Formas Fokuserar

KliMATfrågan på bordet

KliMATfrågan på bordet

Mat åt nio miljarder – hur ska vi fixa det i ett nytt klimat? Och hur påverkar maten i sin tur klimatet? Hur ska vi äta klimatvänligt? Är det moraliskt fel att äta nötkött? Ska vi producera kött utan djur för klimatets skull? Hur mycket betyder transporterna och spillet i livsmedelskedjan? I Sverige får vi nya grödor, men också nya ogräs och skadegörare. Och djuren kan bli sjukare. Vad innebär ett nytt klimat för olika delar av vårt avlånga land?

Hur ser olika forskare på saken?
Läs boken så får du veta!

www.formasfokuserar.se

formas

Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande, Formas

Formas Fokuserar

PRISGRUPP
F
POCKETSTANDARD

ISBN 978-91-540-6022-1
9789154060139

Forskningsrådet för miljö, areella näringar
och samhällsbyggande, Formas

Forskningsrådet Formas är en statlig myndighet som stödjer grundforskning och behovsstyrd forskning med höga krav på vetenskaplig kvalitet och relevans för berörda samhällssektorer. Det övergripande syftet är att främja en hållbar utveckling i samhället.

Formas Fokuserar

Pocketboksserien Formas Fokuserar är ett led i Formas arbete med att kommunicera forskningsresultat. Serien är ett debattforum där forskare klargör dagens kunskaps- och debattläge i viktiga samhällsfrågor.

Formas Fokusear 14 *KliMATfrågan på bordet*
Copyright Forskningsrådet Formas (www.formas.se)
Planeringsgrupp Rune Andersson, SLU, Ulrika Geber, SLU, Ulf Jonsson, Stockholms universitet, Thomas Ohlsson, SIK, Britt Olofsdotter, Lena Strålsjö och Johanna Dernfalk, Formas

Projektledare och redaktör Birgitta Johansson

Beställningsadress www.formasfokuserar.se eller formas.ldi@liber.se

Omslag och original Lupo Design
Illustrationer Pertti Salonen
Tryck 08-Tryck AB
ISBN 978-91-540-6022-1
Stockholm 2008

KliMATfrågan på bordet

Formas Fokuserar

Innehåll

Inledning 7

Fakta om svenska växthusgasutsläpp 19

Mat åt nio miljarder – klimatet är en joker 25
Johan Kuylenstierna

Vi måste minska sårbarheten i odlingssystemen 43
Jakob Lundberg och Fredrik Moberg

Europas mat i nytt klimat 61
Thomas Ohlsson

Kött och klimat – kunskap som funnits länge 73
Annika Carlsson-Kanyama

HUR PÅVERKAR MATEN KLIMATET?

Alla matens utsläpp borde synas i klimatrapporteringen 87
Christel Cederberg

Matval för klimatets skull – svenska äpplen och mindre pizzor 101
Charlotte Lagerberg Fogelberg

Värms jordklotet upp av fisken på din tallrik? 117
Friederike Ziegler

Välfyllda lastrum ger klimateffektiva transporter 133
Gunilla Jönsson

Maten i soptunnan – vem täljer trägubbar för att elda upp dem? 147
Karin Östergren och Ulf Sonesson

Klimatmärkning av mat – vad kan det ge och när ska det ske? 161
Oksana Mont och Katsiaryna Paulavets

Aha – klimatmärkt mat! 173
Helena Shanahan och Helene Wåhlander

Hoppfull oro – en medelväg för klimatvänlig matkonsumtion 187
Maria Ojala

JORDBRUKET – PROBLEM OCH MÖJLIGHETER

Svensk växtodling i nytt klimat 199
Henrik Eckersten, Håkan Fogelfors och Roland Sigvald

Mat och klimat – ett växtgenetiskt perspektiv 217
Christina Dixelius

Nya krav på djurhållning 235
Ann Albihn och Ulf Magnusson

KAN VI MINSKA KLIMATPÅVERKAN FRÅN MATPRODUKTION?

Mindre metan från högavkastande kor 249
Jan Bertilsson och Gunnar Börjesson

Köttproduktion utan djur **261**
Stellan Welin, Johanna Berlin och Julie Gold

Jordbruk med naturen som modell **273**
Johanna Björklund

Är ekomat bättre eller sämre för klimatet? **285**
Niels Andresen, Ann-Marie Dock Gustavsson och Johan Wahlander

Ekologiskt jordbruk ger mera koldioxid i atmosfären **299**
Olof Andrén och Holger Kirchmann

Klimatvänligt jordbruk – hur kan det se ut? **313**
Göte Bertilsson

Inledning

Mat åt nio miljarder – hur ska vi fixa det när klimatet förändras? Hur påverkar matproduktionen i sin tur klimatet? Kan vi äta klimatvänligt? Ska vi producera kött utan djur? Hur mycket betyder transporter och all mat vi kastar i soptunnan? När klimatet förändras får vi nya grödor i Sverige, men också nya ogräs, nya skadegörare och sjukare djur. Hur mycket måste vi anpassa produktionen av både djur och växter?

I den här boken skriver drygt 30 forskare om mat och klimat i 21 olika kapitel. Frågorna kring mat och klimat är inte lätta. Det är exempelvis mycket komplext att reda ut hur stora de klimatpåverkande utsläppen är från ett speciellt livsmedel. Det vi kallar livscykelanalyser är färskvara eftersom leden i livsmedelskedjan hela tiden förändras.

Diffust och komplext att räkna jordbruksutsläpp

FN:s krav på rapportering till klimatkonventionen gör att växthusgaser måste redovisas på ett visst sätt. För jordbruket utelämnas viktiga poster, ett problem som har tagits upp av vissa av bokens författare. De författare som berör det här problemet verkar vara överens om att rapporteringsmallen från FN som Naturvårdsverket måste använda inte räcker för att redovisa utsläppen från jordbruk; den ger inte rätt bild.

Därför har en del av forskarna lagt till olika komponenter som borde höra dit. Eftersom det inte finns någon mall för hur detta ska göras blir det skillnader i deras siffror.

Christel Cederberg är den första i boken som diskuterar detta, och hon tar med sådant som diesel och utsläpp i andra länder vid produktion av bland annat gödsel och foder, trots att det inte ingår i den jordbrukssiffra som ska rapporteras till FN. Det hon inte skriver om är hur markanvändningen påverkar utsläppen av växthusgaser. Det gör däremot Göte Bertilsson som till och med nämner ”grundomsättningen” från opåverkad mark. Olof Andrén och Holger Kirchmann skriver mycket om markens kolomsättning.

Tre författare från Jordbruksverket gör en jämförelse mellan klimateffekter av ekologisk produktion och konventionell. De räknar också med diesel, gödseltillverkning och foderproduktion utomlands. Dessutom visar de siffror för mulljordar och betesmarker och kommer fram till att naturbetesmarker är en kolsänka, det vill säga de tar upp mer koldioxid än de släpper ut.

Under arbetet med boken uppstod det en diskussion om ekologisk kontra konventionell odling. Är det egentligen någon klimatnytta med att odla ekologiskt?

Och kommer vi att kunna föda jordens ökande befolkning på det sättet? I boken finns författare med helt olika svar på den frågan. Boken börjar med de globala frågorna.

Mat åt nio miljarder

Första kapitlet slår fast att om femtio år är vi femtio procent fler som behöver mat för dagen. Den här prekära situationen ska vi lösa samtidigt som klimatförändringarna hänger som ett hot över oss. Det gäller att minska spill och förluster i livsmedelskedjan, och att öka skördarna i utvecklingsländer med hjälp av lite bättre teknik, lite mera gödsel och lite mera vatten. Lösningar finns om bara viljan finns, skriver Johan Kuylenstierna, Stockholms universitet och FN:s livsmedelsorganisation FAO.

Jakob Lundberg och Fredrik Moberg, Albaeco och Stockholm Resilience Centre, har ett annat recept. Vårt sätt att producera mat måste förändras radikalt. Vi måste koncentrera oss på att skapa mindre sårbara odlingssystem som bygger på biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Sådana odlingssystem ger redan idag bra avkastning, åtminstone i fattiga länder, skriver de.

Hur går det med Europas livsmedelsförsörjning när klimatet förändras och energipriserna stiger? Thomas

Ohlsson, pensionerad från SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik, presenterar en EU-studie med fyra framtidsscenarier för år 2030: Klimatchock, Energikris, Vi är vad vi äter, och Samarbete med naturen. Han är övertygad om att den europeiska livsmedelsproduktionen står inför stora förändringar. Maten blir en allt viktigare maktfråga i takt med klimatförändringar, vattenbrist, befolkningsökning och stigande råvarupriser.

Det är ingen ny kunskap att köttproduktion kräver mycket energi. Men när siffror från 1970-talet översätts till växthusgasutsläpp så känner politikerna inte igen sig. Annika Carlsson-Kanyama, FOI Totalförsvarets forskningsinstitut, skriver om några av de pionjärer som tog upp kopplingen mellan mat och energianvändning. Deras siffror stämmer fortfarande – det är mycket mer energikrävande att producera kött än vegetabilier. Kommer kunskapen att omsättas i styrmedel den här gången – kanske en köttskatt?

Hur påverkar maten klimatet?

I jordbruket är det inte koldioxid som är största växthusgasen, utan lustgas och metan. Men Christel Cederberg, SIK, ifrågasätter Naturvårdsverkets klimatrapportering. Den omfattar inte de utsläpp som sker i andra länder vid produktion av insatsmedel till det svenska jordbruket. Inte heller syns

utsläppen från importerad mat. Varför sätts systemgränserna så snävt? Istället för ett nationsperspektiv borde man ha ett konsumtionsperspektiv så att alla utsläpp i varornas livscykel syns.

Att äta ”klimatsmart” innebär att äta mindre av mat som ger höga utsläpp av växthusgaser. Det kan vara stor skillnad på samma livsmedel beroende på var och hur det är producerat. Men huvudspåret är att animaliska livsmedel ger upphov till mera klimatpåverkan än vegetabiliska. Det är också intressant att jämföra ätandet med annat som vi människor gör. Klimatmässigt kan vi till exempel kvitta en Londonresa med flyg mot 210 kilo kyckling eller fem ton svenskodlade äpplen, skriver Charlotte Lagerberg Fogelberg, Centrum för uthålligt lantbruk vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).

Från hav till bord – vilka delar av kedjan ger mest växthusgaser? Själva fisket eller fiskodlingen är överlägset värst, utom när produkten transporteras med flyg, skriver Friederike Ziegler, SIK. Vid odling påverkar mängden och typen av foder till fisken. Vid fiske av vild fisk spelar beståndets tillstånd en avgörande roll, men även fiskemetoden och de kylmedel som används ombord. Viktiga faktorer när det gäller kedjan på land är valet av råvara, utbytet av produkter från råvaran och transportsättet.

Det finns många förutfattade meningar när det gäller mattransporter. En vanlig åsikt är att många och långa mattransporter är onödiga och påverkar klimatet mycket negativt. Bristande insikt om hur dagens samhälle fungerar är ofta en grund för sådana åsikter, skriver Gunilla Jönson, Institutionen för Designvetenskaper vid Lunds universitet. Lokal produktion är oftast inte bättre ur klimatsynpunkt än storskalig produktion. Nyckeln till effektiva transporter är välfyllda lastutrymmen och väl anpassade förpackningar. Förpackningar minskar spillet och effektiviserar transporterna.

Varför slänger vi mat, och vad kan vi göra åt det? Gårdagens snåla husmor kan bli morgondagens klimathjälte. Att minska matspillet är ett effektivt sätt att minska klimatpåverkan av maten. Men det är inte bara i hushållen som det uppstår spill. Alla led i kedjan över industrin till handeln har samma problem. Ökat samarbete är en nyckel till framgång, skriver Karin Östergren och Ulf Sonesson hos SIK. Det spill som ändå uppstår måste användas på bästa sätt, till exempel som djurfoder eller för att rötas till biogas.

Klimatmärkning som märks

Klimatmärkning kan ge information som är till hjälp för konsumenter, producenter och andra aktörer i

varornas livscykel. I flera länder har det tagits klimatmärkningsinitiativ, men företagens medverkan är hittills begränsad. Oksana Mont och Katsiaryna Paulavets, Internationella institutet för industriell miljöekonomi vid Lunds universitet, menar att det bland annat beror på stora osäkerheter i beräkningsunderlag och metoder. Innan klimatmärkning kan genomföras i stor skala behövs det mer kunskap och även standarder för att ta fram märkningar som är jämförbara och går att lita på.

Matmärkningar är en snårskog, och fokus har länge legat på den egna hälsan. Men miljön har vunnit terräng, och klimatmärkning är på gång. Men hur ska klimatmärkning se ut för att verkligen nå oss konsumenter? Vi vill snabbt kunna urskilja vad ett märke står för. Designen måste skilja sig markant från andra matmärkningar och ha rätt image och viss status för att tilltala oss, skriver Helena Shanahan och Helene Wåhlander, Institutionen för mat, hälsa och miljö vid Göteborgs universitet.

Är det moraliskt fel att äta nötkött eller dricka vatten på flaska? Människor som vill klimatanpassa sin matkonsumtion ställs inför konflikter på två nivåer. De ska dels förstå komplexiteten i klimatproblematiken utan att drunkna i känslor av hopplöshet, dels hantera konfliktfyllda känslor i vardagslivet när gamla vanor

överges. För att klara utmaningarna är det viktigt att undvika svartvitt tänkande. Den hoppfulla oron är en bra medelväg mellan stark oro och stort hopp, skriver Maria Ojala, Institutionen för beteende-, social- och rättsvetenskap vid Örebro universitet.

Problem och möjligheter i jordbruket

Svensk växtodling kommer generellt sett att gynnas av ett varmare klimat. Men det måste till en satsning på växtförädling för nordiska förhållanden för att vi ska kunna utnyttja de nya förutsättningarna på bästa sätt. Vi måste också satsa på effektivare växtskydd och odlingsmetoder för att minimera miljöriskerna med högre produktion. Vi får nya grödor och sorter, men också nya ogräs och skadegörare. En möjlig framtidsbild tecknas av tre SLU-forskare, nämligen Henrik Eckersten och Håkan Fogelfors, Institutionen för växtproduktionsekologi, och Roland Sigvald, Institutionen för ekologi.

Hur ska våra jordbruksgrödor klara påfrestningarna i morgondagens klimat? Vilken roll kommer växtförädling och genteknik att spela? Christina Dixelius, Institutionen för växtbiologi och skogsgenetik vid SLU, ger ett växtgenetiskt perspektiv på mat och klimat. Det kommer att behövas grödor som bland annat klarar extrem torka, högre temperaturer och angrepp från insekter och växtsjukdomar. I framtiden

kommer vi med all säkerhet att försöka lösa snabbt uppdykande problem med genteknik. Men för att detta ska fungera behövs det en rad politiska prioriteringar och beslut. Det är hög tid att anta utmaningen, skriver Christina Dixelius.

Lantbrukets djur kan bli sjukare i ett varmare och fuktigare klimat. Men det blir också fördelar för den svenska djurhållningen, skriver Ann Albihn, Statens veterinärmedicinska anstalt, och Ulf Magnusson, Institutionen för kliniska vetenskaper vid SLU. Vi får längre betesperiod som för det mesta är bra för djuren. Samtidigt utsätts djuren för värmestress och mer smitta från vilda djur. Vaccination, avmaskningsmedel, bättre ventilation i djurstallar, solskydd utomhus, varningssystem för värmeböljor – allt detta är exempel på åtgärder som kan behövas i en djurhållning anpassad till ett nytt klimat.

