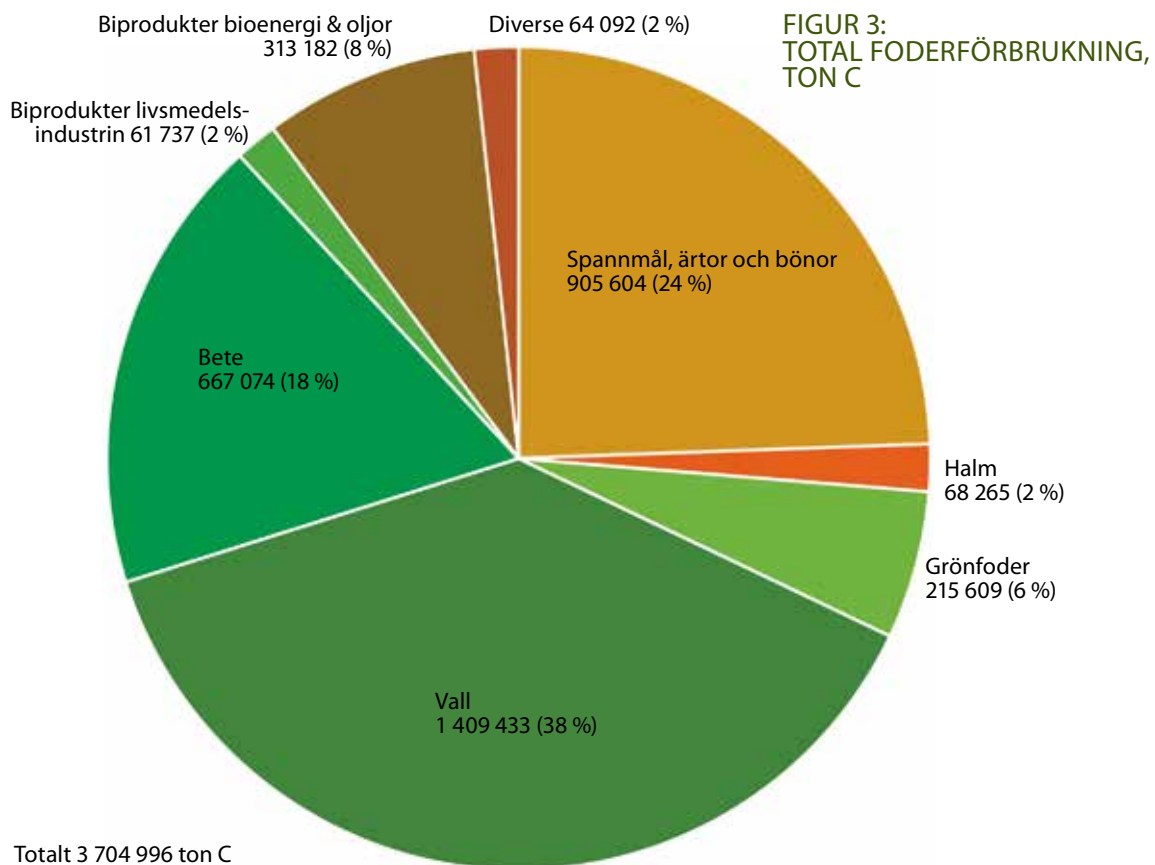
De olika djurslagens användning av foder skiljer sig åt både vad gäller mängder och typ av foder. Nötkreaturen förbrukar ungefär 2/3 av allt foder räknat på kolinnehåll. Hästarna är det djurslag som konsumerar näst mest och äter mer än svinen och fåren tillsammans. Av den totala foderförbrukningen utgör vall, halm, bete och grönfoder 64 procent,

spannmål (inklusive mycket små mängder ärtor och bönor) 24 procent och biprodukter från olika industrier (inklusive oljekraftfoder som sojamjöl och rapsmjöl) 10 procent. Grisar spelar en stor roll för återcirkulation av biprodukter från livsmedelsindustrin.

TABELL 6

Foderförbrukning, ton C						
	Nötkreatur	Svin	Fjäderfä	Häst	Får & get	Övriga
Spannmål, ärtor och bönor	398 170	284 451	199 283	9 120	4 581	10 000
Halm	68 265	0	0	0	0	0
Grönfoder	215 609	0	0	0	0	0
Vall	991 400	0	0	364 771	53 262	0
Bete	440 512	0	0	167 974	58 588	0
Biprodukter livsmedelsindustri	0	52 987	690	0	0	8 059
Biprodukter bioenergi & oljor	128 267	61 925	108 408	8 798	5 785	0
Diverse	0	2 341	6 625	0	0	55 125
Summa	2 242 223	401 704	315 006	550 663	122 216	73 185
Andel av allt foder	61 %	11 %	9 %	15 %	2 %	2 %

Tabellen är gjord utifrån foderstater som bearbetats. Därför ingår inte alla foderråvaror för alla djurslag, trots att de kanske används i viss utsträckning. I Övriga finns ren, pälsdjur och sällskapsdjur (utom hästar). För dessa är dock uppgifterna om fodrets sammansättning knapphändiga.



Det är stora skillnader i hur de olika djurslagen utnyttjar bete. Störst andel bete har dikor, stutar (kast-rerade tjurar), kvigor och får. Av de betande djuren har mjölkkor lägst utnyttjande av bete (6 procent). Detta förklaras med att de (oftast) endast betar en kort tid av dagen under en begränsad tid på året och att mjölkkor får stora mängder odlat foder. I jämförelse med en diko äter en mjölkko i genomsnitt 80 procent mer foder totalt. En stor del av tjurkalvarna och ungtjurarna betar inte alls (de omfattas inte av beteslagen).⁵ Cirka en tredjedel av hästarnas foder utgörs av bete.

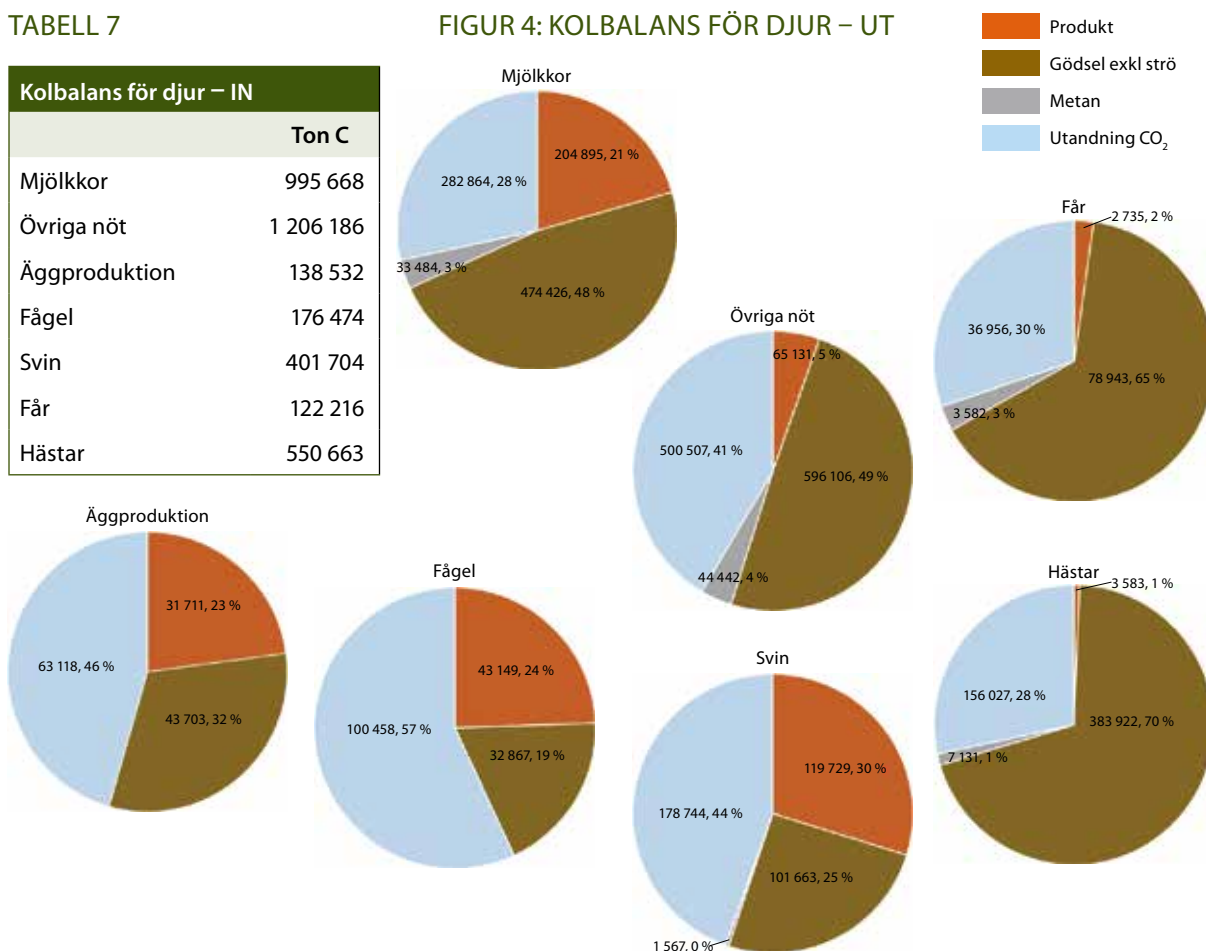
3.3.2 Djurens metabolism

Beräkningarna för djurens metabolism visar på stora skillnader i hur intaget av kol fördelas på de olika djurslagen. Andelen av kolet som återfinns i livs-medel är högst för gris, nästan 30 procent. Detta är något förvånande eftersom det anses att kyckling är en mer effektiv foderomvandlare än gris. Då räknar man normalt sett med det trubbiga måttet kg foder per kg levandevikt. Men varken levandevikt eller foder är lika avseende C-kvot (se mer under Metod) eller näringsinnehåll. På grund av det högre fettinnehållet i grisens kropp är C-innehållet

TABELL 7

Kolbalans för djur – IN	
	Ton C
Mjölkkor	995 668
Övriga nöt	1 206 186
Äggproduktion	138 532
Fågel	176 474
Svin	401 704
Får	122 216
Hästar	550 663

FIGUR 4: KOLBALANS FÖR DJUR – UT



För mjölkorna gäller värdena enbart vuxna kor, de innefattar inte rekrytering eller slaktkroppar, dessa ingår i övriga nöt. Produkt avser därför endast mjölk. För svin, matfågel och äggproduktion innefattar värdena också avelsdjur och rekryteringsdjur. Renar samt hund, katt och andra sällskapsdjur är inte med i sammanställningen då data saknas för flera parametrar. Med "produkt" avses hela djurkroppen, även destruktion och kassation. För får inkluderas ull och för värphöns också slaktade höns, oavsett användning.

5. Det saknas statistik för detta, men betande tjurar för köttuppfödning är snarast ett undantag.

per kg levandevikt mycket högre än för kyckling.⁶ Slaktutbytet är högre för kyckling än för gris, 75 procent jämfört med 65 procent. Samtidigt används delar av levandevikten, som inte ingår i grisens slaktvikt, som blod, inälvor, ister, svål och fötter till livsmedel.⁷ För nötkött och får⁸ är omvandlingen av kol till produkter betydligt lägre medan drygt 20 procent av det ingående kolet blir mjölk och ägg i de produktionsgrenarna.

Hästarnas mycket låga andel för ”produkt” beror på att de lever längre och inte föds upp för slakt. I beräkningarna har koldioxid i utandningen behandlas som en restpost för att balansera mängden ingående och mängden utgående kol (se vidare under Metod).

För animalieproduktionens bidrag till livsmedelssystemet, se nedan.

3.3.3 Fisk, vilt, svamp, vilda bär

Data för dessa produkter är osäkra. Svamp och vilda bär har inte tagits med i beräkningarna. Norsk lax är Sveriges viktigaste import- och exportprodukt, men om vi koncentrerar oss på den produktion som kommer från Sverige så exporteras huvuddelen av den vildfångade fisken – enligt uppgifter är det främst för foder och produktion av fiskmjöl som i sin tur blir foder.⁹ Av 190 000 ton vildfångad fisk blir endast cirka 35 000 ton mat (Lindow 2021). Cirka 20 000 ton viltkött äts årligen i Sverige, det vill säga 2 kg per person (Wiklund och Malmfors 2014).



Foto: Joshua Lutz [Public domain].

6. Fett innehåller ungefär 75 % kol medan protein innehåller cirka 53 % kol och kolhydrater 43 % kol.

7. De delar av djuren som är svårsålda på den svenska marknaden exporteras ofta. Det gäller exempelvis klövar, gris- och hönsfötter och grisöron.

8. Fårnäringen är extensiv och marknaderna för fårkött, ull och skinn är utvecklade och inte så centraliserade som för de andra djuren. Därför är det också större osäkerhet i siffrorna för får. Getter brukar också föras till fåren trots att produktionen är väsensskild. Omfattningen på getskötsel är dock liten och har marginell påverkan på dessa beräkningar.

9. Antagligen avses fisk landad i svenska hamnar, och inte fisk från svenska vatten, men det har inte undersökts.

Se vidare på <https://fiske.zaramis.se/2020/02/18/tveksam-rapport-om-svensk-sjomat-fran-havsmiljoinstitutet/>.



Foto: Vidar Nordli Mathisen.