Kan vi minska klimatpåverkan från matproduktion?

Kan vi minska metanutsläppen från idisslare? Försök med fodertillsatser eller manipulering av tarmfloran har inte slagit väl ut, skriver Jan Bertilsson, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, och Gunnar Börjesson, Institutionen för mikrobiologi, båda vid SLU. Däremot är det bra med högavkastande kor som får koncentrerat foder, eftersom fiberrikt vallfoder ger mera metan. Men det finns risk att

metanutsläppen ökar om antalet mjölkkor fortsätter att minska samtidigt som köttkonsumtionen ökar; rena köttdjur är sämre ur klimatsynpunkt. Men djur ger också fördelar i landskapet. Kanske ska jordbruket få ha en lite större del av ”utsläppskakan” än idag?

För att få bukt med miljöpåverkan från köttproduktion räcker det inte att förbättra jordbruket. Det behövs ett helt nytt sätt att producera kött, skriver Stellan Welin, Linköpings universitet, Johanna Berlin, SIK, och Julie Gold, Chalmers tekniska högskola. De tror att köttproduktion utan djur blir framtidens lösning. Redan om tjugo år kan det finnas i affärerna. Enstaka celler från djur kan odlas i bioreaktorer till kött i olika former. Tekniken kan vi redan från odling av organ för transplantationer. Hur stor klimatpåverkan blir beror på processen och på vad cellerna ”matas” med.

Dagens västerländska jordbruk är beroende av olja för att få insatsvaror som diesel, handelsgödsel och bekämpningsmedel. Men för att gårdarnas produktion ska påverka klimatet mindre måste den bygga på lokala ekosystem och de råvaror och tjänster som dessa ger. Fältens storlek behöver anpassas till skadeinsekternas naturliga fiender, kretsloppen av växtnäring måste vara korta, och antal och sorter

av husdjur behöver anpassas till den lokala fodertillgången. Djur behöver vi, men djurhållningen måste förändras radikalt, skriver Johanna Björklund, Institutionen för stad och land och Centrum för uthålligt lantbruk vid SLU.

Det är ingen enkel match att svara på frågan om ekologiskt producerad mat är bättre eller sämre för klimatet än konventionell. De skillnader som finns pekar åt lite olika håll och uppgifterna är ofta osäkra. Skillnader på gårdsnivå kan vara större än skillnader mellan odlingsformerna. Dessutom förändras produktionen kontinuerligt, något som gör livscykelanalyser till färskvara. I dagsläget är den lägre avkastningen till nackdel för ekologisk produktion, och mineralgödseln till nackdel för konventionell, skriver Johan Wahlander, Niels Andresen och Ann-Marie Dock Gustavsson på Jordbruksverket.

Ju mera kol i marken, desto mindre koldioxid i atmosfären. Så kallat konventionellt jordbruk ger högre skördar än ekologiskt, och leder därför till att mera kol binds i marken. Om all spannmålsodling i Sverige skulle läggas om till ekologisk produktion så skulle den minskade fastläggningen av kol i marken motsvara koldioxidutsläppen från 675 000 personbilar varje år. Det har Olof Andrén och Holger Kirchmann räknat ut. De är båda på Institutionen för mark och

miljö vid SLU. De anser att stat och kommun måste fatta sina beslut på vetenskaplig grund, och inte gynna ekologisk produktion trots att odlingsformen är sämre för klimatet.

Jordbruket kan göra en hel del för att bidra till minskade utsläpp av växthusgaser. Åtgärder som knappast kostar något kan göra lika mycket som dagens hela svenska vindkraftsproduktion och mer än inrikesflygets totala utsläpp. Men den ekonomiska drivkraften är svag, och det gäller att skapa medvetenhet och intresse samt föra ut och vidareutveckla den kunskap och teknik som finns. Förhoppningsvis ska det vara mindre trögt än att få trafiken att köra mer ekonomiskt, skriver Göte Bertilsson, Greengard AB, i bokens sista kapitel.

Birgitta Johansson, redaktör

Birgitta Johansson är vetenskapsjournalist och informatör hos Forskningsrådet Formas.

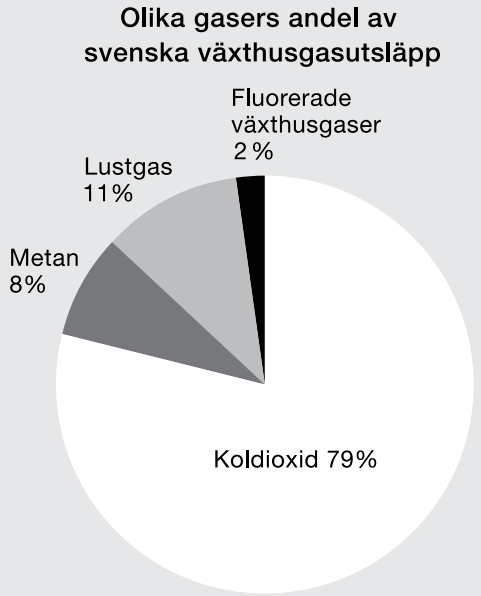
Fakta om svenska växthusgasutsläpp

Sverige rapporterar varje år sina utsläpp av klimatpåverkande gaser till FN:s klimatkonvention. I statistiken ingår bara utsläpp i Sverige. Det betyder att importerade varor och transporter utomlands inte finns med.

De växthusgaser som ingår i statistiken är koldioxid, metan, lustgas (dikväveoxid) och tre olika fluorerade gaser. Samtliga regleras av Kyotoprotokollet. Eftersom gaserna har olika kraftig växthuseffekt räknas utsläppen om så att de blir jämförbara med koldioxidens växthuseffekt. Det betyder att alla utsläpp av växthusgaser redovisas som koldioxidekvivalenter. Metanutsläppen multipliceras med 21 och lustgasutsläppen med 310 för att kunna jämföras med koldioxid. (FN:s klimatpanel IPCC har i sin senaste utvärdering tagit fram nya siffror för att räkna om till koldioxidekvivalenter, men hösten 2008 är det inte beslutat än att de nya siffrorna ska användas i rapporteringen.) Under år 2006 släpptes knappt 66 miljoner ton koldioxidekvivalenter ut i Sverige.

Koldioxid kommer från användning av fossila bränslen och står för nästan 80 procent av de totala utsläppen i Sverige (figur 1). *Lustgas* kommer främst

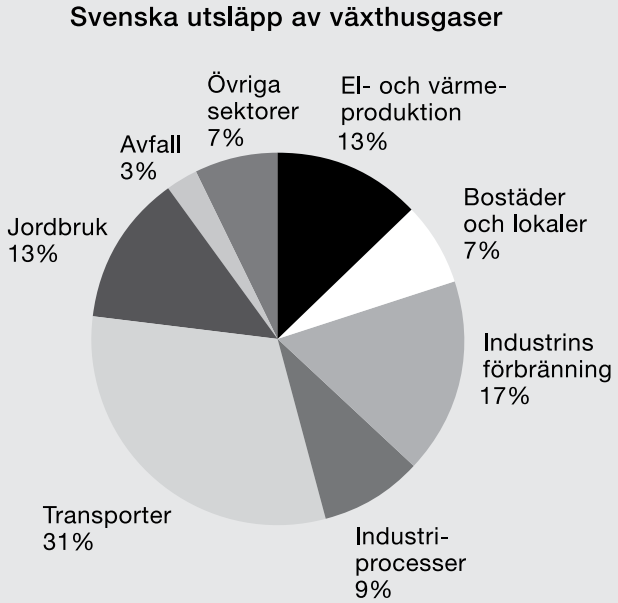
från jordbruk, avfall och industriprocesser och står för cirka 11 procent av utsläppen. *Metan* kommer främst från jordbruk och avfallsdeponier och bidrar med cirka 8 procent. *Fluorerade gaser* (HFC, PFC och SF6) kommer bara från industriprocesser och svarar för cirka 1,8 procent av de totala utsläppen.



Figur 1. Olika växthusgaser som släpps ut i Sverige bidrar i olika grad till växthuseffekten. Koldioxid dominerar med 79 procent, och lustgas är nummer två med 11 procent (omräknat till koldioxidekvivalenter). Metan står för 8 procent och fluorerade gaser för 2 procent av växthuseffekten.

Utsläpp i olika sektorer

Hur mycket växthusgaser uppkommer då i olika samhällssektorer? Inrikes transporter står för den största andelen av utsläppen med 31 procent (figur 2). Därefter följer utsläppen från el- och värmeproduktion, jordbruk och industri. Utsläppen från bostäder och lokaler står för 7 procent, medan 3 procent av utsläppen kommer från avfallssektorn. I jordbrukets



Figur 2. Inrikes transporter ger de största utsläppen av växthusgaser i Sverige. I jordbrukets 13 procent ingår bara metan och lustgas. (I figurens "övriga sektorer" ingår utsläpp från användning av lösningsmedel och andra produkter, raffinaderier, tillverkning av fasta bränslen, diffusa utsläpp och övrigt.)

13 procent ingår bara metan och lustgas. Bränsleanvändningen i jordbruket räknas inte med, och inte heller utsläpp som sker i andra länder vid produktion av insatsmedel till jordbruket.

I klimatrapporteringen finns också en sektor som kallas ”markanvändning, förändrad markanvändning och skogsbruk”. Där sker både upptag och utsläpp av växthusgaser. Skogsmarken dominerar och åkermarken är en mindre del. År 2006 var upptaget större än utsläppen. Sverige rapporterade därför en ”sänka” på cirka 38 miljoner ton koldioxidekvivalenter från markanvändning.

Bara utsläpp i Sverige ingår i statistiken

Utsläppen från utrikes flyg och sjöfart omfattas inte av Kyotoprotokollet och ingår därför inte i rapporteringen av det som kallas Sveriges totala utsläpp. Utsläppen från dessa sektorer kan beräknas utifrån mängden sålt bränsle i Sverige. År 2006 var utsläppen cirka 7 miljoner ton koldioxidekvivalenter från utrikes sjöfart och cirka 2 miljoner ton från utrikes flyg. Detta kan jämföras med inrikes transporter som gav upphov till drygt 20 miljoner ton koldioxidekvivalenter samma år.

Den redovisade utsläppsstatistiken följer en mall som har beslutats av länderna som har undertecknat

Klimatkonventionen. Det innebär att varje land redovisar statistik över utsläpp i det egna landet. I statistiken ingår inte utsläpp från produktion av varor i andra länder för import till Sverige. Däremot ingår utsläpp från produktion av varor i Sverige för export till andra länder.

Källa:

- *Sweden´s National Inventory Report 2008*, Naturvårdsverket 2007.

Mat åt nio miljarder – klimatet är en joker

Världens befolkning växer. Om femtio år är vi femtio procent fler som behöver mat för dagen. Den här prekära situationen ska vi lösa samtidigt som klimatförändringarna hänger som ett hot över oss, med all osäkerhet som finns om hur vädret blir lokalt på olika håll i världen. Det gäller att minska spill och förluster i livsmedelskedjan, och att öka skördarna i utvecklingsländer med hjälp av lite bättre teknik, lite mera gödsel och lite mera vatten. Lösningar finns om bara viljan finns, skriver Johan Kuylenstierna.

Johan Kuylenstierna, Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet, samt FN:s livsmedelsorganisation FAO.

Vi lever i en spännande tid och i en värld av möjligheter. Aldrig har det funnits så många människor på jorden som nu, aldrig har vi producerat så mycket mat och andra livsnödvändiga resurser och aldrig har så många människor, på så kort tid, kunnat få en klart bättre levnadsstandard än under de senaste årtiondena. Vi glömmer lätt bort att det finns många positiva trender i vår omvärld nu när vi dagligen konfronteras med de negativa effekterna denna tillväxt har haft. Visst gäller det att inte vara naiv. Klimatförändringar är ett reellt hot. Miljarder människor lever fortfarande i fattigdom. Närmare en miljard människor saknar tillgång till en så grundläggande livsnödvändighet som rent dricksvatten – dubbelt så många till sanitet. De lever under samma förhållanden som fattiga gjorde i Sverige på 1800-talet. Dessutom är närmare en miljard människor undernärda – en absurditet eftersom samtidigt ungefär lika många lider av övervikt.

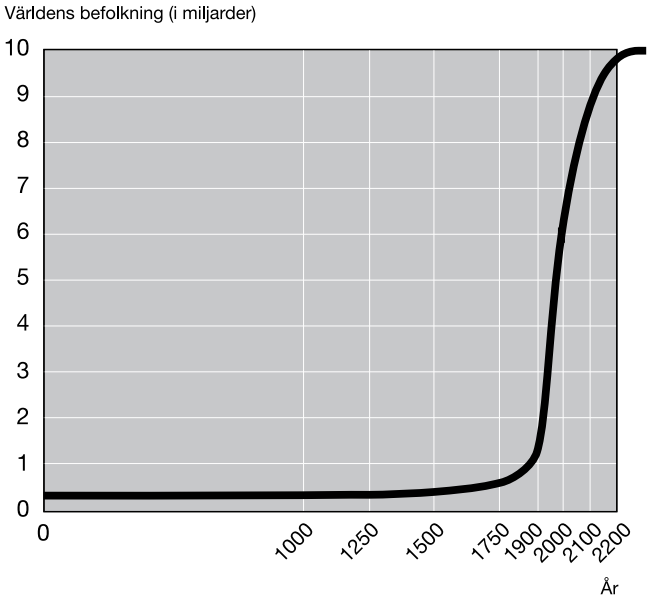
Men trots alla problem finns det anledning till optimism. Framtiden är inte opåverkbar och vi har idag mer kunskap och mer resurser än någonsin förr. Att vi blivit så många människor är i sig en stor utmaning – befolkningsfrågan måste lyftas fram mer än idag – men samtidigt finns det oanade möjligheter med så mycket samlad global intelligens. Allt mer handlar det om att vilja – att vilja förändra våra konsumtionsmönster, att vilja fördela globala resurser

och tillgångar mer rättvist, att vilja investera långsiktigt och att vilja göra något utifrån den kunskap som vi faktiskt har. En negativ syn på framtiden kommer inte att lösa några problem.

Matproduktionen har ökat dramatiskt

Inom 50 år räknar befolkningsexperter med att jordens befolkning hamnar på omkring 9,5 miljarder människor. Osäkerheterna är ganska stora så vi får nog räkna med åtminstone plus/minus en miljard eller så. Det vill säga plus/minus hundra gånger Sveriges befolkning som osäkerhetsfaktor! Kommer vi verkligen att kunna producera mat till så många människor? Det är alltid bra att börja med att titta bakåt och dra lärdom från historien.

Kring sekelskiftet 1800 skrev en känd tänkare, Thomas Malthus, en bok som förutspådde att den snabba befolkningstillväxten till slut skulle innebära att det inte skulle gå att producera tillräckligt med mat till alla. På så sätt skulle mattillgången reglera befolkningstillväxten. När Malthus skrev detta levde ungefär 900 miljoner människor på jorden. De kommande 150 åren ökade befolkningen med 1,5 miljarder, och ytterligare 1,5 miljarder tillkom de 40 nästkommande åren, det vill säga 1950–1990. Idag är vi närmare 6,5 miljarder människor (figur 1). Det är inte utan problem som vi har blivit så många, men ännu så länge har Malthus haft fel.