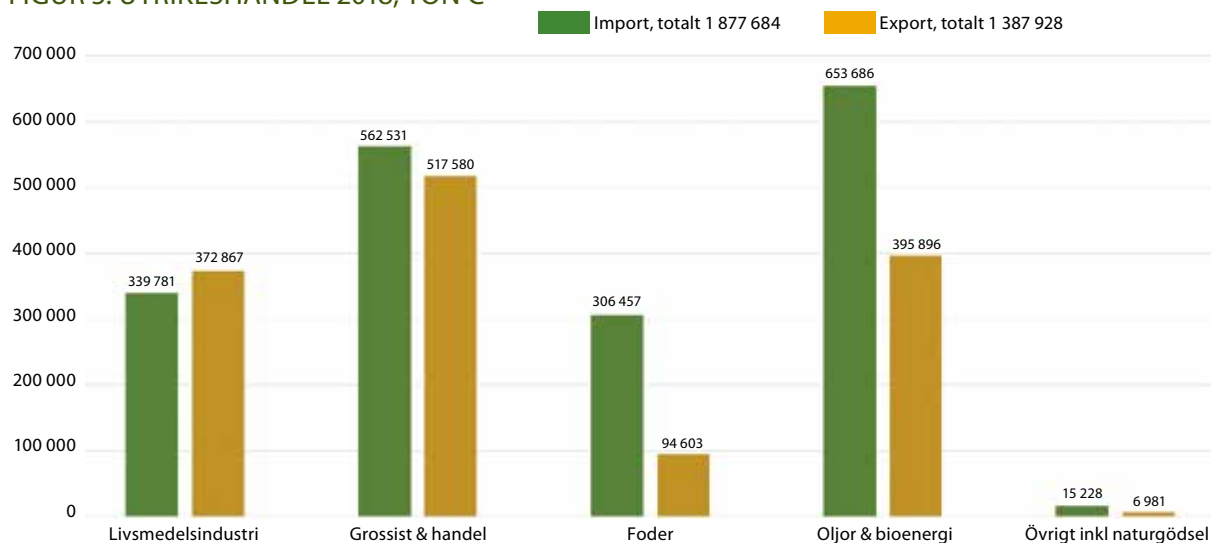
3.4 Utrikeshandel

Sverige är en nettoimportör av kol i jordbruksprodukter för livsmedel. Knappt 0,5 miljoner ton skiljer exporten från importen. Oljerika frön och vegetabiliska oljor är viktiga importkategorier. Räknat på färskvikt utgör färsk frukt och grönsaker en fjärdedel av importen, men räknat på kolinnehåll mindre än 5 procent. I exporten är spannmål och spannmålspro-

dukter, inklusive malt, alkoholhaltiga drycker och drivmedelsetanol, de viktigaste produkterna.

Endast 8 procent av fodret som används är importerat. Foderimporten utgörs i huvudsak av oljekraftfoder. Import av soja har rönt stor uppmärksamhet, men utgör endast en fjärdedel av foderimporten och endast 4 procent av den totala importen av jord-

FIGUR 5: UTRIKESHANDEL 2018, TON C



Diagrammet har rensats från den omfattande transithandeln med norsk lax.

bruks- och livsmedelsprodukter. Samtidigt exporteras drank som foder. Den slutliga användningen av den spannmål som exporteras är i många fall också som foder vilket gör att Sverige möjligen är nettoexportör av foder.

Import av vegetabiliska oljor och bioenergi produkter utgör mer än en tredjedel av importen. Till det kommer ännu mycket större kvantitet färdig biodiesel som inte är inkluderade i kartläggningen.

Cirka 54 procent av den mat som svenskarna konsumerar är gjord av importerad råvara. Ser vi till de råvaror som förbrukas i det svenska jordbruks- och livsmedelssystemet (produktion + import – export), 6,24 miljoner ton, utgör importens andel 30 procent. Om vi däremot ställer nettoimportens storlek, 0,49 miljoner ton, mot den totala råvaruförbrukningen blir nettoimportens andel cirka 8 procent. Beräkningar på råvarusidan kompliceras av att mycket av importen inte är råvaror utan beredda varor vilka har ett högre inbäddat råvaruinnehåll. Det hela kompliceras ytterligare av bioenergens stora omfattning och av att import av färdiga biodrivmedel inte är inkluderade i beräkningarna.

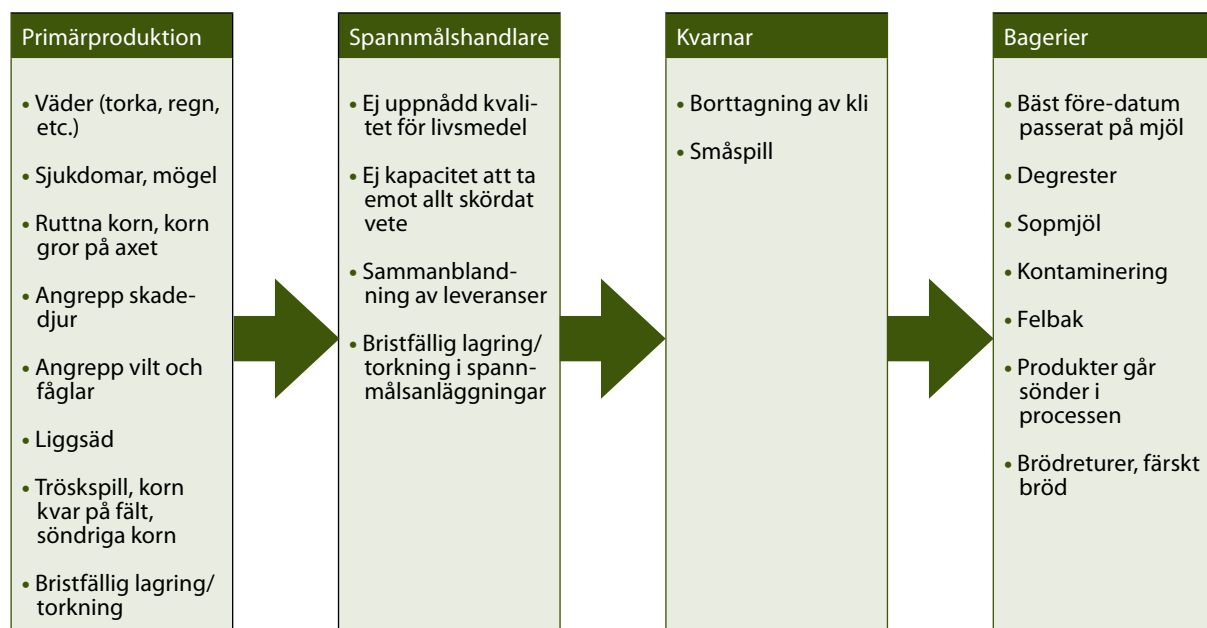
3.5 Livsmedelsindustrin

Det saknas offentlig statistik för större delen av livsmedelsindustrin med undantag av mejeri och slakt. Det har också varit svårt att få uppgifter direkt från industrierna, vilket gör att många antaganden fått göras (se mer under Metod).

Det finns också många flöden mellan industrier som komplicerar beräkningarna. Exempelvis är det totala C-innehållet i korn för malt 100 000 ton.¹⁰ Detta blir 85 000 ton C i malt varav 60 000 ton exporteras och cirka 25 000 ton går vidare till svensk öltillverkning. 15 000 ton i maltproduktionen är rester som används i foderindustrin. I öltillverkningen omvandlas i sin tur 25 000 ton C i malt till 16 000 ton C i öl och 9 000 ton i drav som används till foder (6 000 ton) och energiproduktion (3 000 ton).

Större delen av mjölet blir bröd och andra bakverk i bageriindustrin och relativt stor del blir pasta. Utöver det konsumerar hushållen också mjöl för bakning och matlagning. I kvarnarna uppstår biprodukter som används till foder (kli, skal och fodermjöl). I produktionen hos bagerier uppkommer biprodukter

FIGUR 6: FÖRLUSTER I BRÖDKEDJAN



Källa: SLU/Jordbruksverket.

10. Siffrorna har avrundats kraftigt.

TABELL 8

Kolbalans i etanolproduktionen					
	Spannmål	Etanol	Koldioxid	Drank	Biogas
Ton	1	0,296	0,264	0,321	
Ts %	86	100	100	90	
C-kvot	0,47	0,52	0,27	0,49	
Ton C	0,405	0,154	0,071	0,141	0,039

och svinn som varierar med produkt och process och omfattar framför allt degrester, felbak och produkter som går sönder. Från butiker är det vanligt att bröd som närmar sig bäst före-datum hämtas av bagerierna och ofta används det för jästframställning, går till foder eller återvinns till energi. Figur 6 åskådliggör flödet från primärproduktion till bageri, och de olika källor till svinn och förluster som finns.

Cirka 255 000 ton spannmål blir sprit för humankonsumtion och 580 000 ton spannmål är råvara för drivmedelsetanol. Vid etanoljäsning, oavsett slutanvändning, är den grundläggande processen att 2,65 kg vete¹¹ ger 1 liter etanol (0,785 kg) + 0,7 kg koldioxid + 0,85 kg drank, samt små mängder restprodukter som kan användas till biogas eller annat (Bernesson och Strid 2011). Dranken är ett värde-

fullt proteinfoder. Koldioxid köps av växthusodlare för koldioxidgödning eller av producenter av kolsyrade drycker.

3.5.1 Animalieproduktionen i livsmedelsindustrin

Från animalieproduktionen kommer mjölk, slaktkroppar, hudar, ägg, mjölk, döda djur, inälvor med mera. Dessa behandlas i mejerier, äggpackningsanläggningar, slakterier och därefter ibland i ytterligare led (chark). Av det totala kolet in blir cirka 80 procent livsmedel. Restprodukterna används till foder, förbränning (mestadels kadaver), biogas, gödsel, läder, textilier och ett stort antal industriprodukter.

3.6 Oljev växter, vegetabilisk olja och biodiesel samt etanol

Handelsstatistik och produktionsstatistik för oljev växter, oljor och animaliskt fett gör ingen skillnad på användningsområden, det vill säga hur mycket som används till livsmedel, bioenergi och tekniskt bruk (exempelvis sågkedjeolja, kosmetik, tvål eller färg). Det importeras oljor (främst rapsolja

TABELL 9

Användning av jordbrukets animalieprodukter									
	Ton C	Chark och kött	Livsmedel	Foderindustri	Biogas	Förbränning	Gödsel	Foder på gårdar	Övrigt
Mjölk	204 895		179 290	10 198	6 183		1 343	7 881	
Djur	237 474	190 311		2 350	7 550	19 492			17 772
Ägg	19 378		19 378						
Ull	600								600
Totalt	462 347		198 668	12 548	13 733	19 492	1 343	7 881	18 372
<i>Chark och kött</i>	<i>190 311</i>	<i>- 190 311</i>	<i>171 280</i>	<i>5 709</i>	<i>5 709</i>		<i>5 709</i>		<i>1 903</i>
Totalt			369 948	18 257	19 442	19 492	7 052	7 881	20 275
Andel (%)			80,0 %	3,9 %	4,2 %	4,2 %	1,5 %	1,7 %	

Djur avser levandevikt på slaktade djur samt djur som dött under uppfödning.

11. Med 14 % vattenhalt.

TABELL 10

Kolbalans svensk bioenergi		
Ton C	Vegetabilisk olja och biodiesel	Drivmedels-etanol
IN råvaror	612 832	238 046
UT		
Till livsmedelsindustri	82 442	
Export av etanol		90 460
Export av drank		58 148
Till foder	180 519	24 921
Koldioxid (till växthus)		41 884
Biodiesel	332 377	
Till biogas eller avfall	17 494	22 634
Summa UT	612 832	238 046

och palmolja), oljeväxtfröer (främst raps) samt oljekakor. Oljekakorna används i princip endast till foder. Drivmedelsetanolen som produceras exporteras och stora delar av dranken exporteras också. Samtidigt importerar Sverige större delen av den etanol som konsumeras.

Flödesberäkningarna inkluderar inte biodiesel och etanol som importerats som sådana. Den totala förbrukningen av biodiesel motsvarade 2018 drygt en miljon ton C, det vill säga tre gånger så mycket som den som tillverkas i Sverige (som i sin tur också görs mest på importerade råvaror). En ännu högre andel av etanolen som används som drivmedel i Sverige importerar, 86 procent (Energimyndigheten 2019).

3.7 Livsmedelskonsumtionen och människan

Minst en femtedel av de livsmedel som når människorna för konsumtion äts aldrig upp. Allt detta kan inte klassas som svinn i egentlig mening utan relativt stora delar är oätliga restprodukter som kaffesump, skal av frukt och grönsaker, ben med mera. Mängden matavfall och svinn som beräknats är betydligt större än de värden som redovisas av Naturvårdsverket (2020). Den verkliga konsumtio-

TABELL 11

Människors metabolism		
	Ton C	
IN från livsmedelssystemet	1 198 931	
”Svinn”	223 767	18,7 %
Mänskligt intag	975 164	
UT		
Respiration	887 476	91,0 %
Svett och vädersläppning	997	0,1 %
Urin och avföring	85 532	8,8 %
Förändring i biomassa	1 159	0,1 %
	975 164	

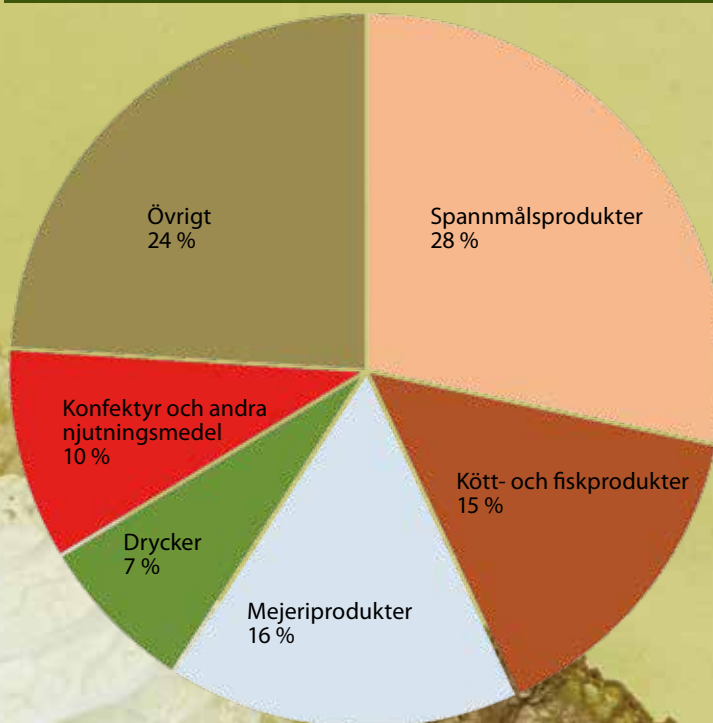
nen av livsmedel motsvarar 2 600 kcal per dag vilket motsvarar en överkonsumtion på mellan 20 och 25 procent jämfört med ett uppskattat energibehov på 2 000–2 100 kcal per dag. Detta kan också betraktas som en form av svinn.

Av de ursprungliga 21 miljoner ton kol som binds av fotosyntesen på våra åkrar och betesmarker är det bara 1 miljon ton som blir föda till oss. Av detta avgår 99,9 procent i form av andning, avföring med mera. På grund av människors långa livslängd är förändringen i biomassa liten. År 2018 dog 92 000 personer, och dessa förde bort drygt 1 000 ton kol, vilket antingen gick upp i atmosfären som koldioxid eller begravdes.

3.8 Avlopp, matavfall och biogas

Av olika avlopps- och restströmmar tillverkas i stor utsträckning biogas. Endast en mycket liten del (< 2 procent) av gödseln går genom ett biogassteg före användning. I biogasen återfinns 80 procent av kolet i metan som är den egentliga brännbara gasen och 20 procent som koldioxid som behöver avskiljas om biogas ska användas för fordonsdrift. En mindre andel av kolet i avloppsvattnet passerar reningsverken till vatten och cirka hälften av matavfallet bränns. Cirka 40 procent av avloppsslammet sprids på åkermark, resten används som anläggningsjord (vilken ej ingår i denna analys) och till deponitäckning.

FIGUR 7: KOLANDEL AV LIVSMEDELSFÖRBRUKNINGEN



TABELL 12

Kolbalans i avfallshantering

IN	Ton C	UT	Ton C
Människan (avfall och avföring)	189 559	Djurhållning	603
Gödsel	30 182	Livsmedelsindustri och handel	603
Livsmedelsindustri	31 880	Bioenergi	193 087
Bioenergiindustri	22 634	Åkermark	72 388
Övrig industri	17 677	Utsläpp till vatten och luft	16 366
		Övrigt/svinn	23 368
	291 933		306 415

Foto: Foodism360.

4. Slutsatser och diskussion

4.1 En god övergripande bild

Även om denna kartläggning har brister och oförklarade flöden ger den en god övergripande bild av kolflöden i det svenska jordbruks- och livsmedelssystemet. Kartläggningen skulle kunna kompletteras med andra variabler, som flödet av kväve, energi eller pengar. Kartläggningen visar på ett flertal ”hål” i andra undersökningar och analyser av delflöden som exempelvis svinn, djurens foderomvandling och livsmedelskonsumtionen. De som gör sådana analyser bör komplettera dem med att kontrollera hur delsystemen relaterar till andra delsystem för att säkerställa att kartläggningen får med allt av relevans.

4.2 Kol och klimatpåverkan

Mängden kol som omsätts i jordbruk och livsmedelssystem är drygt 21 miljoner ton. Omräknat till

koldioxid utgör det drygt 75 miljoner ton koldioxid.¹² Detta kan jämföras med Sveriges territoriella antropogena utsläpp av växthusgaser (cirka 50 miljoner ton) och de beräknade konsumtionsbaserade utsläppen (cirka 80 miljoner ton). Även om flödena är stora och viktiga cirkulerar det mesta i biologiska kretslopp där växterna binder koldioxid från atmosfären i form av kolhydrater medan djur (inklusive människan) och andra konsumenter förbränner dessa och avger koldioxid. Det är i huvudsak förändringen i förrådet av kol i jorden som har en direkt effekt på klimatet.¹³ Denna rapport ger inget svar på frågan om jordarna binder mer kol än de avger. Annan forskning visar dock att en viss kolinlagring sker i genomsnitt i svenska mineraljordar (Poeplau *et al.* 2015).

Även om rapporten inte räknar på olika metoders potential att lagra in kol i åkermarken, ger den perspektiv på hur samband ser ut och på avvägningar mellan bortförel av kol från odlingsystemet och



12. $21,5 \text{ miljoner ton C} \cdot 44/12 = 78,8$.

13. Indirekt kan exempelvis bioenergi från åkermark ha en klimateffekt genom substitution av fossila bränslen eller att genom biologisk kvävefixering ersätta fossilbaserad kvävegödsel. Substitution som klimatåtgärd är helt beroende på de antaganden som görs och hur andra teknologier utvecklas. I de två exemplen ovan försvinner klimateffekten om man har fossilfri kvävegödsel eller fossilfri eldrift. Att minska utsläpp är heller inte detsamma som att minska kolhalten i atmosfären. Att minska utsläppen leder inte till att koldioxidhalten i atmosfären minskar, bara att den inte ökar lika snabbt.



Foto: Ylva Nordin.

möjlig kolinlagring. Till saken hör också frågan om hur länge en eventuell kolinlagring kan fortsätta vid en given produktionsform. Forskningsläget är oklart men under svenska förhållanden tyder det mesta på att den kan pågå under lång tid men med avtagande årlig inlagring (Andrén och Kätterer 1997).

Räknat på använd skörd binder jordbruket cirka 22 miljoner ton koldioxid. Detta kan ställas i relation till jordbrukets utsläpp av växthusgaser som beräknats uppgå till mellan 6,8 miljoner ton (Naturvårdsverket 2021) och 13,3 miljoner ton (Rundgren 2018) koldioxidekvivalenter¹⁴ beroende på vad man räknar in under jordbruk.¹⁵ Med detta perspektiv kan jordbruket, eller snarare växtodlingen, betraktas som ”klimatpositivt”, något som har diskuterats av bland andra Linderholm *et al.* (2020) och Frankelius (2020). Som denna rapport också visar kommer dock det mesta kol som är bundet i skördarna på olika vägar att gå tillbaka till atmosfären som koldioxid och metan.¹⁶ Denna diskussion är främst bokföringsmässig, vilket i och för sig inte gör den ointressant eller irrelevant.¹⁷ Det ligger dock utanför den här rapportens uppdrag att diskutera detta vidare.

4.3 Djurhållningen

Analysen visar att djurhållningen innebär en avsevärd kol(energi)förlust i livsmedelssystemet. Om man räknar bort foder till hästar, vilka förbrukar 15 procent av allt foder, återfinns cirka 15 procent av kolet i fodret i djuren och deras produkter. Detta är något högre än det som brukar anges som det normala energiutbytet mellan olika nivåer i näringskedjan, 10 procent. Om man räknar enbart de livsmedel som konsumeras av människor (det vill säga räknar bort de delar av djuret och djurets produkter som används för andra ändamål) sjunker utbytet till 12 procent. Om man däremot räknar enbart på det foder som skulle kunna konsumeras av människor (spannmål och baljväxter) stiger utbytet till 50 procent respektive 38 procent. Dessa beräkningar ger dock en begränsad bild av verkligheten. Å ena sidan tar de inte hänsyn till att annat skulle kunna odlas på åkrar där man nu odlar vall. Å andra sidan beaktar de inte att det bara är delar av skörden av humangrödorna som konsumeras av människor; dels avgår betydande delar i beredning av dessa till

14. Det finns synpunkter på detta mått och de omräkningsfaktorer som används, men det ligger utanför den här rapporten att diskutera dem.

15. Naturvårdsverkets värden bygger på IPCC:s sektorsindelning som enbart räknar med metan och lustgas från djur och mark. Rundgrens värden inkluderar, utöver dessa, förändringar av kolbalansen i åkermarken, energianvändningen i jordbruket, import av foder samt utsläpp från produktion av handelsgödsel och bekämpningsmedel. Det senare beräknings sättet motsvarar sådant som brukar räknas in i livscykelanalyser.

16. Det finns också mellanformer av ”lagring” av kol i form av ökad biomassa eller av jordbruksprodukter som används under längre tid, som exempelvis textilier eller byggnadsmaterial.

17. Det har betydelse för både kommunikation och diskussioner om ansvar för olika sektorer.

livsmedel (som skal i kvarnar och oljekakor), dels är det en betydande andel av de skördade mängderna som inte håller den kvalitet som förväntas av grödor för humankonsumtion (Rundgren 2019). Hur man resonerar runt biprodukter är också av avgörande betydelse. Å ena sidan kan man hävda att djurhållningen driver odlingen av oljeväxter som soja och raps, å andra sidan skulle dessa oljor behövas ännu mer i ett livsmedelssystem utan djur för att kompensera det fett som animalierna bidrar med. Slutligen, på grund av betesmarkernas och biprodukternas roll beror fodereffektiviteten både på djurslag och vilken andel djurhållningen utgör (van Zanten *et al.* 2018, Karlsson *et al.* 2020). Därför blir jämförelser mellan djurhållningens foderomvandling och växtodlingen diskutabla och helt beroende på de avgränsningar och antaganden som görs, samt i vilket odlingsystem de kommer att produceras.

I ett större perspektiv visar analysen också att fodereffektivitet är ett förenklat och alltför linjärt sätt att betrakta saken, eftersom allt det kol som vi inte själva konsumerar blir näring till andra organismer. Utöver det bidrar djurhållningen till att upprätthålla eller förbättra kolinnehållet i jordarna på flera sätt. Vallodling sker så gott som uteslutande för djurfoder och denna lagrar in betydande mängder kol i marken (Poeplau *et al.* 2015) och som denna rapport visar, finns hälften av det kol som djuren konsumerar i gödsel som återförs till jorden. Dessa förhållanden gör att djurgårdar kan lagra in betydande mängder kol jämfört med rena växtodlingsgårdar.¹⁸

4.4 Handel och global marknadsintegration

Importen av jordbruksprodukter är större än den totala konsumtionen av livsmedel, medan cirka 54 procent av den mat som konsumeras är gjord på importerade råvaror. Nettoimportens andel av råvaruförsörjningen utgör endast 8 procent. Man får mycket olika uppfattning om importens betydelse för livsmedelsförsörjningen beroende på hur man räknar och det finns också relativt stor osäkerhet i dataunderlagen. Ingen av siffrorna anger självförsörjningsgrad eller försörjningsförmåga eftersom

den avgörs i ännu högre grad av tillgång till insatsmedel än av bruttoproduktionen. Den stora andelen av maten som konsumeras uttrycker en hög grad av integration i globala marknader i handels- och konsumtionsleden.

4.5 Människan

Rapporten ger anledning att fråga om inte mängderna matavfall och matsvinn är större än det som tidigare beräknats. Resultaten pekar också på att överintag av livsmedel kan utgöra ett ännu större svinn än det som slängs innan det når munnen.

4.6 Framtida forskning och utveckling

Arbetet med rapporten visar att det finns stora luckor i offentlig statistik och i kunskaperna om kolets flöden och därmed också flödena av de näringsämnen som följer med kol, exempelvis fosfor och kväve. Det vore önskvärt att ett nationellt system för kontinuerlig mätning av dessa flöden etableras.

Ett noggrannare studium av betesmarkernas produktion och de betande djurens utnyttjande av dessa vore också önskvärt. Potentialen för produktion av biogas från gödsel skulle kunna beräknas utifrån resultaten i utredningen. Effekterna på mullhalt och jordhälsa av att kol i gödsel tas bort från jordbrukssystemet vid biogasrötning är ett område som är relativt outforskat. Det finns skäl att tro att den kolförlust som uppstår vid rötningen leder till minskad långsiktig kolinlagring i jorden jämfört med om stallgödsel återcirkuleras utan rötning, samtidigt som rötresten kan ha andra effekter på jordhälsa och tillgängligheten av näringsämnen.

Det finns fortsatt relativt stora luckor avseende vilka faktorer som styr kolinlagringen i åker och betesmark samt hur länge man kan räkna med en nettoinlagring av kol i jorden vid olika typer av åtgärder. Hur olika faktorer samverkar och hur de påverkar skörden är också outforskat. Finns det motsättningar mellan ökad kolinlagring och ökad skörd eller är det en win-win-situation?

18. Relativt många djurgårdar använder också fodermedel producerade på andra ställen vilket gör att de också importerar kol till sitt system, kanske rent av mer än de säljer i form av animalieprodukter. Detta ger givetvis ytterligare lokal kolinlagring, men innebär ingen kolinlagring i jordbruket i stort utan bara att kol flyttas från ett ställe till ett annat.

5. Metod

5.1 Grundförutsättningar

De underliggande kalkylerna finns i supplementet, se sidan 44. I texten refereras dessa som ”tabell S#”.

Arbetet bygger på officiell statistik och publicerade rapporter och vetenskapliga artiklar. Dessa har sedan kompletterats med intervjuer med företrädare för företag eller branschorganisationer, samt information från hemsidor, årsredovisningar med mera. För delar av livsmedels- och bioenergiindustrierna har det varit omöjligt att få fram uppgifter. Då har antaganden gjorts baserade på den externa information som finns samt andra källor, exempelvis FAO:s Technical Conversion Factors (FAO 2000). Som sista alternativ har egna uppskattningar gjorts.