Figur 1. Befolkningstillväxten från år noll med prognos till år 2200. Den snabba befolkningstillväxten är ett sent fenomen i historien. Prognosen är att befolkningen runt år 2200 ska stabiliseras strax över tio miljarder.

Varför har vi klarat av att föda en så snabbt växande folkning så här långt? Det finns inte något enkelt svar på det men några bidragande faktorer har varit:

- *Mer jordbruksmark.* Arean jordbruksmark har ökat globalt sett och därmed har också den totala produktionen ökat.
- *Ökad konstbevattning.* Ökad användning av konstbevattning har inneburit fler och rikare skördar och möjligheter att odla i områden som tidigare varit för torra.

- *Handelsgödsel och bekämpningsmedel.* En kraftigt ökad användning av både handelsgödsel och bekämpningsmedel har inneburit ökade skördar per hektar jordbruksmark.
- *Växtförädling och genteknik.* Människan har under alla tider försökt att förbättra grödornas egenskaper för att de ska ge större skördar och för att de ska bli tåligare mot till exempel torka och frost.
- *Lagring och transporter.* I stora delar av världen har både lagring och transporter av livsmedel blivit allt mer effektiva, och det ger mindre förluster och bättre distribution.

Listan kan göras mycket längre. Sammantaget innebär det att vi blivit allt mer effektiva när det gäller att producera livsmedel. När Malthus levde behövdes ungefär 20 000 kvadratmeter per person och år för att producera tillräckligt med mat. Idag behöver vi var och en i genomsnitt 2 000 kvadratmeter. Produktionen av livsmedel har i snitt ökat med 2,1–2,3 procent per år under de senaste fyrtio åren – och mer i många utvecklingsländer eftersom den stora ökningen i industriländernas produktion skedde tidigare. Bara under trettio år, från 1960-talet till 1990-talet, fördubblades det genomsnittliga skördeuttaget per hektar.

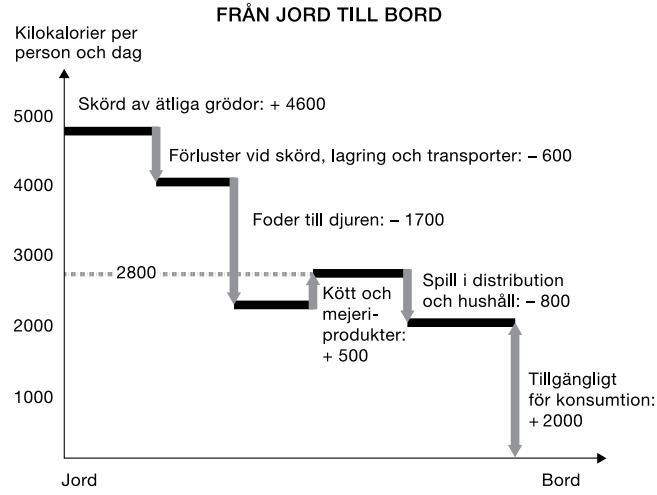
Men vinsterna har inte kommit utan kostnader. Jordbruksmark har expanderat på bekostnad av skogar,

våtmarker och naturliga kustzoner. Konstbevattning har lett till fallande grundvattennivåer i vissa områden och försumpade marker med saltproblem i andra. Konkurrensen om vatten har ökat. Konstgödning har medfört igenväxning av sjöar och vattendrag och skapat algblomning i hav och kustområden. Bekämpningsmedel har förgiftat vatten och har via maten även påverkat oss människor. Den positiva utvecklingen har inte kommit alla till godo.

Vad vi äter spelar roll

Hur mycket vi behöver få i oss varje dag finns det faktiskt inte någon riktig enighet om. Världshälsoorganisationen (WHO) anger 2 700 kilokalorier per dag som ett riktmärke men många anser att det är för mycket, i alla fall för oss allt mer stillasittande människor. På matförpackningar i USA anges ofta näringsinnehållet utifrån en diet på 2 000 kilokalorier per dag. Det ligger kanske närmare verkligheten och överensstämmer ungefär med det globala genomsnittet. Samtidigt producerar vi, globalt sett, hela 4 600 kilokalorier per person och dag (figur 2).

Det finns flera skäl till att produktionen är långt mycket större än den mängd vi faktiskt får i oss. En viktig faktor är att mycket av den mat som produceras går till spillo. I utvecklingsländer beror det ofta på förluster i samband med skörd, lagring och transporter

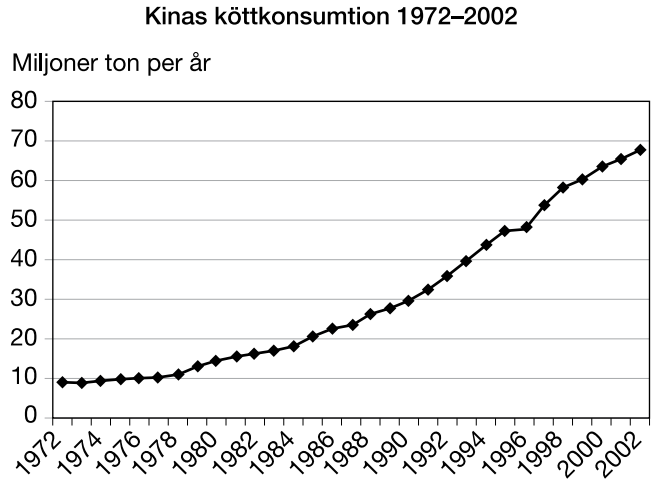


Figur 2. Från jord till bord. En schematisk bild av mängden mat som produceras på världens åkrar, och uppskattningar av förluster och spill i livsmedelskedjan. (Källa: From Field to Fork. SIWI, IMWI, Chalmers och SEI, 2008)

(totalt i genomsnitt 600 kilokalorier), medan det i vår del av världen inte minst handlar om att vi slänger bort mycket mat (totalt cirka 800 kilokalorier). Det finns siffror som visar att mellan 20 och 40 procent av maten i industriländer går till spillo eller slängs – en siffra som det är viktigt att komma ihåg när vi diskuterar den ökande bristen på mat. Dessutom används ungefär 1 700 kilokalorier till foder från vilket vi får tillbaka cirka 500 kilokalorier genom kött och mejeriprodukter. Figur 2 visar produktion och förluster schematiskt.

En stor del av de grödor vi producerar går till köttproduktion. Något förenklat kan det sägas att ju mer kött du äter, desto mer naturresurser gör du av med. Vi kan ta vatten som exempel. Om de 2 000 kilokalorier du behöver enbart skulle komma från växtproduktion så behövs det ungefär 1 000 liter vatten per dag för att få fram den mat du behöver. Om du istället bara åt kött skulle det behövas 8 000 liter vatten per dag. Mellan 5 000 och 20 000 liter vatten behövs för att få fram 1 kilo kött, framför allt vid produktionen av foder. I genomsnitt brukar vi räkna med en kost som till 80 procent är vegetabilisk och 20 procent animalisk. Varje människa behöver då cirka 3 500 liter vatten för sin dagliga kost.

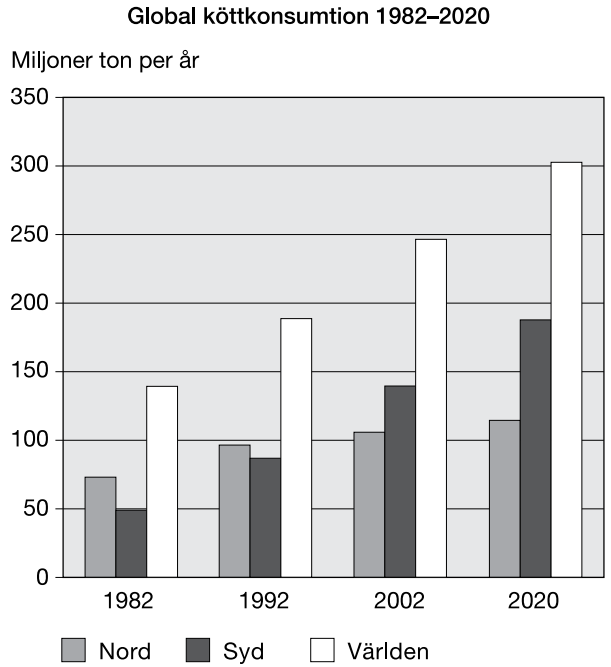
Men skillnaderna är stora i olika delar av världen beroende på våra konsumtionsmönster. Köttkonsumtionen tenderar att öka med stigande inkomster och även i takt med att människor flyttar till städer. Båda dessa faktorer har varit bidragande orsaker till förändrade konsumtionsmönster i stora delar av Asien under de senaste årtiondena – något många anser har bidragit till den livsmedelskris vi ser när detta skrivs våren 2008. I exempelvis Kina har köttkonsumtionen ökat från 20 till 50 kilo per person och år sedan 1980. Det globala genomsnittet var 2002 strax under 40 kilo, och i Sverige 76 kilo. Figurerna 3 och 4 visar ökningen i Kina och i världen, fast i miljoner ton per år istället för kilo per person.



Figur 3. Den totala köttkonsumtionen i Kina har ökat sju gånger på trettio år. Källa: Statisik från FAO.

Långt mellan bonden och klimatmodellerna

Det finns en rad utmaningar som gör det svårt för framtidens beslutsfattare att planera: befolkningstillväxt, ekonomisk tillväxt, fortsatt inflyttning till städer, förändringar i produktions- och konsumtionsmönster, teknik och vetenskap. Men det finns en annan faktor som gör det ännu svårare att planera, nämligen de klimatförändringar som diskuteras idag. Ett förändrat klimat har naturligtvis mycket stora effekter på matproduktionen – jordbruket är kanske den näring som är mest beroende av vädret. Vi måste kunna hantera förändringar men också de



Figur 4. Köttkonsumtionen har ökat kraftigt i både Nord och Syd sedan 1980-talet, och prognosen är att den kommer att öka ytterligare. Källa: FN:s livsmedelsorganisation FAO.

stora osäkerheter som finns. Även om vi kan uttala oss med relativt stor säkerhet när det gäller globala och kanske också storskaligt regionala förändringar i temperaturen så är det betydligt svårare att säga hur klimatet kommer att förändras mera lokalt.

Avståndet är fortfarande långt mellan den enskilde bonden och de storskaliga klimatmodellerna. Inte minst är det svårt att förutsäga förändringar i nederbörden, något som kanske är ännu viktigare för jordbruket än temperaturen. Troligen ökar risken för torka i många områden som redan idag lider av liten eller oberäknelig nederbörd och hög avdunstning. Risken för översvämningar ökar i andra regioner där jordbruk är en viktig näring, till exempel i lågt liggande kust- och deltaområden. Det finns också en risk att hela klimatzoner förskjuts på lite längre sikt.

Stora naturliga nederbördsvariationer

Ta Australien som exempel. Tittar vi på medelnederbörden under de senaste hundra åren så finns det nästan ingen trend alls. Tittar vi istället på fördelningen av nederbörd så har det skett en ganska dramatisk förändring med betydande minskningar i de områden där det idag finns mycket jordbruksmark (och där de flesta stora städer ligger) och en ökning i andra mer glesbefolkade områden. Det här är troligen ett resultat av naturliga förändringar och variationer men det kan också visa på hur klimatförändringar kan komma att slå i framtiden.

För bondens del spelar det i praktiken inte någon roll vad förändringarna beror på. Det handlar, som det alltid har gjort, om att kunna hantera variationer.

Medelnederbörd och medeltemperatur är inte särskilt intressant. I Sahel söder om Sahara varierar nederbörden från år till år och över decennier med upp till 60 procent. Om vi gör investeringar som bidrar till att minska sårbarheten för naturliga klimatvariationer står vi också bättre rustade inför framtida klimatförändringar.

Glaciärer – vattenmagasin som smälter

Smältande glaciärer är en annan viktig länk mellan klimatförändringar och tillgången till vatten för till exempel jordbruket. I stora delar av världen är glaciärer viktiga som naturliga vattenmagasin. Deras avsmältning under torra perioder ger vatten till städer, industrier och inte minst jordbruket. Så mycket som en sjättedel av jordens befolkning är beroende av vatten från glaciärer under delar av året, inte minst i de folkrika länderna kring Himalaya.

Om klimatet blir varmare smälter glaciärer mer och snabbare. Till en början ger det mer vatten, och det kan ha en positiv effekt även om det också kan bidra till översvämningar. Men på lång sikt ger det precis motsatt effekt. Dessutom lagras mindre vatten i snö och is vilket innebär att det snabbare rinner av under regnperioder. Kanske vi får se en kraftigt utökad utbyggnad av stora dammar som ersättare till glaciärer?

Klimatförändringar slår inte rättvist

Vad händer om vi inte gör någonting för att motverka klimatförändringarnas negativa effekter? Siffror pekar på att livsmedelsproduktionen då kan komma att minska kraftigt i vissa regioner. Även små förändringar på 1 till 2 grader kan få betydande konsekvenser i subtropiska områden, och FN:s klimatpanel IPCC pekar på att mellan 75 och 250 miljoner människor bara i Afrika kan komma att påverkas negativt fram till 2020. Skördebortfallet i vissa områden som saknar konstbevattning och bara förlitar sig på regn kan komma att minska med upp till 50 procent.

Samtidigt kan en temperaturökning få positiva effekter för jordbruket på mer nordliga breddgrader som i Sverige, och nederbörden förväntas öka i andra delar av världen, till exempel delar av Sahel och Kina. Klimatförändringar slår inte rättvist och en utmaning i framtiden, precis som idag, blir hur vi kan säkra en global livsmedelsförsörjning. Handelsfrågor blir en allt viktigare del av ekvationen.

Konkurrens om mark och vatten

Vi kommer att behöva mer mat i framtiden; fortfarande ökar befolkningen med närmare 80 miljoner per år. Exakt hur mycket mer mat vi behöver producera är svårt att säga. Om vi utgår från dagens sätt att producera och konsumera livsmedel så behöver

vi öka produktionen med åtminstone 50 procent på femtio år, med allt vad det innebär av ökad mark- och vattenanvändning. Tänk dig till exempel att vi behöver ta ut 50 procent mer vatten än idag – i en värld där vatten redan är en bristvara i många regioner. Går det verkligen? Handlar det kanske bara om att bygga fler och större dammar? Måste vi leda om vatten i stor skala, från områden med överskott till områden med underskott? Betyder det att vi måste offra tropiska skogar för att få fram mer jordbruksmark? Eller går det att dramatiskt öka effektiviteten?

Jordbruksproduktion för livsmedel är en sak, men vi använder också grödor till exempelvis kläder och biobränslen. Biobränslen påverkar klimatet mindre än fossila bränslen, men det finns nu en oro för att de kan komma att konkurrera med matproduktion. En del prognoser pekar på att lika mycket vatten kommer att gå åt till biobränsleproduktion som till livsmedelsproduktion år 2050. Och då har vi redan målat upp en bild som visar att uttaget för att producera mat kanske behöver öka med 50 procent. Kanske kan biobränslen ersätta bara en liten del av de fossila bränslen vi använder idag? Vissa studier pekar på att mellan 30 och 70 procent av Europas jordbruksareal skulle gå åt till produktion av biobränslen om vi vill ersätta 10 procent av den nuvarande energianvändningen med bioenergi.

Det finns möjligheter!