Så långt det har varit möjligt har data samlats från flera olika källor och genom olika beräkningar. Den totala mängden kol IN i varje steg i flödet ska motsvaras av en lika stor mängd kol UT, med hänsyn taget till lagerförändringar. Differensen mellan kol IN och kol UT från de olika stegen har noterats och redovisats. Så länge den varit större än cirka 5 procent har den ansetts ha orsakats av felaktiga data och felsökning har gjorts. Om differensen fortsatt varit stor har nya antaganden gjorts som modifierar siffrorna. I sådana fall noteras detta i texten nedan.

När det har gått har beräkningar gjorts från två eller fler håll vilka sedan jämförts. Det gäller exempelvis foderförbrukningen som dels räknats från tillförselsidan, det vill säga hur mycket foder som tillförs den svenska djurhållningen, dels från förbrukningssidan där exempelvis foderstater och annat använts för att beräkna hur mycket foder som borde gå åt. Detta har också jämförts med beräkningar av mängden gödsel, respiration (koldioxid och metan) samt kol i djurprodukter.

5.1.1 Lagerförändringar och oförklarade differenser

Lagerförändringar på gårdar, i livsmedelsindustrin eller i handelsleden har inte beaktats, till stor del för att data saknas. Lagerförändringar kan därför vara

en orsak till differenser som inte kan förklaras på annat sätt. Detta diskuteras under respektive avsnitt. Lagring av foder hos lantbrukarna kan antas vara relativt omfattande, särskilt gäller det grovfoder som ju är betydligt svårare att köpa in på marknaden än spannmål. Med tanke på att det valda året, 2017, hade relativt genomsnittliga skördar är det dock inte sannolikt att förändringarna i lager på gårdarna skulle ha varit stora.

5.2 Kolinnehåll i skördar, råvaror och produkter (tabell S3 och tabell S4)

Kolinnehållet i olika produkter har beräknats utifrån en kolandel av torrsubstansen. Kolandelen har i sin tur beräknats från sammansättningen av de kolhaltiga näringsämnen där kolhydrater har en kolandel mellan 40 procent (monosackarider) och 44 procent kol (polysackarider), protein 53 procent och fetter mellan 55 procent (smörtsyra) och 78 procent (linolensyra). I de flesta fall har värdena 43 procent för kolhydrater, 53 procent för protein och 75 procent för fetter använts. De olika råvarornas sammansättning har tagits från Autret *et al.* (1953), Adentona (2019) samt Livsmedelsverkets näringsdatabas. För vallväxterna varierar kolinnehållet med arter och skördetidpunkt och där användes flera olika källor (Phyllis, Bumane *et al.* 2015 och Feedipedia samt egna beräkningar) för att slutligen landa på en C-kvot på 47 procent. Om andra vederhäftiga källor (Adentona 2019, Wolf 2015) har haft kolinnehåll uträknat har dessa siffror också använts.

Störst osäkerhet är det i beräkningarna för kolinnehållet i levande djur eftersom det saknades tillförlitliga källor för kolinnehåll i hud, inälvor, klövar samt den proportionella sammansättningen av dessa. För slaktkroppar av nöt och svin fanns ett antal uppgifter om andelen fett, kött och ben i slaktkropparna. Det är dock stora variationer beroende på ålder, ras, uppfödningssätt och så vidare, men ett genomsnittsvärde användes (se mer under 5.7.1).



Foto: Rasbak [CC BY-SA 3.0].

5.3 Beräkning av nettoprimärproduktionen och koltillförsel till marken (tabell S2)

Det finns få studier där man har mätt alla komponenter av nettoprimärproduktionen. Det finns mest information om skördade produkter. Därför utgör skörden utgångspunkten för beräkningarna. Biomassan i ovanjordiska skörderester och rötter skattas man därför ofta utifrån skördade produkter med hjälp av så kallade allometriska funktioner som bygger på sammanställningar av skördeindex och förhållandet mellan ovanjordisk och underjordisk biomassa (skott-/rotkvoten) från experimentella studier (Andrén *et al.* 2004, Bolinder *et al.* 2007, Bolinder *et al.* 2015, Gan *et al.* 2009, Mayer *et al.* 2003). I ettåriga växter är rotbiomassan i regel högst vid blomning. De flesta rotstudier genomförs därför under blomning. Kolet som tillförs marken under tillväxten av rotsystemet, den så kallade rhizodepositionen, är mycket svårare att mäta och skattas i kolmodeller i regel som en andel av den maximala rotbiomassan och grundar sig på data från inmärkningsstudier med kolisotoperna kol-13 eller kol-14.

Modellen har vissa begränsningar för vall eftersom rötterna tillförs marken bara när man bryter vallen. Så länge vallen ligger tillförs bara rhizodepositionen. Hur ofta vallen bryts påverkar därför detta, men det har inte beaktats i denna rapport.

Förhållandet mellan skörd, skörderester, ovanjordisk och underjordisk biomassa har dock visat sig kunna variera under olika odlingsförhållanden (Hirte *et al.* 2018), det finns därför en betydande osäkerhet i de beräknade värdena. Utöver nettoprimärproduktionen i de odlade grödorna finns det en produktion i ogräs, träda, obrukade fältkanter med mera. Dessa förhållanden har inte beräknats men kan tänkas spela en viss roll, särskilt i ekologisk produktion, som numera bedrivs på 20 procent av jordbruksarealen.

5.4 Skörden och dess användning (tabell S5, S15)

Den officiella skördestatistiken för 2017 har använts för beräkning av flöden av skördade produkter (tabell S5). Förluster före skörd, som viltskador¹⁹ med mera, reflekteras i skördestatistiken genom lägre skörd, till dess att skadorna är så stora att man inte skördar alls, då redovisas grödan som oskördad. I vissa fall skördas inte grödor av rent ekonomiska skäl. Det anses exempelvis att två tredjedelar av isbergssallaten inte skördas.²⁰ För de mer betydelsefulla grödorna är detta dock ovanligt utom vad gäller vall. Förluster vid skörd av grödor varierar mycket. Dessa räknas inte in i skörden utan torde finnas med i siffror för skörderester med mera.

19. Viltbetning av jordbruksmark utgör en transport av kol från åkermark till andra biotoper. En mindre del av detta kol återfinns i vilt som används som livsmedel.

20. Jordbruksverket 2014:06. *Svinn av isbergssallat vid primärproduktionen och grossistledet i Sverige.*

För halm- och vallskördar samlas inte data in på samma systematiska sätt utan där har olika specialundersökningar använts (se nedan). För ”skörden” av bete, både den verkliga biomassan och andelen som betas av djur, är uppgifterna särskilt bristfälliga. Detta beror på att det inte sker någon systematisk mätning vare sig hos lantbrukare eller ofentligt samt att naturbetesmarkernas naturliga avkastning varierar mycket från magra sandbackar till bördiga översvämningsmarker. Beräkningarna bygger på uppskattningar som gjorts av Cederberg

och Henriksson (2020). Då bete och vall står för drygt 50 procent av det skördade kolet så påverkar detta foderberäkningarna, vilket i sin tur påverkar gödselberäkningar.

Användningen av de skördade produkterna registreras inte systematiskt någonstans utan man får göra efterforskningar i senare led för att fördela skörden. Likväl finns det stor osäkerhet exempelvis för spannmål. Jordbruksverkets statistik klassar exempelvis allt som ”foder” som blir kvar när all annan användning har bokförts. Uppgifterna har erhållits

TABELL 12

Skörd i ton 2014–2017					
	2014	2015	2016	2017	Genomsnitt
Höstvete	2 750 800	2 984 800	2 502 100	3 000 000	2 809 425
Vårvete	335 600	315 600	339 500	298 600	322 325
Råg	173 600	149 200	101 600	141 800	141 550
Höstkorn	85 800	96 100	110 300	123 100	103 825
Vårkorn	1 488 400	1 576 200	1 427 600	1 512 100	1 501 075
Havre	665 900	744 700	771 500	676 400	714 625
Rågvete	226 400				226 400
Höstrågvete		231 300	148 700	150 300	176 767
Vårrågvete		12 500	10 000	6 200	9 567
Blandsäd	48 900	52 000	55 400	41 100	49 350
Majs	7 100	6 400	13 800	8 800	9 025
Ärter	46 500	83 100	92 700	82 200	76 125
Åkerbönor	61 100	99 100	103 900	109 400	93 375
Höstraps	296 600	347 300	250 200	361 300	313 850
Vårraps	26 100	9 200	15 500	13 000	15 950
Höstrybs	1 300	1 600	1 500	1 400	1 450
Vårrybs	1 400	1 200	1 300	1 600	1 375
Stråsädesgrödor (exkl majs) till grönfoder	150 700	147 700	149 300	173 000	155 175
Majs till grönfoder	179 400	165 900	191 600	188 300	181 300
Andra ettåriga grödor till grönfoder	80 100	98 300	85 300	112 800	94 125
Oljelin	11 000	13 900	16 800	7 800	12 375
Matpotatis	551 600	525 200	551 500	527 000	538 825
Potatis för stärkelse	270 500	277 300	309 800	325 500	295 775
Socketbetor	2 517 800	1 178 300	1 988 000	1 963 500	1 911 900
Slåttervall, total vallskörd	4 362 800	4 494 100	3 952 600	4 074 100	4 220 900
Totalskörd	14 339 400	13 611 000	13 190 500	13 899 300	13 976 433

Källa: Jordbruksverkets statistikdatabas.

genom intervjuer med branschföreträdare och särskilda rapporter. För halm användes exempelvis Nilsson och Bernesson (2009) som källa för andel halm i skörd jämfört med kärna, och SCB (2012) för halmens användning. För oljeväxthalmen användes uppgifter från Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare och för vissa andra gjordes egna uppskattningar.

Som nämnts gjordes valet att använda 2017 års skörd som underlag för beräkningarna. Alternativt kunde man tänka sig att använda ett genomsnitt för flera år. Variationerna mellan åren är dock inte särskilt stora och torde mest påverka lagringen av foder hos lantbrukarna samt exporten av spannmål. Den totala skörden biomassa 2017 avviker endast 0,5 procent från genomsnittsskörden 2014–2017 (se tabell 12 ovan).

5.5 Djurhållningen (tabell S6, S7, S8, S9a–e, S12a–k)

Beräkningar av djurfoder har gjorts både från tillförselsidan genom skördar på gårdarna, foderindustrin, livsmedels- och bioenergiindustriernas bidrag (tabellerna S6 och S7) och från förbrukningssidan genom beräkningar av foderåtgång för alla djurslag (tabell S8), inklusive en detaljerad uppdelning av alla de olika kategorierna nötkreatur. Utöver det har mängden gödsel, metan, koldioxid (i utandning) och ”produkt” (levande djur för slakt, mjölk, ägg och ull), beräknats.

5.5.1 Foder (tabell S6, S7 och S8)

Foder utgörs av foder från foderindustrin, men främst av foder som kommer direkt från den egna gården eller säljs mellan lantbrukare (tabell S6). Foderindustrin får foder från gårdarna, från livsmedels- och bioenergiindustrin, samt genom import.

Huvuddelen av fodret i foderindustrin blandas till olika typer av fullfoder, koncentrat med mera. Det finns en oförklarad differens på över 200 000 ton C i kalkylen för kol in och kol ut från foderindustrin. Uppgiften på det som går ut från industrin får anses vara den mer pålitliga och har använts för beräkningen av det som går till djurhållningen. Det mest sannolika är att differensen till största del beror på årsvariationer i skörd och lagring i industrin.

Vallfoder används så gott som uteslutande direkt på gårdar (direkt på den egna gården eller i handel mellan olika lantbruk) medan spannmålen för foder delas mellan användning på gårdar och foderindustrin. Jordbruksverkets offentliga foderkontroll (tabell S6) täcker endast in tillverkning av sammansatta fodermedel och omfattar inte handel med foder direkt mellan lantbruk, och inte heller de strömmar som går direkt från livsmedels-, bioenergi- och dryckesindustrierna till enskilda lantbrukare som blandar foder själva på gårdarna. Vissa av dessa strömmar har dock beräknats utifrån uppgifter från de olika branscherna. Jordbruksverkets egen statistik för foder är enligt egen uppgift inte särskilt pålitlig och innehåller flera uppenbara felklassificeringar, särskilt vad gäller råvarornas ursprung där exempelvis stora kvantiteter soja och solrosmjöl anges vara av svenskt ursprung.²¹ Branschorganisationen Foder & Spannmål genererar också intern statistik som vi fått tillgång till. Den är relativt samstämmig med Jordbruksverkets data, men har högre upplösning avseende typ av foder och djurslag.

Det finns en stor skillnad mellan de mängder foder som erhålls genom beräkning av tillgängligt foder (tabell S5 och S7) och de mängder som räknats fram genom foderstater (tabell S8). De senare är avsevärt mindre, varav ungefär hälften av skillnaderna rör vallfoder. Detta trots att lagringsförluster (9 procent), spill och överutfodring räknats med. Värdena från foderstatsberäkningarna stämmer också bättre med beräkningar för C-innehållet i gödsel, respira-

TABELL 13

Beräkning förluster vallskörd			
	Andel	Ts förlust	Förlust av total
Plansilo	35 %	14 %	4,9 %
Tornsilo	14 %	23 %	3,2 %
Plastad bal	47 %	1 %	0,5 %
Övrigt	4 %	12 %	0,5 %
	100 %		9,1 %

Svinn vid foderbord tas med i foder och gödsel. Källor: Andel – Pettersson m fl 2009. Förluster – Spörndly och Nylund 2017.

21. Utöver rena misstag kan det bero på att det fodertillverkande företaget endast anger varifrån de köpt råvarorna vilket kan vara ett handelsföretag, eller så har oljeutvinningen skett i Sverige och restprodukterna därigenom blivit svenska.

tion och produkt. Värdena för tillgängligt bete och förbrukat bete matchar dock väl, vilket tyder på att det är skördat vallfoder som överskattats.

För nötkreatur användes mycket utvecklade foderstatsberäkningar för olika kategorier av djur vilka byggde på Cederberg och Henriksson (2020), Henriksson, Cederberg och Swensson (2014) samt foderstatsberäkningar från Västra Götaland (2018). För gris användes en nyligen gjord livscykelanalys från RISE (Landquist 2020), vilken inkluderade avelsdjuren. Dessa siffror korrigerades upp med 5 procent för att täcka in högre foderförbrukning i ekogrisar, utegrisar och andra specialuppfödningssystemer. Äggproduktionens foderförbrukning beräknades utifrån Aronsson *et al.* (2012). Denna räknades upp med 25 procent för att täcka in avelshöns, rekryteringen (uppfödningen av unghöns) och andra uppfödningssystemer som förbrukar mer foder (främst ekologisk produktion). Kycklingproduktionens foderförbrukning beräknades också utifrån Aronsson *et al.* (2012). Denna ökades med 10 procent för att täcka in avelsdjur och högre förbrukning i mer extensiva uppfödningssystemer samt uppfödning av andra fåglar (gås, anka, kalkon).

Sannolikt är siffrorna för utfodring av grisar och fjäderfä de mest pålitliga eftersom uppfödningen av dessa är högt standardiserad och koncentrerad i få anläggningar. Även mjölkproduktionen drivs av ett mindre antal producenter varav de flesta har relativt likartad utfodring. Det är mycket större variation i skötsel och intensitet i utfodringen av får och andra nötkreatur. Utfodringen av hästar varierar sannolikt mest. En sagesperson med egna hästar samt hyr stall anger att dennes egna islandshästar äter cirka 6 kg ts per dygn, medan de inhyrda islandshästarna äter nästan det dubbla (Mannerheim 2021). Många betesmarker som används för hästar förefaller också vara i dåligt skick, det vill säga att avkastningen är sannolikt lägre än det som genomsnittligt beräknats. Det kan förekomma en viss dubbelräkning av foder mellan livsmedelsindustrin och foderindustrin, det vill säga att biprodukter från exempelvis bioenergi eller sockerindustrin har både räknats med som råvara för foderindustrin och som att de levererats direkt till lantbrukare. På grund av mycket bristfälliga uppgifter från livsmedelsindustrierna har det

varit svårt att klarlägga. Även för importen kan det vara några råvaror som klassats som foder, men som egentligen har annat användningsområde.

5.5.2 Djurens metabolism

Flera olika källor och metoder har använts för att beräkna omvandlingen av foder till ”produkter”, koldioxid i utandning, metan och gödsel.

I beräkningarna för ”produkt” ingår allt som kommer från djuren oavsett användning. Mängden produkter från djurhållningen har beräknats utifrån statistik över slaktvikt vid slakt, mjölk och ägg (tabellerna S9a, S9b, S9c och S9d).

Djurens slaktvikt och C-innehåll har räknats om till levandevikt och C-innehåll enligt tabell S9. Till det har lagts uppgifter om djur som dött utan att gå via slakt. Detta inkluderar djur som rapporterats döda enligt nötkreaturregistret CDB (Jordbruksverket 2021c), däremot inte kalvar som dött innan de rapporterats till CDB. Samma andel döda djur (5 procent) har också antagits för grisuppfödningen. Tillägg för hemsakt²² på 3 procent har också gjorts för nöt, gris och får enligt Strid *et al.* (2014), även om det förefaller vara något i överkant. Uppgifter från hästbranschen ledde till ett antagande om att cirka 10 procent av hästarna avlivas eller dör varje år. Av dessa slaktas endast 6 procent, resten kremeras, begravs eller samlas in för konvertering till energiprodukten Biomal (Hästnäringens nationella stiftelse 2017). Sametingets uppgifter för renslakt har använts (Sametinget 2021). För matfåglar baseras uppgifterna på slaktstatistik för kyckling och kalkon, inklusive kasserade på slakteri. Siffran har sedan skrivits upp med 5 procent för att täcka in anka och gås samt fåglar som dött under uppfödningen.

För hund och katt bygger beräkningen på antalet djur enligt Agria djurförsäkring (2017) samt antaganden om att en katt väger 4 kg och en hund 15 kg i genomsnitt samt att 15 procent av djuren dör varje år.

Metanutsläppen från idisslarnas matsmältning är de värden som finns i Sveriges officiella klimatrapportering för 2018 (Naturvårdsverket 2021). Dessa beräknas utifrån storleken på djurpopulationerna

22. Vilket inte ingår i slaktstatistiken.

och framräknade emissionsfaktorer och uppgick till 120 000 ton metan vilket innehåller 90 000 ton kol.

Beräkning av gödselmängderna gjordes på två olika sätt. Den första metoden utgick från mängden organiskt material mätt som glödförlust (volatile solids) beräknat utifrån intag av olika foder och deras smältbarhet i enlighet med ekvation 10.24 i *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (2006). Detta multiplicerades med 0,55 för att få kolinnehållet (Phyllis 2021 och Adams *et al.* 1951). Metoden har en stor osäkerhet vad gäller antaganden om olika foders smältbarhet, vilket starkt påverkar mängden gödsel. Eftersom metoden utgick från konsumerat foder behöver användningen av strö läggas till.

Den andra metoden att beräkna gödselmängderna utgick från uppskattning av mängden kväve i utsöndringarna från olika djurslag (Albertsson 2012) med hänsyn till deras foderstater och kroppstyp. Kväveinnehållet (N) fördelades sedan på de olika hanteringssystemen för gödsel (flyt, klet och

fast) enligt SCB (2014). Därefter användes data för C:N-kvoten i dessa gödselmängder för att beräkna kolinnehållet. Detta tillvägagångssätt gav orimliga resultat för fjäderfä varför för dessa i stället beräknades kolinnehållet direkt från uppgifter om mängden gödsel per djur (Jordbruksverket 2005) samt åtgång av strö, som sattes till 10 procent av gödselmängden, samt gödselns och ströets respektive kolinnehåll.

Metod 1 gav något lägre värden än metod 2. En jämförelse med resultaten från Wolf *et al.* (2015) och Adentona och Layzell (2019) visar att de framräknade värdena överensstämmer relativt väl med deras resultat. Däremot överensstämmer resultaten mycket dåligt med de värden som kan räknas fram från Sveriges klimatrapportering (Naturvårdsverket 2021). Värdena för gödselmängder per djur och dag i tabell 5.15 och tabell 5.16 i denna ger ett totalt kolinnehåll i gödsel på endast 1 miljon ton (tabell S12k), vilket knappast kan vara rimligt i förhållande till mängden foder. Därför har ingen hänsyn tagits till dessa värden.

TABELL 14

Gödselberäkningar, ton C i gödsel

Djur	Metod 1	Metod 1 + strö	Metod 2 inkl strö
Mjölkkor	462 754	510 943	522 615
Nötkreatur	615 133	857 477	838 450
Gris	119 560	40 366	142 030
Äggproduktion	33 075	36 382	46 874
Matfågel	21 278	23 406	37 182
Hästar	280 919	366 610	431 933
Får och get	65 535	75 362	88 770
Total	1 598 254	1 910 546	2 107 853
Gödsel på naturbetesmark			- 205 564
Gödsel till biogas			- 30 182
Lagringsförlust gödsel			- 204 972
Gödsel på åkermark			1 667 135

Foto: Catkin.

TABELL 15

Andel bete i foderstaten	
Mjölkkor	6 %
Andra nöter	31 %
Får och get	48 %
Hästar	30 %

För gödselns fördelning mellan stall och bete har antagits att för alla betande djur utom mjölkkor hamnar en lika stor del av gödseln på betesmarkerna som betets andel av fodret räknat på C-innehåll (tabell S8).

För mjölkkor har antagits att endast 75 procent av betesgödseln hamnar på betet under betessäsongen, med antagandet att kor kan tänkas uppehålla sig i stallet för att idissla en förhållandevis längre tid än den tid de betar. Beräkningssättet tar inte hänsyn till att den relativt stora andelen kor som sköts ekologiskt sannolikt har en högre andel bete (eftersom ekoreglerna kräver ett utökat bete). Eftersom den beräknade åtgången av bete till foder stämmer väl med den beräknade tillgången på foder så torde en underskattning av bete på grund av en hög andel ekologiskt uppfödda kor uppvägas av en överskattning för andra kor eller för hästar.

Vid lagring av gödsel förloras C i form av metan och koldioxid. Hur stor denna avgång är beror på en rad olika förhållanden. Förlusten är stor när gödsel komposteras och betydligt lägre när den hanteras som flytgödsel. Det saknas övergripande beräkningar för detta. Här har använts antagandet att 10 procent av C-innehållet i lagrad gödsel förloras, någon motsvarande beräkning för gödsel som släpps direkt på mark av betande djur har inte gjorts.²³ Den återstående mängden C i gödsel har fördelats till biogasproduktion och spridning på åkermark. Den mängd strö som inte har inkluderats i gödseln räknas ha förts tillbaka till åkermark. En relativt betydande del av hästgödseln kan tänkas gå till hemträdgårdar och annan småskalig odling, och hästgödsel är det gödselslag som högst sannolikt förlorar mest kol under lagring (den ”brinner” och är varm som man säger, vilket är just ett resultat av att kol oxideras).²⁴ Detta har dock inte beräknats och beaktas därför inte.

Respirationen (tabell S12d) beräknades utifrån Jordbruksverkets statistik över levande djur och den formel (Cai *et al.* 2020) för beräkning av respiration från djur grundad på basalmetabolism (engelska *Basal Metabolic Rate*, BMR), kroppsvikt och den kemiska formeln för förbränning av kolhydrater till koldioxid och vatten: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O$. För fjäderfä blev dock de framräknade värdena helt orimliga, för värphöns översteg de det totala C-innehållet i foder. I stället valdes att 50 procent av C i det tillförda fodret återfinns i utandningen baserat på en energiflödesanalys för fjäderfäproduktion (Barzegar *et al.* 2020). Likväl var de värden som räknats fram betydligt lägre än de som redovisats av exempelvis Wolf (2015). Därför ändrades beräkningarna till att hantera respirationen som en restpost, det vill säga respiration = foder-/gödsel-/metan-/produkt.

De sammanräknade värdena för djurens metabolism (tabell 12a) förefaller rimliga. Det största frågetecknet gäller värdena för gris där mängden C i produkt är hög i förhållande till det använda fodret. Men som diskuterats tidigare kan det ha rimliga förklaringar. Respirationen för mjölkkor förefaller också något låg jämfört med andra djurslag.

5.5.3 Fisk, vilt, svamp, vilda bär (tabell S9e)

Data för dessa produkter är osäkra. För fisk har använts de uppskattningar av vildfångad fisk som gjorts av Lindow (2021). För odlad fisk har uppgifterna från Jordbruksverkets statistikdatabas använts. Sverige är i stor utsträckning transitland för norsk lax och den utgör cirka 10 procent av exporten räknat på kolinnehåll. På grund av detta och de många förädlade fiskprodukterna har det inte varit möjligt att jämföra de framräknade mängderna med konsumtionsdata för att få en korskontroll. För vilt har använts uppgifterna från Wiklund och Malmfors (2014). De är något högre än uppgifterna från Jordbruksverkets konsumtionsdata. Svamp och vilda bär har inte tagits med i beräkningarna.

23. Vid gödselns nedbrytning i jorden sker fortsatt avgång av koldioxid på samma sätt som från skörderester och rotrester. Kartläggning av detta ligger dock utanför denna studie.

24. Under 2018 fanns ett storskaligt försök med eldning av hästgödsel, men eftersom det lades ned redan 2019 har det inte beaktats i uträkningarna.

5.6 Utrikeshandel (tabell S10, S16)

Beräkningarna grundar sig på SCB:s utrikeshandelsstatistik och kolinnehållet i produkterna. Här finns en betydande osäkerhet vad gäller kolinnehållet i några kategorier, främst "Andra livsmedel" (SITC 098) som utgör ungefär en femtedel av importen. Där användes en C-kvot på 0,35 av färskvikt.

Export och import har fördelats på Grossist och handel (avser produkter som exporteras mer eller mindre oprocessade, främst spannmål samt import av färdiga livsmedel), Foder, Livsmedelsindustri, Oljor och bioenergi, Organisk gödsel²⁵ och Övrigt. Ett visst godtycke kan finnas i den klassificeringen, men det påverkar inte kolfödet i stort. Detaljer finns i tabell S10.

I sammanfattningen har värdet av exporten av oförädlade jordbruksprodukter under Växtodling tagits från bearbetningar av handelsstatistiken och inte från Jordbruksverkets spannmålsbalans. Skillnaden är knappt 300 000 ton C, vilken sannolikt har att göra med skillnaderna i period och förändringar i lager. Den dåliga skörden 2018 har troligen slagit igenom i handeln andra halvåret 2018.

Vid beräkningar av importandel av livsmedelsförsörjningen beräknades andelen import av varor som konsumerades mer eller mindre obearbetade (37 procent) samt importandelen av råvarorna i livsmedelsindustrin (42 procent) och i djurfoder (8 procent). Värdet för importandelen i livsmedelsindu-

strin, vilket räknats ut från handelsstatistiken, är dock sannolikt för högt.

Eftersom en stor del av importen består av färdiga produkter blir uppskattningar på råvarubas inte rättvisande – den ursprungliga råvaruförbrukningen för exempelvis alkoholhaltiga drycker, inlagda grönsaker och vegetabilisk olja är ju betydligt högre än för varorna som importerats.