Vi behöver koncentrera oss på hur vi kan producera mer av samma eller mindre mängd naturresurser. Hur kan vi bli mer resurseffektiva? Ta produktionen av livsmedel. Att 4 600 kilokalorier i snitt produceras per person men bara 2 000 kilokalorier kommer oss till godo är naturligtvis inte hållbart i längden. Vi behöver inte bara se detta som ett problem – det visar faktiskt på att det också finns möjligheter – en potential att bli mer effektiv.

Det finns teknik för att minska vattenanvändningen i jordbruket och därmed öka mängden producerad mat per droppe vatten. Vi kan minska förlusterna vid skörd, lagring och transporter – med hjälp av investeringar på lokal nivå men även på nationell och internationell nivå. Vi behöver fundera över hur vi kan förändra konsumtionsmönster, något som är mycket svårare än att hitta tekniska lösningar. Vi behöver bli bättre på att använda den mat som vi faktiskt producerar – inte slänga upp till 40 procent. I USA används ungefär 120 kubikkilometer vatten bara till konstbevattning. Om 40 procent av den mat som produceras genom konstbevattning slängs betyder det att vi slösar bort 36 000 miljarder liter vatten varje år, eller lika mycket som behövs för att tillgodose hushållsbehovet för 500 miljoner människor. Så visst finns det möjligheter!

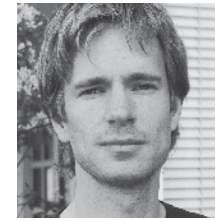
Vi behöver också bli bättre på att hantera klimatfrågan. Med rätt investeringar kan vi minska de negativa effekterna och samtidigt skapa möjligheter för ökad produktion i regioner där klimatförändringar skapar mer gynnsamma förhållanden för odling. Vi behöver också inse att det finns potential att öka produktionen i vissa regioner – med redan existerande teknik. Skördeutfallet i många utvecklingsländer är kanske en tredjedel av vad som skulle vara möjligt med tillgång till lite bättre teknik, lite mer gödsel och lite mer vatten. Både småskaliga och storskaliga investeringar kommer att behövas. Potentialen för att öka konstbevattningen i till exempel Afrika är stor. Men det handlar också om småskaliga lösningar som kan skapa förutsättningar för enskilda bönder att producera livsmedel för både sin familj och den lokala marknaden.

Världen kommer inte att gå under trots alla domedagsprofetior. Det gäller att våga tro på framtiden. Lösningar finns om bara viljan finns. Innovationskraften är stor. Vår framtid skapas av oss.

Johan Kuylenstierna arbetar som rådgivare till ordföranden för UN-Water (www.unwater.org), baserad vid FN:s livsmedelsorganisation (FAO) i Rom. Han är filosofie licentiat och adjungerad professor vid Institutionen för naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms Universitet, med inriktning mot internationella vattenfrågor.

Vi måste minska sårbarheten i odlingssystemen

Kommer vi att kunna producera tillräckligt med mat i ett varmare klimat? Hur ska vi klara av den utmaningen när jordbrukets klimatpåverkan samtidigt måste minska? Vårt sätt att producera mat måste förändras radikalt, skriver Jakob Lundberg och Fredrik Moberg. Vi måste koncentrera oss på att skapa mindre sårbara odlingssystem som bygger på biologisk mångfald och ekosystemtjänster. Sådana odlingssystem ger redan idag bra avkastning, åtminstone i fattiga länder.



Jakob Lundberg, Albaeco och Stockholm Resilience Centre.

Fredrik Moberg, Albaeco och Stockholm Resilience Centre.

Matens påverkan på klimatet har diskuterats flitigt i medierna, alltifrån kornas rapande av metangaser till energikrävande produktion av handelsgödsel. I det här kapitlet gör vi tvärtom och fokuserar istället på klimatets påverkan på dagens och framtidens matproduktion – något det faktiskt har varit mera tyst om.

Att det växer bättre i växthus är allmänt känt. Men vad är då egentligen problemet med den ökande växthuseffekten på global nivå? Jordbruket på våra breddgrader kommer kanske att gynnas av ett varmare klimat? Vi kanske kan se fram emot längre växtsäsonger och ett Medelhavsliknande klimat med nya möjligheter att odla vindruvor och andra mer exotiska grödor. Eller kommer vi att drabbas av ett permanent gråväder med översvämningar och invasioner av exotiska skadedjur som på sikt sänker jordbruksproduktionen i vårt land?

Globalt sett är klimatförändringarna helt klart en av mänsklighetens allra största utmaningar någonsin. Det gäller inte minst framtidens livsmedelstrygghet och möjligheterna att uppnå FN:s millenniemål att halvera andelen människor som lider av hunger och kronisk undernäring till år 2015. Kommer vi att kunna producera tillräckligt med mat i en allt varmare värld? Och hur ska vi klara av denna utmaning när jordbrukets klimatpåverkan samtidigt måste minska?

Tabell 1. Klimatförändringarna kommer att påverka livsmedelsförsörjningen i världen. Tabellen visar exempel på effekter i ekosystem och samhällen.

Ekosystemeffekter	Samhällseffekter
Fysiologiska effekter på grödor och boskap	Minskande skördar i redan utsatta områden
Fler svåra torkor och vattenbrist på grund av smältande glaciärer	Minskade inkomster för fattiga bönder i Syd
Ökade problem med svamp-angrepp och ogräs/skadedjur	Ökat tryck från skadegörare kan öka användningen av bekämpningsmedel med möjliga hälsoeffekter som följd
Längre växtsäsong på kallare breddgrader	Kommersiellt intressanta grödor som majs, sockerbetor och vindruvor kan komma att odlas längre norrut
Havsnivåhöjningar med översvämningar och försaltning av låglänta åkrar	Ökat antal människor som hotas av hunger och bristande matsäkerhet
Varmvattenkänsliga korallrev bleks och förstörs → minskad produktion av fisk och skaldjur	Folkomflyttningar och politisk oro, till exempel i protest mot högre matpriser
Uppvärmning och utsötning kan tränga undan för fiskenäringen viktiga arter, till exempel strömming, torsk och lax i Östersjön	Fluktuationer i världsmarknadspriset, till exempel på grund av svåra torkor och matbrist
Påverkan på biologisk mångfald med minskat flöde av för jordbruket viktiga ekosystemtjänster	Stora ekonomiska förluster och mindre skördar på grund av minskad förekomst av pollinerare

Jordbruket både syndabock och offer

På senare tid har det blivit allt tydligare att den globala uppvärmningen redan har satt sina spår. Det handlar

bland annat om fler översvämningar, mer extrem torka, djurarter som flyttar och glaciärer som smälter. I Europa blir träden gröna tidigare på våren, och växter med sydligt ursprung tar sig allt längre norrut. Järneken har till exempel börjat etablera och sprida sig i södra Sverige, och flyttfåglar som svarthättan anländer allt tidigare på våren.

Jordbruket är förmodligen den sektor som kommer att påverkas allra mest. Det gäller särskilt områden som redan idag har magra jordar och torrt klimat. År 2025 kommer cirka 480 miljoner människor i Afrika att leva i områden med brist på vatten eller med kronisk torka. I andra områden kan kraftiga skyfall spola bort näringsrik matjord, och höjda havsnivåer kan orsaka problem med saltvatten som förstör bördig jordbruksmark i låglänta områden. Fattiga människor i utvecklingsländer är i regel de som drabbas värst eftersom de i så hög grad är beroende av jordbruket och saknar de resurser eller alternativ som krävs för att klara av skadorna av klimatförändringar.

Ironiskt nog är det alltså de rika länderna, som bidragit mest till klimatförändringarna, som förväntas att drabbas minst. Det verkar till och med vara så att de industrialiserade ländernas jordbruk i genomsnitt kommer att gynnas av uppvärmningen på kort sikt, när medeltemperaturen på jorden stiger med 1 till

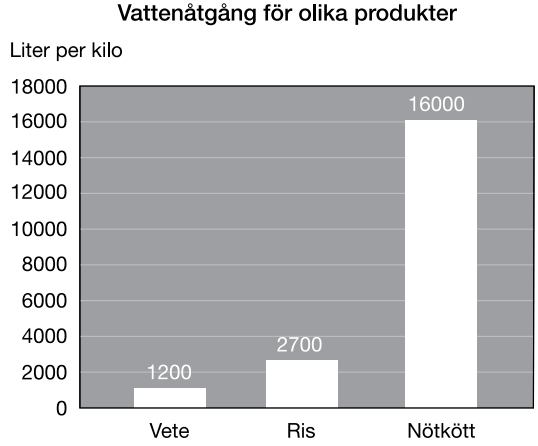
3 grader. Men ett varmare och fuktigare klimat kan gynna skadegörare, som svamp- och virussjukdomar, bakterier, nematoder och insekter. Högre temperaturer kan också leda till ökad nedbrytning av tidigare uppbyggt organiskt material och minskad mullhalt i matjorden – något som på längre sikt minskar näringstillgången för grödorna.

Klimatet kan även påverka tillgången till mat på flera indirekta sätt, till exempel genom att bidra till ökade matpriser på grund av ökad efterfrågan på biobränslen, som etanol tillverkad av majs eller sockerrör. Men jordbruket är inte bara ett offer för klimatet. År 2006 kom en uppmärksammad rapport från FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation (FAO) som bland annat visade att boskapsindustrin står för hela 18 procent av de globala utsläppen av växthusgaser – mer än transporterna.

Hur ska vattnet räcka?

Stora delar av världen lider redan idag av brist på vatten, och klimatförändringarna förväntas förvärra situationen ytterligare. Enligt FN:s klimatpanel IPCC kan till exempel stora delar av Afrika komma att drabbas av skördeminskningar på över 50 procent till år 2020 som en följd av ett allt varmare och torrare klimat.

En oroväckande trend i sammanhanget är att konsumtionen av kött och mejeriprodukter nu ökar kraftigt i världen. De är bägge exempel på livsmedel som behöver enorma mängder vatten, främst för att odla foder till djuren. I framtiden måste vi därför minska konsumtionen av ”törstiga” livsmedel och använda vattnet i jordbruket mer effektivt. Två verkningsfulla sätt att åstadkomma detta är att plantera vatteneffektiva grödor och investera i småskaliga system för insamlande och sparande av regnvatten (*water harvesting*) för att klara torrperioder.



För att odla ett kilo vete går det åt i genomsnitt 1 200 liter vatten. Ett kilo ris slukar ungefär 2 700 liter, och för att framställa ett kilo nötkött går det åt hela 16 000 liter vatten. Det här är medelvärden. I en torr och varm miljö kan det behövas ända upp till 3 000 liter vatten för att producera ett kilo vete, medan det i en svalare och fuktigare miljö kan räcka med cirka 400 liter.

Surt för korallreven

Den höjda koldioxidhalten i atmosfären påverkar även havens ekosystem på flera olika sätt, bland annat på grund av högre vattentemperatur och påverkan på havsströmmar. I Östersjön kan till exempel uppvärmning och utsötning av havsvattnet på grund av ökad nederbörd komma att tränga undan viktiga matfiskar som strömming, torsk och lax.

Allt mer koldioxid i atmosfären betyder också att mer koldioxid blandas ner i havsvattnet och bildar kolsyra. De senaste två hundra åren har havens ytskikt därför i genomsnitt blivit 25 procent surare. Om vi fortsätter att använda fossila bränslen i samma takt som nu kommer jordens hav att bli surare än de varit på åtminstone hundratusentals år. En av de mest alarmerande effekterna av en sådan förändring är att världens korallrev riskerar att försvinna helt på bara några årtionden. Reven är dessutom mycket känsliga för höjda vattentemperaturer, överfiske och övergödning. Många fattiga människor runt om i världen är helt beroende av fiske på korallreven för sin överlevnad; bara i Asien ger reven mat åt en miljard människor.

Dessutom riskerar många andra ätliga arter som har skal eller skelett av kalk att drabbas av försurningen, till exempel krabbor, ostron och musslor. Ju surare

hav desto svårare blir det för dessa arter att bygga upp sina skal och skelett som istället börjar brytas ned. Vissa forskare tror att den kombinerade effekten av ett allt varmare och surare hav kan komma att orsaka ett massutdöende i världshaven av samma storlek som då dinosaurierna dog ut på land för cirka 65 miljoner år sedan.

Inte bara klimat

Frågan om hur klimatförändringarna påverkar matproduktionen i framtiden kan inte besvaras utan att ta hänsyn till andra stora förändringar i miljön. Förstörda livsmiljöer, invaderande arter, övergödning och miljögifter är andra akuta problem för världens ekosystem. Det här är inte dåliga nyheter bara för djur och natur, utan även för oss människor som är beroende av en lång rad nyttigheter som naturen förser oss med, till exempel rening av vatten och luft, bibehållande av bördiga jordar och andra tjänster som våra ekosystem kan tillhandahålla om de fungerar som de ska – och som vi tar för givet ska fortsätta finnas där. En rad internationella rapporter, med FN:s Millennium Ecosystem Assessment i spetsen, har de senaste åren pekat på hur ekosystemens förmåga att trygga mänsklig välfärd har försämrats. Redan idag är 60 procent av ekosystemtjänsterna överexploaterade eller hotade.

Resiliens – förmågan att klara förändring

Resiliens är ett systems långsiktiga förmåga att klara av förändring och vidareutvecklas. För ett jordbrukssystem handlar resiliens om förmågan att klara av allt från klimatförändringar och skadedjursangrepp till förändringar i jordbrukspolitiken. Ökad kunskap om hur vi kan stärka resiliensen i samhälle och natur blir allt viktigare för att klara av de påfrestningar som klimatförändringar och annan miljöpåverkan innebär.

FN:s klimatpanel IPCC kom år 2007 ut med sin fjärde stora bedömning av klimatförändringarna. Expertpanelen konstaterar att om den globala uppvärmningen fortsätter i samma takt som nu kan uppemot en tredjedel av jordens växt- och djurarter dö ut fram till nästa sekelskifte. Var tredje art kan alltså vara borta för alltid om mindre än hundra år! Denna effekt av ett förändrat klimat förväntas leda till omfattande negativa effekter på ekosystemens kapacitet att producera varor och tjänster till samhället. Med färre arter tenderar ekosystemen nämligen att bli mer sårbara så att deras långsiktiga förmåga att klara av förändringar i klimat och miljö (deras resiliens) minskar.

En ekosystemtjänst som kan gå förlorad när arter försvinner är insekter som pollinerar viktiga jordbruksgrödor. Mer än två tredjedelar av världens viktigaste

matgrödor är beroende av pollinatörer som transporterar pollenkorn mellan han- och honblommor så att de kan sätta frön och bilda frukt. I vissa områden i södra Kina har man haft så stor brist på bin de senaste 20 åren att man måste handpollinera blommorna. I USA har mandelodlare i Kalifornien varit tvungna att ersätta de vilda bina med tambin som transporteras in från andra stater med lastbil. Jordbruket gynnas också av en rad andra ekosystemtjänster såsom vattenrening, naturlig skadedjursbekämpning med hjälp av till exempel fåglar, och upprätthållande av bördiga jordar med hjälp av maskar, bakterier, gråsuggor och andra nedbrytare som sluter kretsloppet genom att göra bördig jord av döda växter och djur. De ekosystemtjänster som vilda djur och växter bidrar med gynnar också jordbruket med exempelvis fröspridning, erosionsskydd, upptag av näring och luftning av jordar. Fortsatt försvagning av ekosystemen – till exempel på grund av ett allt för kemikalieintensivt jordbruk – kan därför få omfattande konsekvenser för framtidens livsmedelstrygghet i både konventionella och ekologiska odlingssystem.

Odla med naturen istället för mot

Under de kommande 50 åren förväntas jordens befolkning öka med 60–80 miljoner människor varje år, samtidigt som 800 miljoner människor redan idag inte har tillräckligt med mat för dagen. Det kommer

med andra ord att behövas allt mer mat samtidigt som användningen av fossila bränslen – som är basen för dagens intensiva jordbruk – måste minska både på grund av klimatförändringarna och för att oljan förväntas bli dramatiskt mycket dyrare på grund av sinande tillgångar.

I april 2008 kom FN-rapporten ”International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development” som behandlar lösningar på den globala matkrisen. Rapporten är skriven av 400 forskare och undertecknad av 57 länder. Den konstaterar att det nu är hög tid att ersätta det kemikalieintensiva jordbruket med metoder som arbetar med naturen istället för mot. Jordbruket över hela världen måste förändras radikalt för att bättre kunna hjälpa de fattiga och hungriga, skriver forskarna.

Vi måste bland annat utveckla jordbrukssystem som är mindre beroende av fossila bränslen och mer inriktade på riskspridning och förbättrad anpassningsförmåga. Det kan till exempel handla om att gynna ett mångfaldsbaserat jordbruk som nyttjar lokala sorter, grödor och raser – med egenskaper som tålighet mot torka och värme. Här kan vi i de rika länderna faktiskt lära en hel del av de ”mindre utvecklade” ländernas odlingssystem som växt fram utan tillgång till fossilbränslebaserade insatsvaror

Biologisk mångfald – en förutsättning för resiliens
Biologisk mångfald är variationsrikedomen inom arter, mellan arter och av ekosystem i landskapet. Mångfalden är också grunden för förädling av växter och djur samt en säkerhet inför framtiden. Vi vet att klimat och miljö med all sannolikhet kommer att förändras allt snabbare. Därför är det viktigt att bevara en mångfald av växter och djur som har olika miljökrav som gör att de kan utföra samma funktion under de nya förhållandena.

som bekämpningsmedel och handelsgödsel (industriellt framställt oorganiskt gödselmedel som också kallas konstgödsel). Istället för att bara förlita sig på ett fåtal stapelgrödor sprider de fattiga bönderna i regel sina risker med hjälp av biologisk mångfald. Att satsa på en enda gröda (monokultur) leder ofta till sårbarhet för såväl sjukdomar och skadedjur som klimatförändringar och svängningar på marknaden. För att få lönsamhet i en sådan monokultur krävs oftast bevattning, bekämpningsmedel och handelsgödsel – något som få fattiga har råd med.

Ekologisk produktion fungerar för fattiga länder
Det är viktigt att poängtera att vi inte vill teckna en naturromantisk och teknikfientlig bild av framtidens lantbruk. Det handlar snarare om att vi ser ett ökande behov av att kombinera ny teknik med

lantbrukarnas platsspecifika ekologiska kunskaper och de senaste forskningsrönen om ekosystemtjänsternas betydelse för ett hållbart jordbruk. I vissa fall kan också en varsam användning av handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel vara det enda alternativet, till exempel för att ”få igång” helt utarmade jordar på vissa håll i Afrika eller för att bekämpa skadedjur som inte biologisk bekämpning rår på.

Exakt hur stor användning av kemikalier som är förenlig med ett långsiktigt hållbart jordbruk har olika forskare olika åsikter om. Vissa menar att en ganska omfattande användning av handelsgödsel och kemiska bekämpningsmedel måste tillåtas för att undvika alltför stora skördebortfall och matbrist i världen. Men en växande skara forskare menar faktiskt att ett jordbruk helt utan kemiska bekämpningsmedel och handelsgödsel kan föda världen. Ett exempel är en vetenskaplig studie från 2007 som bygger på nästan 300 olika fallstudier från hela världen. I den visar forskare vid University of Michigan att en global omläggning till ekologisk odling totalt sett skulle kunna ge tillräckligt med mat för en växande världsbefolkning, trots att dagens ekologiska produktion här i väst i genomsnitt uppvisar lägre skördenivåer än det konventionella lantbruket. Michiganforskarna menar alltså att en ”ekologisk intensifiering” baserad på ny kunskap skulle kunna öka skördarna i

utvecklingsländerna lika mycket som en ”konventionell intensifiering” med hjälp av kemiska växtskyddsmedel, genteknik och handelsgödsel.

Dessa forskare poängterar också att detta är en önskvärd utveckling eftersom det kemikalieintensiva jordbruket är så energikrävande och i hög grad bidrar till den ökande växthuseffekten och en rad andra oönskade miljöeffekter, som övergödning, förorening av grundvatten och spridning av långlivade miljögifter.

Även i ett ekologiskt odlingssystem måste lantbrukarna förstås på olika sätt kompensera för näringsförluster och bekämpa skadedjur, men här görs det istället med hjälp av ekosystemtjänster och genom att sluta kretsloppet så lokalt som möjligt. För att få odlingarna att fungera kan dessa lantbrukare till exempel använda stallgödsel och tillämpa en varierad och anpassad växtföljd eller gödsla med hjälp av kvävefixerande baljväxter. Olika skadedjur och ogräs begränsas genom en välplanerad växtföljd och en rad mekaniska metoder. I ekologiska odlingar gynnas dessutom nyttodjur, till exempel fåglar och parasitsteklar som är naturliga fiender till en rad skadegörare.

Även vattenbruket kan bli mer hållbart med hjälp av mångfald. Att odla musslor och alger tillsammans

med fisk i integrerade odlingar kan till exempel minska fiskodlingars negativa miljöeffekter och minska sårbarheten inför kommande klimat- och miljöförändringar. Musslor och alger använder för sin egen tillväxt närsalter och partiklar i utsläppen från exempelvis en laxodling, och det minskar utsläppen av övergödande ämnen. Genom att välja musslor och alger som är ätbara eller användbara inom industrin kan denna typ av samodling också vara av stort ekonomiskt intresse. Med integrerad odling kan vattenbruket bli riktigt intressant för en hungrande världsbefolkning. Fisk omvandlar nämligen vegetabilier till protein på ett mer effektivt sätt än till exempel boskap.

Genteknik kräver försiktighet

Men hur är det då med gentekniken? Kan den bli räddningen för framtidens livsmedelsproduktion? Det vore förstås mycket bra om den nya tekniken kunde producera grödor som klarar torka och värme bättre. Men det är viktigt att komma ihåg att gentekniken är något helt annat än den traditionella växtförädling och djuravel som vi människor hållit på med sedan urminnes tider. Med genteknik kan vi förändra och flytta gener mellan olika arter på ett sätt som aldrig skulle kunna ske naturligt.

I dagsläget vet vi faktiskt för lite om de miljö- och hälsorisker som detta kan innebära på sikt när

genmodifierade organismer (GMO) sprids till naturliga ekosystem. Mer forskning om riskerna och större försiktighet behövs för att GM-grödorna ska kunna bidra till att minska hungern och klara framtidens livsmedelsproduktion på det sätt som flera av de stora genteknikföretagen utlovat.

Mångfald och ekosystemtjänster

Klimatet har redan börjat förändras. Vårt sätt att producera mat måste göra detsamma – redan idag. Internationellt bistånd, forskning och utbildning måste inriktas mer på att både minska jordbrukets nettoutsläpp av växthusgaser och att anpassa odlingssystemen till att klara framtida klimatförändringar. Den globala livsmedelsproduktionen måste klara konststycket att både trygga tillgången till mat för världens växande befolkning och bevara de ekosystemtjänster vi alla i grunden är beroende av.

En livsmedelsproduktion som baseras mer på mångfald och ekosystemtjänster blir i ljuset av detta en allt mer attraktiv lösning. Rätt utformad kan den både minska behovet av fossila bränslen och göra jordbruk och vattenbruk mindre sårbara för framtidens klimatförändringar.

Jakob Lundberg är doktor i systemekologi med särskild inriktning på städers ekologi och miljö. Interaktionen mellan stad och land och hur ekosystemens funktioner och tjänster ska kunna säkerställas hör till hans forskningsintressen. Idag delar han sin tjänst mellan forskningskommunikation på Albaeco (se nedan) och forskning på Stockholm Resilience Centre.

Fredrik Moberg är systemekolog och har doktorerat i naturresurshushållning vid Stockholms universitet. Hans avhandling handlade om kopplingarna mellan biologisk mångfald, ekosystemtjänster och resiliens. Idag är han verksamhetschef på Albaeco, en fristående organisation som kommunicerar forskning om hållbar utveckling med fokus på naturens betydelse för samhälle och ekonomi.

Både Jakob och Fredrik har varit med och utformat den Formasfinansierade Mannautställningen som lyfter fram den senaste forskningen om mat och miljö.

Lästips

- *Mannautställningen: en utställning om naturens roll bakom vår mat* (www.mannautstallningen.nu).
- *Ekologiskt i Etiopien – lokalt initiativ och odling i samspel med naturen ger ökad lönsamhet och bättre riskspridning.* Rapport, Svenska Naturskyddsföreningen 2008.

- *International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development* (IAASTD) (www.agassessment.org).
- *Millennium Ecosystem Assessment* (www.maweb.org).

Europas mat i nytt klimat

Hur går det med Europas livsmedelsförsörjning när klimatet förändras och energipriserna stiger? Thomas Ohlsson presenterar en EU-studie med fyra framtidsscenarier för år 2030: Klimatchock, Energikris, Vi är vad vi äter, och Samarbete med naturen. Han är övertygad om att den europeiska livsmedelsproduktionen står inför stora förändringar. Maten blir en allt viktigare maktfråga i takt med klimatförändringar, vattenbrist, befolkningsökning och stigande råvarupriser.

Thomas Ohlsson, pensionerad från SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik.

För att kunna utforma framtida politik och åtgärder för att styra utvecklingen mot önskade mål, till exempel minskad negativ klimatpåverkan, är det vanligt att man tar fram beslutsunderlag i form av scenarier. Scenarier är beskrivningar av ”möjliga framtider”. De bygger på ett antal antaganden om troliga framtida utvecklingar, och de är alltså inga prognoser.

SCAR (Standing Committee on Agricultural Research) är en rådgivande grupp till EG-kommissionen för forskning om jordbruk, livsmedel och landsbygdsutveckling. SCAR startade under 2005 en omfattande framtidsstudie för att värdera trender och deras betydelse för framtidens europeiska jordbruk och matförsörjning. Bakgrunden till att studien gjordes var de stora utmaningar som det europeiska livsmedelssystemet står inför: klimatförändringar, energikris, globalisering och ökande konkurrens om jordens tillgångar bland annat mot bakgrund av den förutspådda globala befolkningsökningen. I studien har man också tagit hänsyn till de ökade riskerna för politiska, ekonomiska och sociala konflikter som dessa utmaningar kan leda till.

Studien blev klar under våren 2007. Tidsperspektivet är år 2030. Studien baserar sig på ett antal andra scenariestudier på både europeisk och nationell nivå.

SCAR-studiens främsta merit är att den har sammanfattat och utvecklat scenarier med jordbruk och livsmedel som huvudtema. Tidsperspektivet är tjugo år. Arbetsgruppen har velat lyfta fram att de förutser dramatiska förändringar, och använder därför ofta termen ”omvälvande scenarier”. SCAR-studien har Europa som fokus, men det går utmärkt att också analysera och tolka rapporten med inriktning på den svenska matförsörjningen om tjugo år.

Basscenario och fyra framtidsscenarier

Arbetet inleddes med att kunskap från olika framtidsprognoser och scenarier samlades ihop, till exempel prognoser om befolkningsutvecklingen där man antar att jordens befolkning når ett maximum på 8,7 miljarder om cirka femtio år för att sedan vara tillbaka där vi är idag på cirka 6 miljarder om hundra år. De olika scenarierna om klimatutvecklingen från IPCC är en annan viktig del av ramarna, med bland annat temperaturhöjningar på nordliga breddgrader och torka på sydliga, med mera extrema väder och väderkatastrofer. Till ramarna hör också scenarier om energitillgång, olika scenarier för den globala ekonomiska utvecklingen och handeln med livsmedel, scenarier kring specifika jordbruksrelaterade frågor om tillgång till brukbar jord och möjligheter att höja produktionen, samt slutligen prognoser om den sociala utvecklingen, inklusive hälsa och utbildning.

Framtidsrapporten består av ett basscenario och fyra framtidsscenarier. *Basscenariot* baserar sig på att den nu pågående utvecklingen fortsätter, med fokus på effekterna av den ökande globaliseringen. Det första framtidsscenariot kallas *Klimatchock* och fokuserar på klimatförändringarna och deras miljökonsekvenser. Det andra kallas *Energikris* och fokuserar på energi och den industridrivna ökningen av miljömässiga konsekvenser kopplade till ekonomin. Det tredje scenariot kallas *Vi är vad vi äter* och fokuserar på livsmedel, hälsa och samhälle som viktigaste drivkrafter för en mera konsument- och gemenskapsinriktad utveckling. Det fjärde kallas *Samarbete med naturen* och fokuserar på vetenskap, teknik och samhälle som drivkrafter för ett samhälle mera inriktat på att samarbeta för att lösa gemensamma problem.

Basscenariot

År 2030 har globaliseringen av livsmedelsmarknaden fortsatt genom att jordbruksstödet har minskat och olika former av handelshinder har eliminerats. Det innebär att priskonkurrensen har ökat för alla produkter. Fler och fler produkter har blivit ”globala”, med de stora livsmedelsproducenterna i världen som ledande. Många små och medelstora producenter kommer inte att klara av konkurrensen. Men det kommer också att finnas en ökande marknad för kvalitetsprodukter som ger möjligheter för dem att överleva

genom att specialisera sig, även om det kommer att ställa större krav på kompetens och kunskaper hos producenterna. Socialt kommer utarmningen av landsbygden att fortsätta i Europa, inte minst i östra Europa där det kommer att utvecklas stora effektiva jordbruk och industrier som kommer att kunna vara konkurrenskraftiga globalt.

Klimatchock

Klimatförändringarna kommer att medföra en lång rad av självförstärkande miljöförsämringar som leder till påtagligt försämrad livskvalitet över hela världen. Även om effekterna varierar i olika delar av världen så innebär den omfattande globaliseringen att konsekvenserna är kännbara för alla. En av de främsta orsakerna till den galopperande miljöförstöringen är frigörandet av metan från tidigare områden med permafrost på det norra halvklotet. För att klara skördarna behövs allt kraftigare kemikalieanvändning i jordbruket, något som också accelererar miljöförsämringen. Forskningen som ska ta fram bättre teknik för att minska miljöeffekterna kommer att ha stärkts, men man är sent ute.

Politiskt har det funnits och finns många olika idéer om hur miljöförstöringen kunnat undvikas eller minskas, men inga kraftfulla åtgärder har vidtagits. Många länder inklusive de nordiska har gått egna

vägar. Situationen i de nordiska länderna är mycket bättre än i övriga Europa, en utveckling som har drivits av att klimatförändringen har gett klimatologiska fördelar och av en framgångsrik utveckling av olika alternativa produktionsformer, till exempel lokal och ekologisk produktion. På många håll i Europa kommer den sociala situationen att vara orolig om tjugo år.