5.7 Livsmedelsindustrin och handel (tabell S11)

I kategorin Livsmedelsindustri ingår också handelsledet, med undantag för export av spannmål (och mycket små mängder vallfoder). Denna redovisas i stället direkt under Växtodlingen. I Livsmedelsindustri har inkluderats både primärindustrier (kvarn), sekundärindustrier (bagerier) och handelssektorn.

Det saknas övergripande offentlig statistik för större delen av livsmedelsindustrin med undantag av ägg, mejeri och slakt. För mejeriindustrin finns också viss statistik över vad som görs av mjölken, dock inte vad som händer med bi- och restprodukter. För vassle har det uppskattats att 50 procent av vasslen används som djurfoder, 25 procent till livsmedelsindustrin och 25 procent går till biogas, detta bygger på uppgifter från mejeribranschen och djurhållningen.

För stärkelseindustrin har uppgifter fåtts från Lyckeby som är den enda producenten av potatisstärkelse i Sverige. För sockerindustrin har beräkningar gjorts utifrån sockerinnehåll, skörd och foderstatistik då den enda producenten inte delgav några data. Osäkerhet i beräkningarna gäller mest fördelningen mellan betmassa, melass och andra restprodukter, men då dessa alla används som foder spelar det mindre roll. Det har antagits att 1 procent av C i betorna hamnar i biogasproduktionen. För havredryck har använts Rundgren (2019).

En lång rad av verksamheter inom livsmedelsindustrin saknar data, och importandelen av konsumtionen är oklar. Det gäller alltifrån kafferostning till produktion av morotsjuice, inlagd sill till hackad sallat och fryst pizza. Även om många av dessa produkter är relativt viktiga ekonomiskt står de för en

TABELL 16

Importens andel av råvaror, ton C	
Svensk råvaruproduktion	5 754 360
Import	1 877 684
Export	1 387 928
Årlig förbrukning	6 244 116
Importandel av årlig förbrukning	30 %
Nettoimport	489 756
Nettoimportens andel av årlig förbrukning	8 %

25. Detta avser främst specialgödselmedel för det ekologiska jordbruket.

liten del av kolföderna och omformningen i industrin gör inte så stor skillnad. Om strömning säljs hel eller inlagd förändrar bara kolbalansen genom det eventuella svinn som finns i processen eller tillfört kol från andra källor (detta är ovanligt men förekommer exempelvis med kolsyrning av läsk²⁶ och genom livsmedelstillsatsen metylcellulosa). Här har antagits 5 procent kolförluster (till avfall) i omvandlingen av råvaror till livsmedel och ett sammanlagt kolinnehåll på 180 000 ton. I övrigt hänvisas till tabell S11.

Sammanräkningen för livsmedelsindustrin visar på oförklarliga differenser och mer än 200 000 ton C har inte kunnat förklaras. Sannolikt är det andelen import till livsmedelsindustrin som är över-skattad. Alternativt är tillförseln av livsmedel till konsumtionsledet ännu mycket högre än beräknat, vilket i så fall skulle innebära mycket högre svinn.

5.7.1 Slakt och chark

Uppgifter från branschen, *Stora Köttboken* (1983) och Jordbruksverket (2021b), användes för att beräkna slakt, styckning och charkledet. Observera att levandevikten har en lägre C-kvot eftersom maginnehåll, blod med mera har hög vattenhalt jämfört med slaktkroppen. Detta gör att skillnaden mellan C-innehållet i det levande och slaktade djuret är betydligt mindre än skillnaden uttryckt i vikt, se tabell 17. Det finns dock betydande osäkerhet i beräkningarna. Uppgifter från slaktkycklingsbranschen har varit mycket knapphändiga särskilt avseende slaktbiprodukter och avfall, vilket gör dessa beräkningar särskilt osäkra.

TABELL 17

Förhållande levandevikt och slaktvikt samt kolinnehåll					
	Levandevikt	C-kvot levandevikt	Slaktvikt	C-kvot slaktvikt	Slaktvikt i andel C
Nöt, häst	100 %	0,20	50 %	0,26	66 %
Gris	100 %	0,29	65 %	0,41	93 %
Fågel	100 %	0,20	75 %	0,22	81 %
Får	100 %	0,20	55 %	0,26	73 %

Källa: Jordbruksverket. Konsumtion och förbrukning av kött, samt egna beräkningar.

26. En beräkning av mängden kol i läsk landar på cirka 2 000 ton C. 1 miljard liter * 2 g C per liter (cirka 7 g koldioxid per liter). Denna koldioxid kommer i sin tur sannolikt från öl, etanol eller sprittillverkningen.

Stora delar av levandevikten går in i mat och fodersystemet på ett eller annat sätt. Mellangärde, kind, slaktarbiff (njurtapp) samt lever, hjärta och njure tas om hand för livsmedelsändamål. Många andra delar kan exporteras (som livsmedel), ben blir till hundben, talg och ister går till charkvaror, gris-skinns blir till gelatin som används i allt från livsmedel till ballistisk gelatin för skjutprover (!), tabell 18.

För slaktvikten har antagits att 90 procent av slaktvikterna blir livsmedel, 3 procent biogas, 3 procent foder och 3 procent gödsel (benmjöl) och 1 procent andra industriråvaror, tabell 9 på sidan 25.

TABELL 18

Slutlig användning av levande och döda djur		
	Ton C	
Levandevikt	235 007	
Hudar och skinn	5 653	2,4 %
Blod, organ m m till livsmedel	9 400	4,0 %
Till foder	2 350	1,0 %
Biomal förbränning	17 952	7,6 %
Hästar till begravning, kremering	2 743	1,2 %
Rester till biogas m m	7 484	3,2 %
Slaktvikt	189 425	80,6 %
		100 %

5.7.2 Spannmålsindustrin

För kvarnarnas råvaruförbrukning har använts Jordbruksverkets spannmålsbalanser (Jordbruksverket 2021b). I kvarnar beräknas 84 procent av den ingående spannmålen bli mjöl, resten produkter (kli med mera) som används i foderindustrin (FAO 2000). Vid havreskalning blir 35 procent foder, resten går vidare till havregryn eller havredryckstillverkning (Rundgren 2019). Uppgifter från branschen samt Bertilsson (2012) gav underlag för bedömningen att det sker ett svinn på 5 procent i bagerierna och ytterligare 5 procent genom brödreter eller svinn i handeln. Hälften av brödreturerna har antagits gå till foder och hälften till etanolproduktion.

För malt har använts uppgifter från Viking Malt, för ölproduktionen från Viking Malt, Spendrups Bryggeri och Sveriges Bryggerier. För etanolproduktionen baserar sig beräkningarna på data från Agroetanol samt Bernesson och Strid (2011). För sprittillverkningen har data från etanolproduktionen använts, anpassat till volymen sprit. För både etanol och sprittillverkningen har den ingående mängden råvara tagits från Jordbruksverkets spannmålsbalans

med tillägg för beräknade mängder från bageriindustrin. 2,65 kg vete ger 1 liter etanol (0,785 kg) + 0,7 kg koldioxid + 0,85 kg drank med 90 procent ts. Det kol som återstår har allokerats till biogas.

Koldioxid som bildats vid etanolproduktion har allokerats så att det som bildas vid sprittillverkning har förts till livsmedelsindustrin (kolsyra till läsk och öl) och det som bildats vid drivmedelsetanol har förts till gårdar som användning för koldioxidgödning i växthus. Dranken har fördelats till djurfoder på så sätt att torkad drank från etanoltillverkningen först allokerats till foderindustrin och den kvantitet som blev över anses ha gått direkt till gårdar (då i blöt form).

5.8 Oljev växter, vegetabilisk olja och biodiesel (tabell S11)

Handelsstatistik och produktionsstatistik för oljeväxtfröer, oljor och animaliskt fett gör ingen skillnad på användningsområden, det vill säga hur mycket som används till livsmedel, bioenergi eller tekniskt bruk (exempelvis sågkedjeolja, kosmetik, tvål eller



Foto: Diego Delso [CC BY-SA 3.0].

TABELL 19

Handelsbalans vegetabiliska oljor 2018, ton			
	Import	Export	Netto
Sojabönolja	25 763	10 362	15 401
Jordnötsolja	72	4	68
Olivolja	10 487	318	10 169
Palmolja	184 854	24 437	160 417
Solrosolja m fl	33 960	3 529	30 431
Kokosolja, palmkärnolja	50 527	6 315	44 212
Rapsolja	151 157	19 787	131 370
Vegetabiliska fetter	51 852	10 871	40 981
Margarin	44 931	169 743	- 124 812
Kakaosmör, kaka	6 416	8	6 408
Summa	560 019	245 374	314 645

Källa: SCB Varuhandelsstatistik.

färg). Detta samt de många olika flödena gör denna sektor svår att kartlägga. Osäkerheten i beräkningarna får därför anses vara relativt stor.

Produktionen av oljevaxter (377 000 ton) plus nettoimporten av oljevaxtfröer (261 000 ton i huvudsak raps), uppgick till 639 000 ton motsvarande totalt 325 000 ton C. Importen av hela sojaböner, 25 000 ton, har räknats som foder. Utöver detta har 340 000 ton vegetabilisk och animalisk olja importerats, netto (det förekommer en omfattande export av margarin), motsvarande 250 000 ton C.

Handeln med vegetabiliska oljeprodukter är omfattande, och även om Sverige är en nettoimportör av vegetabilisk olja är exporten stor. Förbrukningen av vegetabilisk olja i livsmedel beräknades utifrån uppgifterna i Jordbruksverkets statistikdatabas till 135 000 ton eller drygt 80 000 ton C. Eftersom konsumtionsstatistiken inte skiljer på de olika oljorna har det för enkelhetens skull räknats med att all den olja som konsumeras som livsmedel görs från svensk raps och att den olja som blir över har gått till biodiesel.

I verkligheten används en större del av den svenska rapsoljan till biodrivmedel och andra importerade oljor som oliv-, soja- och palmolja används i livsmedel, men detta påverkar inte kolbalansen i stort. Det svenska rapsfrö som inte behövdes för

den vegetabiliska oljan har allokerats till foderindustrin samt till användning direkt på gårdar som foder. Alla oljekakor från pressningen av importerade oljevaxtfröer (260 000 ton) räknas som foder, medan oljan från dessa räknas till biodiesel. För importen av oljevaxtfröer har räknats med C-innehållet och fördelning olja-foder som för raps. Raps utgör huvuddelen av importen av oljevaxtfröer, men det importerar också oljepalmkärna, soja och solros.

Flödesberäkningarna inkluderar inte biodiesel som importerats som sådan. Beräkningarna har inte heller inkluderat själva framställningen av biodiesel, där oljor förändras kemiskt genom transesterifiering eller esterifiering med tillsats av metanol. Vid processen bildas också betydande mängder glycerol. Glycerol används också i livsmedelsindustrin, både som ingrediens och som tillsatsen E422.

Både metanol och glycerol innehåller kol men dessa flöden är inte inkluderade, utan det som gått in i biodieselindustrin från jordbrukssystemet lämnar systemet där, tabell S11.

5.9 Livsmedelskonsumtionen och människan (tabell S13a–c)

Kasserade livsmedel i butik har inte undersökts i detalj. Vissa livsmedel går tillbaka till leverantören medan andra hanteras som matavfall. Enligt rapporten *Matavfall i Sverige, uppkomst och behandling 2018* (Naturvårdsverket 2020) går betydande mängder till biogasproduktion. I denna rapport har mängden C i butiksavfallet beräknats som den del av den mängd som Naturvårdsverket hänfört till "industri och butik" minus våra beräkningar för industrier. Sannolikt är detta en underskattning.

Livsmedelskonsumtionen i form av vad som levereras till konsument och andra slutanvändare (restauranger, storkök och så vidare) uppgår till cirka 1,2 miljoner ton C enligt Jordbruksverkets statistik. Detta överensstämmer relativt väl med de värden som beräknats här. Jordbruksverkets värde motsvarar cirka 120 kg C per person och år och en energitillförsel på 3 100 kcal per dag. Enligt Riksmaten 2010 är det självrapporterade dagliga intaget unge-

fär 2 000 kcal, motsvarande 75 kg C per person och år. Tillförlitligheten i denna typ av undersökningar är låg, och underrapporteringen är sannolikt runt 25 procent (Amcoff *et al.* 2011). Det egentliga årsintaget är därför snarare i storleksordningen 95 kg C per person, vilket motsvarar 2 600 kcal per person och dag. Med tanke på att relativt stora delar av befolkningen är överviktig är det ett rimligt resultat. Det stämmer också väl med beräkningarna för människans utsöndringar. Sannolikheten i uppskattningen har också bekräftats av Livsmedelsverket samt av en oberoende expert.

Detta innebär i sin tur att ”svinnet”²⁷ uppgår till minst 25 kg C per person och år. Enligt Naturvårdsverket uppgår det totala matavfallet i hushåll och restaurang till drygt 1 miljon ton. Om man antar ett kolinnehåll på 10 procent i avfallet (dryck och grönsaker med lågt kolinnehåll utgör en stor del av svinnet) skulle det utgöra cirka 10 kg per person. Resultaten tyder på att svinnet är betydligt högre än Naturvårdsverkets uppskattning.

För beräkning av människans metabolism har använts uppgiften att 89 kg C per år avgår som koldioxid i utandningen (Cai *et al.* 2018). Beräkningen av avföring och urin har gjorts via kväveinnehåll och C-kvot på motsvarande sätt som metod 2 avseende djurens gödsel. En schablon på 1 hg C per person för svett och vädersläppning har också satts. Förändringen i den mänskliga biomassan beräk-

nades utifrån antalet döda, 92 000, år 2018 (SCB 2021a) med en antagen vikt på 70 kg (SCB 2021b) och ett kolinnehåll på 18 procent. Migration har inte beaktats.