Energikris

Världen kommer år 2030 att ha genomlevt en omfattande energikris med bristen på nya resurser och det snabbt ökande energibehovet i utvecklingsländerna som drivkrafter. Europa har påverkats mest av energikrisen eftersom hela samhället inklusive livsmedelsproduktionen byggde på tillgång till billigt fossilt bränsle. Omställning av dessa system kräver lång tid och stora investeringar, men de hade inte påbörjats i tid. Olika lobbyorganisationer har drivit fram omfattande produktion av biobränsle som ett sätt att lösa energibristen, men produktionen täckte bara 20 procent av behovet.

Allmänheten upplevde energikrisen genom att det var dyrt att värma upp bostäder, och resor och transporter var dyra. Detta ledde till matförsörjning med kortare transporter och att människor började flytta ut till landsbygden för att vara nära livsmedelsproduktionen och kunna leva livet enklare och mindre energiintensivt. Denna utveckling har liksom mycket annat i samhället inte styrts av det politiska systemet, som har tappat mycket av sin makt och inte minst förtroende hos allmänheten.

Vi är vad vi äter

Kostnaderna för dagligt liv (livsmedel, energi, transporter) har om tjugo år ökat dramatiskt. Det är stor brist på vatten i centrala och södra Europa, men ännu värre i många delar av den övriga världen. Migrationstrycket från de torkutsatta delarna av världen till Europa fortsätter att vara stort. Situationen är mycket besvärligare än tidigare med omfattande kravaller och stor rörlighet i de migrerande grupperna. Migrationen drivs också av att befolkningstillväxten varit större än förväntat och att det är påtaglig brist på användbar jordbruksmark i många delar av världen. Odling av grödor för biobränsle bidrar också till denna brist, liksom skördeförlusterna orsakade av de frekventa stormarna och skyfallen.

Det finns om tjugo år ett stort intresse i Europa för sambanden mellan hälsa och mat. Också miljöhänsyn i livsmedelsproduktionen har fått stor genomslagskraft. Men detta är en företeelse enbart i de rikare länderna. I de fattigare länderna har istället

klimatförändringarna medfört att infektionssjukdomar och livsmedelsburna sjukdomar har ökat.

I detta scenario är basen att man i Europa tog tidigt beslut om att stödja tre olika utvecklingslinjer:

1. *Global matförsörjning genom de multinationella företagen.* Livsmedelsproduktionen är totalt industrialiserad och baseras på genmodifierade organismer (GMO) och innefattar också akvakultur (vattenbruk). Marknaden är helt globaliserad och helt baserad på en liberalisered marknadsekonomi.
2. *Självförsörjning genom lokala livsmedelssystem.* Detta bygger på självförsörjning i landsbygdsområden med produktion med låg intensitet men med stor diversitet. Nya former av teknik och mekanisering används. De förändrade preferenserna för hälsosamma och säkra livsmedel hos konsumenterna drivar på denna utveckling.
3. *Balanserat livsmedelsystem,* som är en blandning av 1 och 2.

Miljövänligt jordbruk är basen för både en nationell och en internationell livsmedelsmarknad. Modern teknik möjliggör spårbarhet och god kvalitet och säkerhet. Funktionella livsmedel är en viktig del av utbudet. Konsumenterna har god kunskap om livsmedels näringsvärde och betydelse för hälsan.

Samarbete med naturen

Förändringar i livsstil har om tjugo år att lett till bättre kunskap hos konsumenterna om livsmedel och vad som är nyttig mat. Den ekonomiska situationen i Europa är god och inkomstskillnaderna har minskat. Det innebär att konsumenterna är beredda att betala för mat med god kvalitet och hög säkerhet. Livsmedelsmarknaden är kraftigt diversifierad med många olika märkningar och varumärken att välja mellan.

Volymen av lokalt producerad mat har ökat kraftigt och små lokala företag har tillgång till modern teknik och effektiva distributionssystem. En stark trend är säsongskopplad produktion eftersom det visat sig omöjligt att sälja produkter utanför dess lokala skördesäsong. Konsumenterna är mycket medvetna om hållbarhetsfrågorna när de väljer livsmedel. Detta innefattar också att de väljer GMO-baserade livsmedel i de fall då detta visar sig vara ett hållbart alternativ. Samhället är välintegrerat och den sociala situationen stabil.

Blir framtiden som scenarierna?

De två scenarierna Klimatchock och Energikris visar på olika tänkbara utvecklingar de kommande tjugo åren med stora förändringar som drivs av klimatförändringar eller energiprisökningar och där samhället

har liten kontroll eller litet inflytande på utvecklingen. Detta står i kontrast till de två andra scenarierna (Vi är vad vi äter och Samarbete med naturen) där ett mera aktivt samhälle påverkar utvecklingen med ett mera aktivt agerande av konsumenterna på marknaden.

Scenarierna pekar i olika riktningar och vad vi säkert vet är att inget av dem beskriver hur det verkligen kommer att bli. Erfarenheten från tidigare studier med scenarier visar att det alltid tillkommer oväntade faktorer som har påtaglig och oväntad effekt. Men scenariestudier har likväl sitt värde i att det får oss alla, konsumenter och beslutsfattare, att fundera över vart utvecklingen är på väg och i bästa fall agera för att utvecklingen ska gå i en önskvärd riktning.

Livsmedelsproduktion en maktfråga

Jag är övertygad om att SCAR-rapporten har rätt i att den europeiska livsmedelsproduktionen står inför förändringar som kommer att vara mycket mer omfattande än dem som vi har upplevt under de senaste decennierna. Dagens produktionssystem som byggdes upp under efterkrigstiden måste reformeras för att möta de stora omvärldsförändringar vi har framför oss. Men det finns i många länder mycket konservatism och ovilja mot att förändra det europeiska subventionssystemet för livsmedelproduktion, och

oenigheten inom EU kommer att öka om hur systemet ska se ut i framtiden.

Under tiden kommer de liberala marknadskrafterna att driva på för ökad import och konkurrens från snabbt växande länder som Brasilien, Indien, Indonesioen och naturligtvis Kina. Det kommer att innebära att det blir allt svårare för de europeiska länderna att fortsätta att driva sin nuvarande subventionspolitik, och i synnerhet exportsubventioneringen. Den europeiska livsmedelsproduktionen måste inrikta sig på att vara framgångrik på sina egna marknader och slåss för att bibehålla sina marknadsandelar i den globala och mycket öppnare konkurrensen under det närmaste decenniet. Längre fram kommer de snabba framstegen i de viktigaste konkurrensländerna att minska konkurrensfördelarna för europeisk livsmedelsproduktion och då kommer vi att se att livsmedelspriserna ökar. Livsmedelsproduktion kommer att bli en allt viktigare maktfråga framöver i takt med klimatförändringar, vattenbrist i många länder, befolkningsökning och stigande råvarupriser.

Thomas Ohlsson har nyligen pensionerats från SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik i Göteborg, där han har lett avdelningen för Miljö och processteknik

under många år. Hans forskning är inriktad på livsmedelsprocesser och hållbar livsmedelsproduktion.

Lästips

- *FFRAF report: foresighting food, rural and agri-futures.* The SCAR Foresight group, Chair Thierry Gaudin, 2007 (ec.europa.eu/research/agriculture/scar/pdf/foresighting_food_rural_and_agri_futures.pdf).

Kött och klimat – kunskap som funnits länge

Det är ingen ny kunskap att köttproduktion kräver mycket energi. Men när siffror från 1970-talet översätts till växthusgasutsläpp så känner politikerna inte igen sig. Annika Carlsson-Kanyama skriver om några av de pionjärer som tog upp kopplingen mellan mat och energianvändning. Deras siffror stämmer fortfarande – det är mycket mer energikrävande att producera kött än vegetabilier. Men köttkonsumtionen har ökat kraftigt sedan 1970-talet. Kommer kunskapen att omsättas i styrmedel den här gången – kanske en köttskatt?

Annika Carlsson-Kanyama, FOI Totalförsvarets forskningsinstitut.

När Sveriges Television den 12 mars 2008 sände programmet ”Klimatboven politikerna struntar i” fick reportern mejl som aldrig förr på den efterföljande chatten. Skribenterna var både tacksamma för att programmet tog upp ett ämne som länge hade varit negligerat, och upprörda över det sätt som ämnet presenterades på. Programmet handlade om köttproduktionens klimatpåverkan utifrån FN-rapporten *Livestocks Long Shadow*. Rapporten visar att boskapssektorn står för 18 procent av de växthusgasutsläpp som människan orsakar, och det är mer än hela transportsektorn.

Globalt är boskapssektorn en av de mest miljöpåverkande av alla näringar, enligt rapportförfattarna. Det handlar inte bara om klimatpåverkan. Sektorn minskar den biologiska mångfalden genom överbete, och den använder mycket mark och vatten. Det behövs styrmedel för att minska miljöpåverkan eftersom konsumtionen av kött förväntas fortsätta stiga. Men ännu finns det inga styrmedel för att minska klimatpåverkan från köttproduktion i Sverige, och det tog reportern på Sveriges Television fasta på när han grillade jordbruksministern, en före detta miljöminister och en EU-parlamentariker. De skruvade besvärat på sig och efterlyste mer kunskap och sa att man har känt till köttets stora miljöpåverkan bara de senaste två till tre åren och att det saknas bra data på hur miljöpåverkan från olika köttslag skiljer sig åt. Och sådan kunskap är viktig om man ska hitta rätt med de politiska åtgärderna.

Trettiofem år gammalt recept

Ibland är det en fördel av vara halvgammal för man har varit med om så mycket. Som när jag såg miljödebattören Björn O. Gillberg tvätta skjortkragar i gräddersättningsmedel i början av 1970-talet för att visa hur ohälsosam produkten var för människan att konsumera. Och när jag läste Frances Moore Lappés bok ”Recept för en fattig planet” år 1973 (på engelska *Diet for a small planet*) där samme Gillberg i ett rappt förord konstaterar: ”Att producera äggvita genom att föda upp biffkor och andra djur är ett fruktansvärt slöseri med resurser eftersom djuren för att hålla sig igång använder stora mängder äggvita och energi. Effektivaste sättet att producera proteiner är att odla proteinrika växter som direkt används som människoföda.”

Enligt både Gillberg och Lappé var en vegetarisk kost ett bra sätt att bekämpa världssvälten, som vid den tiden var ett stort orosmoment. Lappés bok såldes i miljoner exemplar och blev en föregångare till boken ”Mat och Makt” av Lasse och Lisa Berg; deras bok behandlade bland annat kost och solidaritet. Under 1970-talet publicerade också att annat par, David

och Marcia Pimentel, banbrytande studier om mat och energi som fått uppföljare fram till dags datum. Även i dessa studier framgick det tydligt att energibehoven för att producera animaliska produkter skiljer sig markant från vegetabiliska. Det ledde till att även dessa författare föreslog en mer vegetarisk kost för att komma tillrätta med en framtida energibrist eftersom de fossila bränslena skulle ta slut.

Till alla er som har svårt att minnas hur diskussionerna gick innan klimatfrågan blev ansedd som det största hotet mot mänskligheten följer här en sammanställning av hur man resonerade kring kött kontra vegetabilier på framförallt 1970-talet. För även om de problem man ville lösa då var annorlunda än idag – världssvält och energibrist – är fakta delvis återanvändbara och argumenten man hade då är mycket lika dem som används i dagens debatt.

Mer eller mindre ineffektiv proteinproduktion

Frances Moore Lappé, som var amerikan, var tidigt ute med sin bok som gavs ut på originalspråket 1971. Hon konstaterar redan i förordet att ”vår kraftigt köttfixerade matkultur är själva hjärtpunkten i vårt slöseri med jordens produktivitet”. Liksom många andra under samma tid upplevde hon hungern som det största problemet, framförallt i det som då kallades de underutvecklande länderna men även inom den

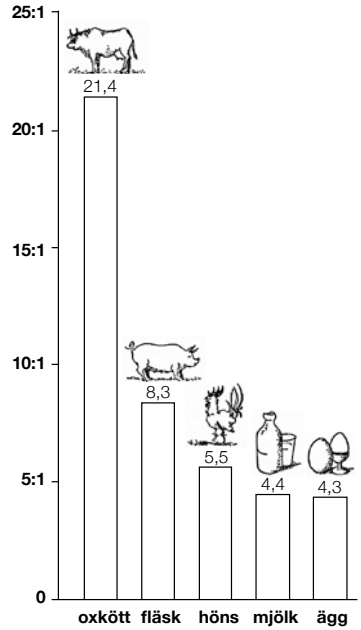
fattiga befolkningen i till exempel USA, och det var framförallt proteinbristen man fokuserade på. Proteinbrist leder till bristsjukdomar som påverkar folkhälsan på ett negativt sätt, och därför var ökad proteintillförsel viktigt för utvecklingen ansåg många.

Lappé var dock en av de få under den här tiden som tog upp minskat köttätande som ett viktigt steg för att möjliggöra för världen utanför i-länderna att kunna tillfredsställa sitt proteinbehov. Världsbilden på den tiden innehöll prognoser om en snabbt ökande befolkning, i vissa studier upp till ett par hundra miljarder – och hur skulle alla kunna få mat i en värld där den odlingsbara marken var begränsad? Då är det inte så konstigt att det var viktig information att en hektar säd kan producera fem gånger mer protein än en hektar som används för köttproduktion, och att en ko måste få i sig 21 kilo protein för att producera 1 kilo protein till mänsklig föda.

Här är det viktigt att nämna den nyansering Lappé gör när det gäller effektiviteten hos olika djurslag. I figur 1 kan man se att mjölk-, ägg- och kycklingproduktion är avsevärt effektivare när det gäller att producera protein än vad nötköttsproduktionen är, medan fläsk intar en mellanställning. Samma författare tar också upp ineffektiviteten i fiskodling som kräver ansenliga mängder fångad vildfisk för

sin produktion. Hon påpekar också att husdjursuppfödningen har industrialiserats i så hög grad att de fördelar som idisslare har genom att de kan beta på marker som inte är lämpliga för spannmålsodling knappast tas tillvara eftersom de istället får äta foder som har odlats fram.

Kilo protein som husdjuren konsumerar för att producera 1 kilo protein för mänsklig konsumtion



Figur 1. Olika djurslag är olika effektiva när det gäller att omvandla foderprotein till protein i människomat. Bilden är hämtad ur boken "Recept för en fattig planet" av Frances Moore Lappé.

Vegetariska recept

Men Frances Moore Lappé var inte ensam om att föreslå en vegetarisk kost som lösning på världssvälten. Från USA:s jordbruksdepartement kom i slutet av 1960-talet uppgifter om att 100 miljoner ton säd skulle kunna frigöras för mänsklig konsumtion om vi bara reducerade boskapsbeståndet till hälften. Det Lappé gjorde var att omsätta dessa kunskaper i praktisk handling genom att publicera ett stort antal vegetariska recept som innehöll de mängder och kvaliteter av protein som behövdes. Hennes bok fick stort genomslag och hon påpekar själv att anledningen till att man inte redan tidigare tagit upp frågan antagligen var att växtproteinernas sammansättning hade varit dåligt känd.

Ingredienserna i hennes recept var svåra att hitta i butikerna på den tiden, i alla fall i Sverige. Sojabönor och hirs som hon ofta föreslog fanns inte att uppbringa, knappast ens i de hälsokostaffärer som växte upp som ett svar på efterfrågan på alternativ kost. En ytterligare fördel med den vegetariska kosten var enligt Lappé att man genom att undvika kött kunde minska intaget av farliga bekämpningsmedelsrester. Under denna tid användes fortfarande klorerade bekämpningsmedel som DDT och dieldrin, och de hittades i mycket högre koncentrationer i de animaliska livsmedlen än i de vegetabiliska.

Kor i lagård drar mer energi än kor på bete

Under 1970-talet inträffade två energikriser, och det ledde till ökat fokus på energieffektivitet i hela samhället. Priset på olja höjdes dramatiskt vid två tillfällen och samhällets sårbarhet genom beroendet av fossil energi blev uppenbart, liksom det faktum att resurserna inte var oändliga. I ljuset av detta och den snabba befolkningstillväxten som medförde ökat behov av livsmedel publicerade den amerikanske forskaren David Pimentel en artikel i tidskriften Science om energibehovet för att producera majs. Utifrån detta diskuterade han behovet av energieffektivisering inom jordbruket globalt sett. Hans beräkningar inkluderade en beräkning av all energi som går åt – även den energi som människan behöver för att kunna leva och arbeta samt den som går åt för att driva jordbruksredskap, tillverka handelsgödsel och bekämpningsmedel och för att driva transporterna.

Redan här nämner han relationen 7 kilokalorier för att producera 1 kilokalori animaliskt protein som kan jämföras med relationen 3:1 för majs. Senare kom samma författare att tillsammans med sin maka publicera ett stort antal liknande beräkningar för en rad olika grödor, beräkningar som har uppdateras flera gånger, senast år 2008. Dessa sammanställningar går igenom gröda för gröda och djurslag

för djurslag i stor detalj med dess olika energibehov. Ett exempel visas i tabell 1.

Tabell 1. Insats av fossil energi per producerad enhet djurprotein för olika djur och produktionssystem.

Djur och produktionssystem	Förhållandet mellan insatt fossilenergi och proteininnehåll
Kyckling	22
Mjölk	36
Ägg	13
Nötkött	78
Nötkött från kor i ranchdrift	10
Fläskkött	35
Lammkött från lamm i ranchdrift	16
Odlad fisk	35
Sojabönor	2
Potatis	4
Brysselkål	3,5
Vete	3,4

(Källa: David och Marcia Pimentel 1979)

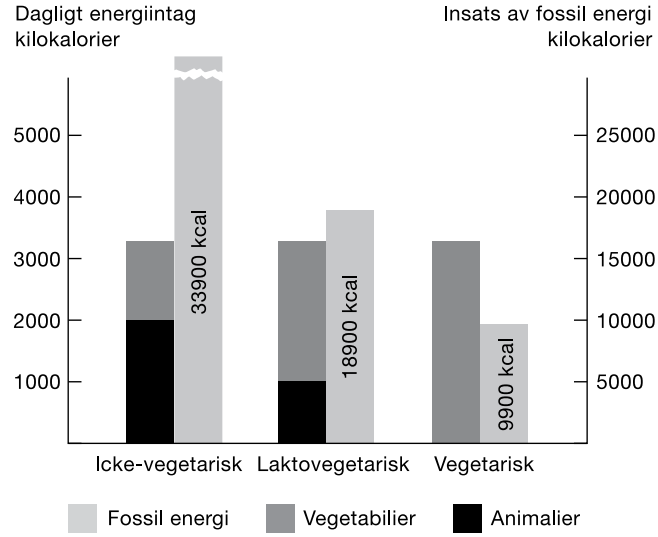
I tabellen kan man se att förhållandet mellan behovet av fossil energi (mätt i kilokalorier) jämfört med proteininnehållet (mätt med samma mått) kan vara så högt som 78 när man producerar nötkött med stora mängder kraftfoder, medan samma relation bara blir 2

när man odlar sojabönor som är en mycket proteinrik gröda. Men man kan också se att behovet av fossil energi varierar stort mellan olika djurslag, både beroende på hur djuren föds upp och på hur effektiva foderomvandlare de är. Betesbaserad köttproduktion av nöt och lamm i ranchdrift är mer effektiv än uppfödning av kyckling, som i sin tur är mer effektiv än fläskproduktion. Att odla fisk kräver ungefär lika fossil energi som att producera fläsk eftersom man måste använda bränsle i de båtar som tar upp foderfisken som de odlade fiskarna ska äta. Att föda upp nötboskap på spannmål och sojabönor blir allra mest energikrävande eftersom djuret inte är en effektiv foderomvandlare och måste äta stora mängder foder som odlats fram med hjälp av fossila bränslen.

Med hjälp av sina beräkningar kunde Pimentels också resonera kring energibehovet, mätt som mängden fossil energi för att producera olika typer av koster med större eller mindre inslag av animalier. En sådan skattning visas i figur 2 där man kan se att fossilenergibehovet för en icke-vegetarisk kost kan uppgå till 34 000 kilokalorier medan samma behov för en vegetarisk kost bara blir 10 000 kilokalorier.

Från energi till utsläpp av växthusgaser

Pimentels påpekar liksom Lappé att en mer vegetarisk kost kan både spara energi och minska annan negativ



Figur 2. Fossilenergibehovet för olika dagliga koster: icke-vegetarisk, laktovegetarisk och vegetarisk. Figuren visar också det dagliga energiintaget (staplarna till vänster) som är detsamma för alla kosterna. (Källa: David och Marcia Pimentel)

miljöpåverkan från jordbruket, och dessutom frigöra odlingsbar mark. Data står sig även idag om man ser till relationerna mellan olika livsmedel. Pimentels använde sig själva inte av de insamlade uppgifterna för att beräkna utsläppen av koldioxid, den växthusgas som har orsakat större delen av klimatförändringen. Men deras skattningar har använts i det syftet av en rad forskare som sedan 1990-talet har intresserat sig för mat- och klimatfrågan.

När jag nu återigen gått igenom en del av det material Pimentels tog fram så slår det mig att fastän energieffektiviteten utan tvivel har ökat i livsmedelssystemet över tiden så gäller relationerna mellan olika typer av livsmedel även idag. När energisiffror översätts till koldioxid och kompletteras med skattningar av klimatpåverkan från metan och dikväveoxid (lustgas) så blir utsläppen från vegetabilier avsevärt mindre än för animalier, även om produktionen av olika djurslag är olika belastande med tanke på utsläpp av framförallt metan. Man kan till exempel förvånas över att en del fördelar med den betesbaserade produktionen raderas ut när man tar hänsyn till höga metanutsläpp från själva djuren, liksom att kyckling med sina låga metanutsläpp framstår som ett klimatvänligt köttalternativ.

Kunskapen finns

Så när politikerna efterlyser ny kunskap vill jag säga att mycket redan finns. Vi behöver alltså inte förvånas när vi får veta att boskapsproduktionen står för 18 procent av växthusgasutsläppen, en siffra vi får fram när vi nu räknar igenom det hela ytterligare en gång nu när ett nytt hot ska hanteras – den globala uppvärmningen.

Utvecklingen när det gäller köttkonsumtionen har gått i motsatt riktning mot vad både Lappé och

Pimentels föreslog. Mellan 1973 och 2003 ökade köttkonsumtionen per capita med 43 procent medan jordens befolkning växte. Några av de problem dessa sjuttiotalsförfattare lyfte fram har dock lösts eller mildrats. Till exempel används inte klorerade bekämpningsmedel längre i vår del av världen, och antalet hungriga har minskat. Men hotet om en energikris kvarstår. Till detta kan vi lägga klimatförändringen som anses vara vår tids största utmaning och som är nära kopplad till den fossila energianvändningen.

Vi får se vad som händer med köttkonsumtionen den här gången. Kommer kunskapen om miljöfördelarna med en mer vegetarisk kost att omsättas i styrmedel? Kommer vi att få en köttskatt? Kanske nya normer som innebär att man får specialbeställa kött i förväg på flygplan och restauranger? Eller investeringsbidrag till uppfödare som vill satsa på klimatvänliga produktionssystem? Nödvändig kunskap för att påbörja arbetet saknar vi inte – tack vare studier påbörjade för fyra årtionden sedan. Det känns viktigt att ta vara på den kunskapen när vi nu går vidare för att bygga ett klimatneutralt samhälle där maten givetvis kommer att spela stor roll.

Annika Carlsson-Kanyama är forskningschef vid FOI, Totalförsvarets forskningsinstitut, där hon arbetar med

klimat- och energifrågor. Hennes forskning om hållbar konsumtion har fokus på livsmedel, energianvändning och växthusgasutsläpp under produktion och transport samt på energianvändning i hemmen. Hon arbetar också med klimatanpassning och är även docent vid Avdelningen för industriell ekologi på KTH i Stockholm.

Lästips

- Frances Moore Lappé, *Recept för en fattig planet*, Askild & Kärnekull 1972.
- Lasse och Lisa Berg, *Mat och makt*, Gidlund 1978.
- David och Marcia Pimentel, *Food Energy and Society*, Edward Arnold, London 1979.

Alla matens utsläpp borde synas i klimatrapporteringen

I jordbruket är det inte koldioxid som är största växthusgasen, utan lustgas och metan. Men Christel Cederberg ifrågasätter Naturvårdsverkets klimatrapportering. Den omfattar inte de utsläpp som sker i andra länder vid produktion av insatsmedel till det svenska jordbruket. Inte heller syns utsläppen från importerad mat. Varför sätts systemgränserna så snävt? Istället för ett nationsperspektiv borde man ha ett konsumtionsperspektiv så att alla utsläpp i varornas livscykel syns.

Christel Cederberg, SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB.

Jordbrukets bidrag till den förstärkta växthuseffekten skiljer sig från alla andra samhällssektorer genom att det inte är koldioxid från förbränning av fossila bränslen som dominerar. Istället är de kraftfulla växthusgaserna metan och lustgas viktigast, och utsläppen av dessa växthusgaser kommer i stor omfattning från biologiska processer i åkermark, djur och stallgödsel.

Både metan och lustgas är betydligt mer kraftfulla växthusgaser än koldioxid. För att kunna jämföra de olika gasernas växthusverkan brukar man översätta effekten av metan och lustgas till koldioxidekvivalenter. Eftersom 1 kilo metan anses ha samma effekt som 21 kilo koldioxid säger man att 1 kilo metan motsvarar 21 kilo koldioxidekvivalenter. Ett utsläpp av 1 kilo lustgas anses ha samma växthuseffekt som 310 kilo koldioxid; 1 kilo lustgas motsvarar alltså hela 310 kilo koldioxidekvivalenter. (Omräkningsfaktorerna ska troligen ändras till 25 och 298, enligt ett förslag från FN:s klimatpanel IPCC.)

Innan jag går in närmare på de processer som ger upphov till metan och lustgas i jordbruket ska jag sätta in jordbruket i ett större sammanhang när det gäller utsläpp av växthusgaser.

Utsläpp av växthusgaser i Sverige

Länder som har åtaganden enligt Kyotoprotokollet ska årligen rapportera in sina utsläpp enligt ett visst system till FN:s klimatkonvention UNFCCC. I den senaste rapporteringen beräknar Naturvårdsverket de totala växthusgasutsläppen i Sverige till drygt 65 miljoner ton koldioxidekvivalenter för år 2006 (detta är de totala utsläppen exklusive nettoupptag från skogsbruk och förändrad markanvändning). Enligt Naturvårdsverket uppgick jordbrukets utsläpp av metan och lustgas till 8,5 miljoner ton koldioxidekvivalenter, varav cirka 60 procent var lustgas och 40 procent var metan. Jordbrukets utsläpp av metan och lustgas bidrar således med cirka 13 procent av de totala utsläppen i Sverige. Sedan 1990 bedöms jordbrukets utsläpp ha minskat med knappt 10 procent, framförallt på grund av att antalet kor har minskat, liksom kvävegödslingen.

Till utsläppen av metan och lustgas ska även adderas koldioxidutsläpp från jordbrukets användning av fossil energi. År 2002 användes ungefär 280 000 kubikmeter diesel i traktorer och skördemaskiner och 70 000 kubikmeter olja för torkning och uppvärmning. Denna bränsleförbrukning redovisas inte under rubriken "jordbruk" i klimatrapporteringen utan under rubriken "energi", och den kan uppskattas ge ett utsläpp på drygt 1 miljon ton koldioxidekvivalenter,

som alltså ska adderas till metan- och lustgasutsläppen för att vi ska få en mer fullständig bild av jordbrukets utsläpp i Sverige.

Produktion av handelsgödsel och kraftfoder ger utsläpp i andra länder

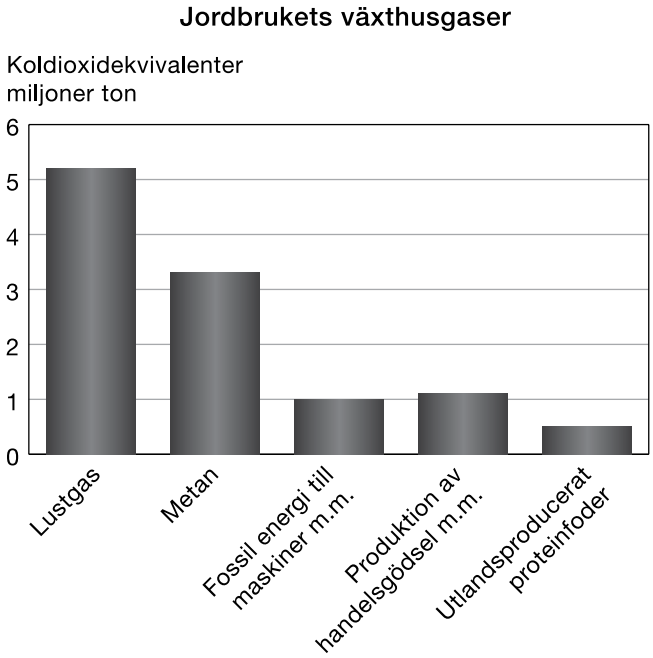
Dessutom importeras till jordbruket produktionsmedel som har producerats i andra länder och därmed orsakat utsläpp utanför landets gränser. Importen av handelsgödsel är viktigast. År 2005 användes 158 000 ton kväve, 13 500 ton fosfor och 28 000 ton kalium i handelsgödsel på den svenska åkermarken. Eftersom Sverige inte längre har någon handelsgödselproduktion importeras denna gödsel från andra länder. I produktionen av den handelsgödsel vi använder i Sverige varje år sker ett utsläpp på drygt 1,1 miljoner ton koldioxidekvivalenter.

Den absolut största mängden av utsläppen kommer från kvävegödselproduktion. För att producera nitrathaltiga kvävegödselmedel oxideras ammoniak till salpetersyra. I den processen sker det små läckage av lustgas, och eftersom denna växthusgas är så kraftfull får även förhållandevis små läckage stor betydelse. Nu installeras reningsteknik i gödselfabriker som leder till kraftigt minskade utsläpp. Genom att använda bästa möjliga teknik i kvävegödselproduktionen kan de totala utsläppen mer än halveras. Om svenskt

jordbruk gick över till att endast använda den miljömässigt bäst producerade kvävegödseln skulle utsläppen i produktionen kunna halveras och uppgå till drygt 0,5 miljoner ton koldioxidekvivalenter.