5.10 Avlopp, matavfall och biogas (tabell S14a–14c)

Avlopps- och avfallsströmmar har kartlagts, men data är bristfälliga. Utöver detta anges oftast våtvikt och man har breda kategorier vilket gör det svårt att räkna fram kolinnehåll. Exempelvis anges matavfallet i hushållen i Sverige uppgå till cirka 1 miljon ton 2018²⁸, varav en knapp fjärdedel spolas ned i avloppet och resten samlas in som hushållsavfall. Av hushållsavfallet uppskattas 55 procent hanteras som restavfall vilket går till förbränning, cirka 5 procent komposteras och 40 procent gå till biogas (Naturvårdsverket 2020). I beräkningen har antagits att det som spolas ned i avloppet främst är drycker, sås och liknande och ett kolinnehåll på 5 procent har antagits medan ett kolinnehåll på 10 procent antogs för det fasta avfallet.

Det saknas kartläggning av butikernas hantering av matavfall och det hanteras olika av butikerna och av kommunerna. Då stora delar av matavfallet från butik är paketerade varor är det sannolikt att stora mängder hanteras som restavfall och att endast



Foto: Jan Nijman.

27. Observera att en relativt stor del av svinnet är oundvikligt (skal på frukter, ägg och grönsaker, ben, kaffesump o s v).

28. Som noterats ovan är detta sannolikt en underskattning.

mindre mängder hanteras som matavfall och går in i biogasanläggningar eller lämnas till lantbrukare som foder (Naturvårdsverket 2019). Vissa osålda produkter (exempelvis bröd) går tillbaka till leverantörerna. Detta är dåligt dokumenterat och kan möjligen orsaka dubbelräkning. I beräkningarna har antagits att 20 procent av butikernas avfall går till biogas, 10 procent tillbaka till leverantörer, 10 procent går till foder, 5 procent till kompost och 55 procent går till förbränning.

För beräkningarna av avfall från livsmedelsindustrierna har använts de egna beräkningar som gjorts för livsmedelsindustrin (tabell S11). Dessa värden sammanfaller relativt bra med de olika källorna till biogassubstrat som anges av Energimyndigheten (2019). De är däremot betydligt högre än de värden som redovisas av Naturvårdsverket (2020).

Biogas från deponier har inte räknats med i kalkylerna eftersom införseln av kol från livsmedelssystemet till dessa huvudsakligen är historiskt, det vill säga att det är gammalt avfall som nu avger biogas.

I balansen för biogasproduktionen har allt material som används först beräknats utifrån de substratmängder som används i olika typer av anläggningar enligt Energimyndigheten (2019). Ett flertal olika källor har använts för att beräkna substratens kolinnehåll (Frid 2012, Hellström *et al.* 2009, Svenskt Gastekniskt Center 2009). Därefter har kolinnehållet i den biogasproduktion som redovisas av Energimyndigheten (2019) beräknats via energiinnehåll och volym biogas med antagandet att 60 procent av den producerade gasen är metan och 40 procent koldioxid. Via molekylvikter räknades där efter kolinnehållet ut, vilket innebar att cirka 80 procent av kolet finns i metan. Koldioxiden skiljs senare ut under uppgraderingen, men dess vidare öden har inte undersökts. Skillnaden mellan tillfört kol i substraten och de producerade mängderna metan och koldioxid har antagits vara i form av slam. Det förekommer också läckage vid biogastillverkningen

i storleksordningen ett par procent (Avfall Sverige 2016).

De beräknade mängderna C i avföring och urin från människor samt de delar av matavfallet som spolats ned i avloppet (se ovan) samstämmer väl med dessa beräkningar, med hänsyn taget till att inte alla hushåll är kopplade till de kommunala avloppsneten och att cirka 90 procent av avloppsslamm genomgår rötning. Baserat på SCB:s statistik (2020) över totala utsläpp av organiskt material (Chemical Oxygen Demand, COD) från avloppsreningsverken beräknades C-innehållet i det behandlade avloppsvattnet till 1/3 av COD, enligt omräkningsfaktorer från Uppsala (3,3) och Karlshamn (2,7). Den därigenom framräknade siffran verkar något hög jämfört med de siffror man får om man räknar med en reningsgrad på 90 procent vilket verkar vara vanligt. Sannolikt beror det på anslutning av andra verksamheter (industrier) än hushållen till de kommunala avloppssystemen.

Cirka 40 procent av slammet från avloppsreningsverken sprids på åkermark. Användningen av slam för anläggningsjord har inte medtagits eftersom den inte används i jordbruksproduktion utan i trädgårdar, parker, vägbyggen och liknande. Hälften av slammet från industriröttningsanläggningar²⁹ sprids också på åkermark. Rötresten i annan biogastillverkning, ofta kallad biogödsel, beräknas användas till åkermark fullt ut (Energimyndigheten 2019).

5.11 Osäkerhet

Brister i dataunderlag och variationen i metod för de olika stegen gör att det inte är meningsfullt att försöka fastställa resultatens grad av osäkerhet. De relativa storleksordningar som visas av undersökningen får dock anses pålitliga. De största källorna till osäkerhet har redovisats ovan.

29. Denna kategori innefattar ett flertal olika typer av industrier varav en del är skogsindustrier.

Referenser

Referenserna inkluderar sådana som använts i beräkningsunderlagen. Referens till vilken tabell i supplementet de huvudsakligen använts för anges inom hakparenteser sist för varje referens. Supplementet finns på KSLA:s webbplats: https://www.ksla.se/bibliotek/supplement-kslat_2_2021/.

- Adams, R. C., MacLean, F. S., Dixon, J. K., Bennett, F. M., Martin, G. I., and Lough, R. C., 1951. The utilization of organic wastes in N.Z.: Second interim report of the inter-departmental committee. *New Zealand Engineering* (November 15, 1951): 396–424. [S12e–S12j]
- Adetona & Layzell, 2019. Anthropogenic energy and carbon flows through Canada's agri-food system: Reframing climate change solutions, *Anthropocene*, Volume 27, September 2019, 100213. [S6, S9e, S10]
- Agria djurförsäkring, Allt fler hundar och katter i Sverige, 2017-11-10.
<https://www.agria.se/pressrum/pressmeddelanden-2017/allt-fler-hundar-och-katter-i-sverige/> [S9d]
- Albertsson, B., 2012. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2013.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo12_12.pdf [S12k]
- Amcoff, E., Edberg, A., Barbieri, H.E., Lindroos, A.K., Nälssén, C., Pearson, M., Lemming, E.W., 2011. Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige. Riksmaten. [S13a]
- Andrén et al. 2004. ICBM regional model for estimations of dynamics of agricultural soil carbon pools, *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 70: 231–239, 2004.
- Andrén, O. och Kätterer, T., 1997. ICBM: The Introductory Carbon Balance Model for Exploration of Soil Carbon Balances, *Ecological Applications*, 7(4), 1997, pp. 1226–1236.
- Aronsson, A., Wallman, M. och Berglund, M., 2012. Kvantifiering av klimatcertifieringens effekter – kyckling och ägg. [S8]
- Autret, M., Bocobo, D.L., Hsu, P.C., Rao, K.K.P.N., Veen, A.G. van, Reh, E., Vergara, A., 1953. Food composition tables for international use. [S3, S10]
- Avfall Sverige 2016. Rapportering av data från metanmätningar enligt Egenkontroll metanutsläpp – frivilligt åtagande 2007–2015. [14a]
- Barzegar, Shahram, Shu-Biao Wu, Mingan Choct, and Swick, Robert A., 2020. Factors affecting energy metabolism and evaluating net energy of poultry feed, *Poultry Science* 99:487–498.
- Bergsten, Hans, Lyckeby, personligt meddelande 2021-02-22. [S11]
- Bernesson och Strid, 2011. Svensk spannmålsbaserad drank – alternativa sätt att tillvarata dess ekonomiska, energi- och miljömässiga potential, *SLU Rapport 032*, ISSN 1654-9406. [S11]
- Bertilsson et al. 2012. Svinn inom bröndindustrin – materialförluster i försörjningskedjan, Institutionen för teknikens ekonomi och organization, Chalmers [S11]
- Betodlaren 3, 2018. Sockerbetsblast till grovfoder. [S5a]
- Bolinder et al., 2007. An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118 (2007) 29–42.
- Bolinder et al., 2015. Net primary productivity and below-ground crop residue inputs for root crops: Potato (*Solanum tuberosum* L.) and sugar beet (*Beta vulgaris* L.), *Can. J. Soil Sci.* (2015) 95: 87–93.
- Bumane et al., 2015. The Analysis of Carbon Content in Different Energy Crops, NJF 25th conference, June 16-18, 2015. [S3]
- Cai, Q et al., 2020. The impact of human and livestock respiration on CO₂-emissions from 14 global cities, *Researchsquare*,
<https://www.researchsquare.com/article/rs-54066/v1> [S12d]
- Cai, Q, Yan, X., Li, Y., Wang, L., 2018. Global patterns of human and livestock respiration. *Sci. Rep.* 8, 1–7.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-27631-7> [S13a]
- Cederberg och Henrikszon, 2020. Gräsmarkernas användning i jordbruket, Chalmers. [S2, S5a, S8]
- Conroy et al., 2010. Predicting beef carcass, meat, fat and bone proportions from carcass conformation and fat scores or hindquarter dissection, *Animal* 4:2 234–241. [S9d]
- Danckwardt-Lillieström, Erika, Sveriges Bryggerier, personligt meddelande 2021-03-24. [S11]
- Energimyndigheten, 2019. Drivmedel 2018, ER 2019:14. [S11]
- Energimyndigheten, 2019. Produktion och användning av biogas och rötrestes år 2018, ER 2019:23. [S13a, S14a, S14b, S14c]

- FAO, 2000. Technical Conversion Factors, <http://www.fao.org/economic/the-statistics-division-ess/methodology/methodology-systems/technical-conversion-factors-for-agricultural-commodities/en/> [S11]
- FAOSTAT, 2021a. New Food Balances [WWW Document]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS/report> (accessed 3.3.21). [S9e]
- Feedipedia 'Bone meal, raw', <https://www.feedipedia.org/node/219> 2021-05-04. [S9d]
- Feedipedia 'Timothy grass', <https://www.feedipedia.org/node/16886> 2021-05-05. [S3]
- Finsson, Anders Svenskt Vatten, personligt meddelande 2021-04-14. [S13a]
- Foder och Spannmål, 2019. Foderstatistik 2018 (opublicerat). [S8]
- Frankelius, Per, 2020. A proposal to rethink agriculture in the climate calculations, *Agronomy Journal*, vol 112, issue 4, pp. 3216–3221. <https://doi.org/10.1002/agj2.20286>
- Frid, Sara, 2012. Optimering och effektivisering av biogasprocessen vid biogasanläggningen Kungsängens gård. Examensarbete SLU, http://www.w-program.nu/filer/exjobb/Sara_Frid.pdf [S14b]
- Frö- och oljeväxtodlarna, Vallfröarealer 2000–2020, data från 2017. https://www.svenskraps.se/vallfro/areal_vallfro_medel.asp 2021-03-14. [S5a]
- Gan *et al.*, 2009. Carbon input to soil from oilseed and pulse crops on the Canadian prairies, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 132 (2009) 290–297.
- Global Carbon Project, 2020. Carbon budget and trends 2020. www.globalcarbonproject.org/carbonbudget published on 11 December 2020.
- Gunnarsson, Albin, Svensk Raps, personligt meddelande 2021-03-14. [S5a]
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., Meybeck, A., 2011. Global food losses and food waste – Extent, Causes and Prevention, Rome.
- Harder, Robin *et al.*, 2019. Recycling nutrients contained in human excreta to agriculture: Pathways, processes, and products, *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49:8, 695–743. [S13a]
- Hellström, D., Jonsson, L., och Vallin, L., 2009. Uppföljning av biogasproduktionen vid Henriksdals reningsverk 2000–2005. [S14b]
- Henriksson, Cederberg och Swensson, 2014. Carbon footprint and land requirement for dairy herd rations: impacts of feed production practices and regional climate variations, *Animal* (2014), 8:8, pp 1329–1338. [S8]
- Henriksson, Maria, personliga meddelanden om återväxt av vall, foderstater m.m. [S8]
- Hirte, J. *et al.*, 2018. Below ground carbon inputs to soil via root biomass and rhizodeposition of field-grown maize and wheat at harvest are independent of net primary productivity, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 265 (2018) 556–566.
- Hästnäringens nationella stiftelse, 2017. Hästar och uppfödare i Sverige, <https://hastnaringen.se/app/uploads/2017/10/hastar-och-uppfodare-i-sverige-avelsrapport-2017-mini.pdf> [S9d]
- IPCC 2006, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [S12e, S12f, S12g, S12h, S12i]
- Jansma, Arne, Agroetanol, personlig meddelande 2020-12-18. [S11]
- Jordbruksverket, 2005. Fjäderfågödsel – en värdefull resurs. [S12k]
- Jordbruksverket, 2010. Inlagring av kol i betesmark, Rapport 2010:25.
- Jordbruksverket, 2018. Skörd av spannmål, trindsäd, oljevaxter, potatis och slättervall 2017, JO 16 SM 1801. [S2, S5a]
- Jordbruksverket, 2019a. Råvaror som ingår i foderblandningar som fodertillverkare rapporterar till Jordbruksverket, data från 2018, utskriven 2019-09-06. [S6]
- Jordbruksverket, 2019b. Tillverkad/importerad kvantitet foderblandningar, data från 2018, utskriven 2019-04-29. [S6]
- Jordbruksverket, 2021a. Detaljerad spannmålsbalans för 2018 (opublicerat). [S5b]
- Jordbruksverket, 2021b. Konsumtion och förbrukning av kött, 2021-03-09. <https://jordbruksverket.se/mat-och-drycker/hallbar-produktion-och-konsumtion-av-mat/konsumtion-och-forbrukning-av-kott> [S9d].
- Jordbruksverket, 2021c. Utdrag från CDB, avlidna nötkreatur 2021-03-12 (opublicerat). [S9d]
- Jordbruksverkets statistikdatabas, 2021. Antal djur 1 juli 2018. [S8, S12d]
- Jordbruksverkets statistikdatabas, 2021. Direktkonsumtion livsmedel 2018. [S13b]
- Jordbruksverkets statistikdatabas, 2021. Mejeriproduktion 0717–0618. [S9b]
- Jordbruksverkets statistikdatabas, 2021. Partihandels invägning av ägg 2018. [S9c]
- Jordbruksverkets statistikdatabas, 2021. Slakt av större lantbruksdjur vid slakteri efter Djurslag 2018. [S9d]
- Jordbruksverkets statistikdatabas, 2021. Totalkonsumtion livsmedel 2018. [S13b]

- Jönson, Håkan *et al.* 2004. Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production, SEI. [S13a]
- Karlsson, Anna-Karin, Norrmejerier, personligt meddelande 2021-02-25. [S9b]
- Karlsson, J *et al.*, 2020. Halting European Union soybean feed imports favours ruminants over pigs and poultry, *Nat Food* 2, 38–46 (2021).
- Kite, Cindy, Polarbröd, personligt meddelande 2021-04-20. [S11]
- Koljonen, Raimo, Viking Malt AB, personligt meddelande 2021-03-25. [S11]
- Konvex, personligt meddelande, odaterat. [S9d]
- Kraftringen 2021, Enhetsbyte till kg <https://www.kraftringen.se/privat/kora-ballbart/tanka-gasbil/enhetsbyte-till-kg/> [S14c]
- Krogt, Dirk van der, Lövsta Kött, personligt meddelande 2021-05-11. [S9d]
- Kätterer *et al.*, 2011. Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment, *Agriculture, Ecosystems*. [S5a]
- Landquist *et al.*, 2020. Uppdaterad och utökad livscykelanalys av svensk grisproduktion. RISE. [S8]
- Liang, Chao *et al.*, 2019. Quantitative assessment of microbial necromass contribution to soil organic matter, *Glob Change Biol.* 2019;00:1–13.
- Linderholm, K., 2018. Sveriges självförsörjningsgrad, Silvbergs Miljöteknik AB.
- Linderholm, K., Kätterer, T., Mattsson, J.E., 2020. Valuing carbon capture in agricultural production: examples from Sweden. *SN Appl. Sci.* 2, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-3101-9> [S9d]
- Lindgren, Hans, Spendrups Bryggerier, personligt meddelande 2021-03-17. [S11]
- Lindow, Karin *et al.*, 2021. Livsmedelsförluster i Sverige, Metoder för ökad kunskap om livsmedelsproduktionens förluster och resurser, Jordbruksverket. [S9e]
- Livsmedelsverkets livsmedelsdatabas version 2020-01-16, <https://www7.slv.se/SokNaringsinnehall> [S4, S5a, S10]
- Lonergan *et al.*, 2019. Chapter 6 – Growth curves and growth patterns in *The Science of Animal Growth and Meat Technology* (Second Edition). [S9d]
- Länsstyrelsen Västra Götaland, Bidragskalkyler 2018. [S8]
- Mannerheim, Lena Gäverstad gård, personligt meddelande 2021-04-02. [S8]
- Mayer *et al.*, 2003. Estimating N rhizodeposition of grain legumes using a ¹⁵N in situ stem labelling method, *Soil Biology & Biochemistry* 35 (2003) 21–28.
- Naturvårdsverket, 2019. Matavfall i butik – analys av samhällsförändringar.
- Naturvårdsverket, 2020. Matavfall i Sverige – uppkomst och behandling 2018. [S14a]
- Naturvårdsverket, 2021. National Inventory Report Sweden 2021.
- Nilsson och Bernesson, 2009. Halm som bränsle, del 1: Tillgångar och skördetidpunkter, SLU rapport 011. [S5a]
- Olsson, Stefan, Fodercentralen, personligt meddelande om renfoder 2021-03-19. [S8]
- Petterson, Sundberg och Westlin, 2009. Maskiner och metoder i vallodling. JTI 377. [S5a]
- Phyllis, Database for the physico-chemical composition of (treated) lignocellulosic biomass, micro- and macroalgae, various feedstocks for biogas production and biochar, <https://phyllis.nl/> [S3, S12e–S12j]
- Poeplau, C., Bolinder, M. A., Eriksson, J., Lundblad, M., and Kätterer, T., 2015. Positive trends in organic carbon storage in Swedish agricultural soils due to unexpected socio-economic drivers, *Biogeosciences*, 12, 3241–3251, <https://doi.org/10.5194/bg-12-3241-2015>
- Rouwenhorst, R.J., Frank Jzn, J., Scheffers, W.A., van Dijken, J.P., 1991. Determination of protein concentration by total organic carbon analysis. *J. Biochem. Biophys. Methods* 22, 119–128. [https://doi.org/10.1016/0165-022X\(91\)90024-Q](https://doi.org/10.1016/0165-022X(91)90024-Q) [S3]
- Rundgren, G., 2018. Det svenska jordbrukets utsläpp av växthusgaser, <https://tradgardenjorden.blogspot.com/2018/02/det-svenska-jordbrukets-utslapp-av-8.html> 2021-06-21.
- Rundgren, G., 2019. Mjolkprodukter och vegetabiliska alternativ till mjolkprodukter – miljö, klimat och hälsa, *Matlust*. [S11]
- Sametinget, Renslakt 2018, <https://www.sametinget.se/statistik/renslakt> 2021-03-18. [S9d]
- SCB, 2013. Odlingsåtgärder i jordbruket 2012, SCB MI 30 SM 2003. [S5a]
- SCB, 2020a. Odlingsåtgärder i jordbruket 2019, SCB MI 30 SM 1302.
- SCB, 2020b. Utsläpp av växthusgaser från jordbruk efter växthusgas och delsektor. År 1990–2019. [S12c]
- SCB, 2020c. Utsläpp till vatten och slamproduktion, 2018, MI 22 SM 2001, https://www.scb.se/contentassets/dfddd9bb71804c4ea0c06891508b1c84/mi0106_2018a01_sm_mi22sm2001.pdf 2021-06-27. [S14a]
- SCB, 2021a. Sveriges befolkning, <https://www.scb.se/hitta-statistik/sverige-i-siffror/manniskorna-i-sverige/sveriges-befolkning/> 2021-06-27. [S13a]

- SCB, 2021b. Undersökningarna av levnadsförhållanden, <https://www.scb.se/bitta-statistik/statistik-efter-amne/levnadsforhallanden/levnadsforhallanden/undersokningarna-av-levnadsforhallanden-ulf-silc/2021-06-27>. [S13a]
- SCB, 2021c. Utrikeshandel med varor, Varuimport och varuexport efter handelspartner och varugrupp SITC rev3/rev4, ej bortfallsjusterat, sekretessrensad. [S10]
- Spörndly, R. och Nylund, R., 2017. Minskade förluster vid ensilering av grovfoder, SLU vallkonferensen 2017. [S5a]
- Strid, Rööös och Tidåker, 2014. Förluster av svenskt nötkött inom primärproduktion och slakt. Jordbruksverket rapport 2014:07. [S9d]
- Svensk Frötidning 5/12, Oklart halmvärde, <http://svenskraps.se/kunskap/pdf/01520.pdf>[S5a]
- Svensk Kötthandel, 1983. Stora Köttboken – Faktabok om kött. [S9d]
- Svenska Fåravelsförbundet, 2017. Svensk ullproduktion, <https://faravelsforbundet.se/svensk-ullproduktion-2016/> 2021-05-18. [S9d]
- Svenskt Gastekniskt Center, 2009. Substrathandbok för biogasproduktion, <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/948934> [S14b, S14c]
- Villarino, S. H. *et al.*, 2021. Plant rhizodeposition: A key factor for soil organic matter formation in stable fractions, *Sci. Adv.* 2021; 7.
- Wichern *et al.*, 2007. Rhizodeposition of C and N in peas and oats after 13C–15N double labelling under field conditions, *Soil Biology & Biochemistry* 39 (2007) 2527–2537. [S2]
- Wiklund och Malmfors, 2014. Viltkött som resurs, Rapport 6635, december 2014. [S9d]
- Wolf, J. *et al.*, 2015. Biogenic carbon fluxes from global agricultural production and consumption. *Global Biogeochem. Cycles* 29, 1617–1639. <https://doi.org/10.1002/2015GB005119> [S5a, S6, S10]
- van Zanten, H., *et al.*, 2018. Defining a land boundary for sustainable livestock consumption, *Glob Change Biol.* 2018; 1–10.

Utgivna nummer av Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens TIDSKRIFT (KSLAT)

(Titlar markerade med * publiceras endast elektroniskt på KSLA:s webbplats www.ksla.se. Där finns även tidigare utgåvor.)

2015

- Nr 1 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens verksamhetsberättelse 2014
- Nr 2 Skogsnäringens framtida kompetensförsörjning
- Nr 3 UNIK Utmaning 2015 – en casetävling om vägen till det hållbara naturbruket

2016

- Nr 1 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens verksamhetsberättelse 2015
- Nr 2 Frön för framtiden – ett dialogprojekt om bioteknik i växtodlingen
- Nr 3 Landskapsforum 2016: Samarbetsnätverk i landskapet – möjligheter och utmaningar
- Nr 4 Seeds for the Future – a dialogue project concerning biotechnology in plant production
- Nr 5 Land och stad – nya relationer i en osäker tid

2017

- Nr 1 Skogsägarens mål – en väg till ökad variation i skogen
- Nr 2 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens verksamhetsberättelse 2016
- Nr 3 UNIK Utmaning 2016 – en casetävling om konceptet Nordisk Mat
- Nr 4 Landskapsforum 2017: Landskapsperspektiv i fysisk planering – helhetssyn för hållbara lösningar
- Nr 5 Utan pengar – inga hagar och ängar

2018

- Nr 1 Menyn och tidens tecken. Måltiderna vid KSLA:s högtidssammankomster åren 2003–2018
- Nr 2 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens verksamhetsberättelse 2017
- Nr 3 Lantbruket i diplomatins korridorer – en skrift om Sveriges lantbruksråd
- Nr 4 UNIK Utmaning 2017 – en casetävling om att halvera vårt matsvinn till år 2030*
- Nr 5 Framtidens skogsakademiker – skogsakademisk utbildning i ett tidsövergripande perspektiv
- Nr 6 Forests and the climate. Manage for maximum wood production or leave the forest as a carbon sink?

2019

- Nr 1 KSLA Caseutmaning 2018 – ett kommunikationskoncept som ökar förståelsen för skogens olika nyttor*
- Nr 2 Farsoter i Sverige. Hur historien påverkar vår framtid
- Nr 3 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens verksamhetsberättelse 2018
- Nr 4 Ekosystemtjänster. Om äpplen och päron i skogen
- Nr 5 Landskap – ett vidsträckt begrepp. En antologi om landskap
- Nr 6 Svenskt jordbruk 2030 – vägen dit
- Nr 7 Skogliga begrepp och definitioner. Skogens alla siffror

2020

- Nr 1 KSLA Caseutmaning 2019. Hur kan data berätta historien om din produkt?*
- Nr 2 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens verksamhetsberättelse 2019
- Nr 3 Galna ko-sjukan – köttmjöl och kannibalism
- Nr 4 Klimat och markanvändning mot 2030
- Nr 5 Äganderätten och de gröna näringarna

2021

- Nr 1 Kungl. Skogs- och Lantbruksakademiens verksamhetsberättelse 2020
- Nr 2 Koll på kolet – kolflödet i det svenska jordbruks- och livsmedelssystemet

Kol är byggstenen i allt liv. I jordbruket spelar fotosyntesen en central roll genom att med solen som energikälla fånga in luftens koldioxid och bygga komplexa föreningar i form av kolhydrater, protein och vegetabiliska fetter. De i sin tur utgör grunden för vår mat, antingen direkt i form av spannmål, frukt, bär och grönsaker eller indirekt som animaliska livsmedel.

Denna rapport redovisar en unik sammanställning av kolets kretslopp i den svenska värdekedjan för livsmedel – var i kedjan kolet binds in, lagras i mark och livsmedel och var svinn och läckage uppstår.

Det är KSLA:s förhoppning att rapporten ska vara ett viktigt bidrag i utvecklingen av mer hållbara produktionssystem och förbättra möjligheterna för jordbruket och hela livsmedelskedjan att aktivt bidra till ett klimatneutralt Sverige 2045.



**Kungl. Skogs- och
Lantbruksakademien**

Drottninggatan 95 B
Box 6806

113 86 Stockholm
tel 08-54 54 77 00

www.ksla.se, akademien@ksla.se

Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA) är en mötesplats för den gröna sektorn. Akademien är en fri och oberoende nätverksorganisation som arbetar med frågor om jordbruk, trädgårdsbruk, livsmedel, skog och skogsprodukter, fiske, jakt och vattenbruk, miljö och naturresurser samt skogs- och lantbrukshistoria. Vi arbetar med frågor som berör alla och som intresserar många!