Vidare importeras kraftfoderråvaror till den svenska mjölk- och köttproduktionen. Det är framförallt proteinrika fodermedel som Sverige har brist på och som därför köps in från andra länder. År 2005 importerades cirka 265 000 ton sojamjöl från Brasilien, 175 000 ton rapsmjöl och 75 000 ton betfiber företrädesvis från Östersjöområdet, samt 95 000 ton palmkärnexpeller från Malaysia/Indonesien. När dessa råvaror odlas i sina hemländer sker utsläpp av lustgas från marken precis som i odlingar i Sverige, utsläpp av koldioxid från energianvändning vid fältarbete, torkning och industriprocesser, samt utsläpp av koldioxid i samband med transporterna till Sverige. En rimlig skattning av hur mycket utsläpp som odling, processning och transporter av det importerade fodret orsakar är knappt 450 000 ton koldioxidekvivalenter.

Om vi summerar det svenska jordbrukets utsläpp inom landet och utsläppen utomlands för produktionen av importerade insatsmedel hamnar vi på drygt 11 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Hur de fördelar sig framgår av figur 1.



Figur 1. Det svenska jordbrukets totala utsläpp av växthusgaser är drygt 11 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år, om man räknar in även utsläppen i andra länder. Lustgas och metan står för de största delarna.

Osäkert hur avskogning påverkar

Av världens totala utsläpp av koldioxid bedöms utsläpp från förändrad markanvändning, framförallt avskogning, utgöra nästan 20 procent. Ett hektar tropisk regnskog binder stora mängder kol i biomassan (150–200 ton kol per hektar). Kolet frigörs till atmosfären när skogen bränns ner, något som

ofta sker i praktiken när det behövs ny mark för odling av mat, foder och på senare år sannolikt också biobränslen.

Avskogning pågår framförallt i tropiska områden som Brasilien och Indonesien, och om man skulle addera koldioxidutsläpp orsakade av förändrad markanvändning (det vill säga att skog omvandlas till åker och betesmark) till de ovan uppskattade utsläppssiffrorna för de importerade kraftfoderråvarorna skulle belastningen bli högre. Men kunskapsläget är för osäkert för att det ska gå att sätta siffror på det idag.

Kor och får släpper ut metan

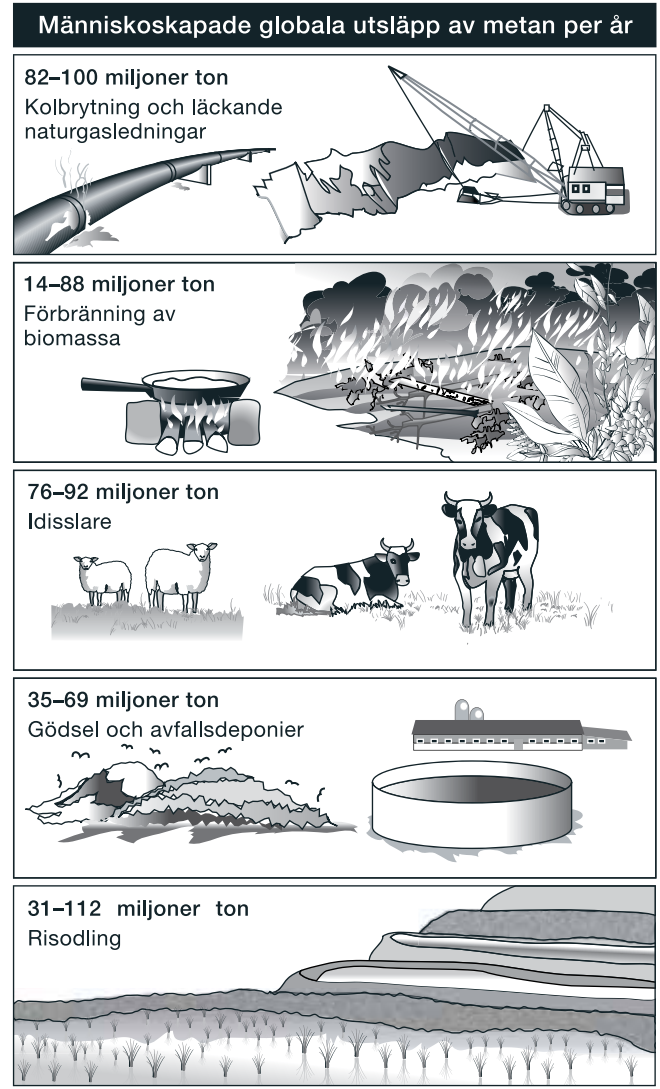
Idisslarnas foderomsättning är den viktigaste källan till det svenska jordbrukets utsläpp av metan (CH_4). Nötkreatur och får har fyra magar och i en av dessa magar, våmmen, omvandlas sådant foder som enkelmagade djur som människor och grisar har svårt att utnyttja. I våmmen finns det miljontals mikroorganismer (bakterier, protozoer och svampar) som bryter ner fodret. I processerna frigörs även vätejoner som är skadliga för djuren. Då träder våmmens metanbildande bakterier in och tar hand om det skadliga vätet och omvandlar det till metan och vatten. Idisslarna gör sig sedan av med metangaserna genom att andas ut dem. En mjölkko andas ut drygt 100 kilo metan per år – och vi har fått ett utsläpp.

Metanbildning hos idisslare är en naturlig process som alltid har funnits hos den här typen av djur. Problemet är att metanutsläppen har ökat kraftigt de senaste hundra åren eftersom antalet kor och får har ökat mångfaldigt på jorden. Det finns nu så många fler människor som efterfrågar kött och mjölk, och det innebär att det behövs fler djur.

Rötning ger dubbel klimatvinst

En annan källa till metanutsläpp är hanteringen av organiskt avfall, som stallgödsel och matrester. När detta kolrika avfall lagras under syrefria förhållanden avgår metan till atmosfären från metanbildande bakteriers nedbrytningsarbete. Men utsläppen kan minskas betydligt om man rötar gödsel och matrester och producerar biogas. Att producera biogas är faktiskt en miljöåtgärd som ger dubbel klimatvinst! Rötning av gödsel och sopor innebär minskade metanutsläpp i avfallslagringen och ger dessutom förnybar energi som kan ersätta fossila bränslen, till exempel i bilar som körs på biogas istället för bensin.

Ytterligare en metankälla i jordbruket är risodling som ofta sker under vattendränkta förhållanden, det vill säga utan syretillgång. Ris odlas ju inte i Sverige



Figur 2. Metanutsläpp som beror på människan. Idisslare, risodling och hantering av organiskt avfall har alla att göra med människans matförsörjning.

utan importeras från södra halvklotet, men utsläppen som sker där i risodlingen bidrar vi också till när vi köper riset här hemma.

I figur 2 visas de viktigaste källorna till metanutsläpp som beror på människan. Osäkerheterna är ganska stora för en del utsläppskällor eftersom metanutsläppen är så nära förknippade med biologiska processer. Idisslare, risodling och hantering av organiskt avfall hänger nära samman med människans matförsörjning.

Metan bryts ner i troposfären genom att reagera med hydroxylradikaler. De senaste 200 åren har tillförseln av metan varit större än nedbrytningen. Därför har koncentrationen av metan i atmosfären ökat, faktiskt mer än fördubblats sedan förindustriell tid. De samlade metanutsläppen sedan 1750 står idag för cirka 18 procent av den förstärkta växthuseffekten.

Lustgas – inget att skratta åt

Kvävegödslad åkermark är den viktigaste källan till utsläppen av lustgas (dikväveoxid, N_2O) som är en mycket kraftfull växthusgas med lång uppehållstid i atmosfären (mer än hundra år). De globala utsläppen sedan 1750 beräknas stå för ungefär 6 procent av den förstärkta växthuseffekten, och koncentrationen av lustgas har ökat med cirka 18 procent i atmosfären sedan förindustriell tid.

Det är mikroorganismer, främst bakterier, som styr bildningen av lustgas i marken när kväve omsätts. Lustgas är, precis som metan, ett naturligt ämne och ingår i små mängder i jordens kvävecykel. Men människan påverkar idag den naturliga kvävecykeln i hög grad genom att producera stora mängder kväve både artificiellt som handelsgödsel och biologiskt genom den ökade odlingen av baljväxter som fixerar kväve ur luften, till exempel soja och ärter. Därmed ökar förutsättningarna för mera lustgasbildning i kvävecykeln.

Det är många faktorer som styr hur mycket lustgas som läcker ut från en åkermark, bland annat fuktighet och temperatur i marken. Därför är det mycket svårt att förutsäga hur stora utsläppen blir i en given situation, till exempel vid en viss gödselgiva i en vetegröda på lerjord i södra Sverige. Lustgas är den växthusgas som det är svårast att någorlunda korrekt uppskatta utsläppens storlek för. Mättekniken är besvärlig, och inom ett fält kan utsläppen variera mellan olika platser. Utsläppen kan också variera kraftigt under året, och eftersom markens temperatur och fuktighet styrs av det enskilda årets väder kan det vara stora skillnader mellan utsläppen för olika år.

Lustgas bildas i marken

Lustgas bildas som en biprodukt i mikrobiella processer i marken, främst vid nitrifikation och denitrifikation. Nitrifikation är processen då ammoniumkväve oxideras till nitratkväve, och detta sker när det finns tillgång till syre. Denitrifikation sker vid syrefattiga förhållanden då nitratkväve reduceras till kvävgas. I båda dessa naturliga markprocesser sker ett litet läckage av lustgas. Hur stort läckaget är beror på flera faktorer, framförallt kvävetillgång i marken, fuktighet och temperatur i marken, tillgången på kol i marken samt pH.

Vi vet alldeles för lite om lustgas

Dagens metod för hur lustgasutsläpp beräknas från åkermark tar endast hänsyn till hur mycket kväve som tillförs åkermarken och detta är en kraftig förenkling av verkligheten. Men forskning pågår och i framtiden har vi förhoppningsvis bättre kunskap om vilka processer i marken som mest påverkar utsläppen. Vid normal kvävegödsling ligger utsläppen från ett hektar åkermark på några enstaka kilo kväve i form av lustgas. Det är alltså små mängder sett till de stora kväveflödena i dagens jordbruk, men de är betydelsefulla i ett klimatperspektiv eftersom lustgas är en så potent växthusgas.

Lustgas bildas också när stallgödsel hanteras och lagras, och i motsats till metan sker detta framförallt

när gödseln lagras under syrerika förhållanden. Det innebär att flytgödsel (som lagras syrefritt) har mycket små utsläpp av lustgas men i gengäld relativt stora av metan, medan stallgödsel som lagras med syretillgång släpper ut relativt sett mera lustgas men mindre metan. Ytterligare en viktig utsläppskälla är gödselindustrin där lustgas bildas i tillverkningen av handelsgödselkväve.

Import och export av mat och utsläpp

Som vi sett tidigare släpper det svenska jordbruket ut drygt 11 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år, dels inom landet, dels utomlands för produktion av insatsmedel. Det här är växthusgaser från en stor del av den mat vi äter, men också från de livsmedel som exporteras från Sverige. Livsmedelsexporten har ökat under senare år och är till ganska stor del baserad på olika spannmålsprodukter både i flytande form (till exempel Absolut Vodka) och i fast form. Om man jämför med andra länder i norra Europa är Sveriges livsmedelsexport mera inriktad på vegetabilier, framförallt från spannmål, än på animaliska livsmedel. Jämför till exempel med Danmark, Nederländerna och Irland som exporterar mycket kött och mjölkprodukter.

Livsmedel som importeras i betydande omfattning till Sverige är frukt, grönsaker och kött, och detta är mat som ofta kan ha betydande växthusgasutsläpp

i sin livscykel. Utsläppen från den importerade maten syns inte alls i den klimatrapportering som Naturvårdsverket årligen levererar, och det finns fog för kritik mot att systemgränserna sätts så snävt när man räknar på Sveriges utsläpp.

Istället för att ha ett nationsperspektiv i beräkningarna borde man ha ett konsumtionsperspektiv så att alla utsläpp i varornas livscykel synliggörs. Utsläppen av klimatdrivande gaser stannar inte vid några nationsgränser. Så varför ska då de nationella inventeringarna av utsläpp göra halt vid nationsgränserna?

Christel Cederberg är agronom och har disputerat i tillämpad miljövetenskap vid Göteborgs universitet. Hon forskar om matens miljöpåverkan, och i hennes nuvarande arbetsuppgifter vid SIK i Göteborg ligger fokus på animalieproduktionens klimatpåverkan.

Matval för klimatets skull – svenska äpplen och mindre pizzor

Att äta ”klimatsmart” innebär att äta mindre av mat som ger höga utsläpp av växthusgaser. Det kan vara stor skillnad på samma livsmedel beroende på var och hur det är producerat. Men huvudspåret är att animaliska livsmedel ger upphov till mera klimatpåverkan än vegetabiliska. Det är också intressant att jämföra ätandet med annat som vi människor gör. Klimatmässigt kan vi till exempel kvitta en Londonresa med flyg mot 210 kilo kyckling eller fem ton svenskodlade äpplen, skriver Charlotte Lagerberg Fogelberg.

Charlotte Lagerberg Fogelberg, Centrum för uthålligt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet.

I Sverige står livsmedelskedjan för minst en femtedel av Sveriges klimatpåverkan. Därför är det viktigt att äta klimatsmart. Det här kapitlet visar hur vi kan välja mat och bete oss kring mat så att vi påverkar klimatet mindre utan att glömma bort resten av vår livsmiljö.

När vi talar om klimatpåverkan menar vi egentligen potentiell klimatpåverkan eller potentiell växthuseffekt. Det beror på att exakt hur stor den verkliga effekten på klimatet blir är beroende av olika faktorer där vi egentligen bara kan få facit i efterhand, när den verkliga klimatförändringen redan har inträffat. Klimatpåverkan härrör från utsläpp av växthusgaser; för livsmedel gäller det främst koldioxid, lustgas, metan och fluorerade kolväten (från kylmedier) som har olika stark påverkan på växthuseffekten. När vi tar reda på hur stor potentiell klimatpåverkan olika livsmedel kan ha använder vi oss av beräkningsverktyg som finns inom livscykelanalys.

Från vaggan till graven

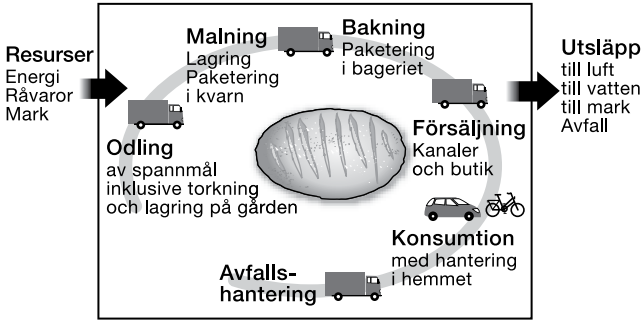
Livscykeln omfattar ett ”vaggan till graven”-perspektiv. Generellt ingår utvinning av råvaror (exempelvis råolja) till insatsmedel (exempelvis gödselmedel, maskiner och byggnader) i de olika steg som ingår i livscykeln. Dessutom ingår produktion av insatsmedel, odling, livsmedelsförädling, konsumtion inklusive

lagring och distributionsled, samt transporter och avfallshantering längs hela livscykeln. I praktiken gör man sällan en fullständig analys av livscykeln utan studerar en del av den, till exempel fram till det att löken är färdig att lämna gården. När man räknar tittar man på alla resurser som behövs i de olika processerna och räknar fram utsläppen från dem. För att räkna fram potentiell klimatpåverkan tittar man på de olika växthusgaserna och viktar sedan om dem till den mängd koldioxid som ger samma klimatpåverkan som de olika växthusgaserna.

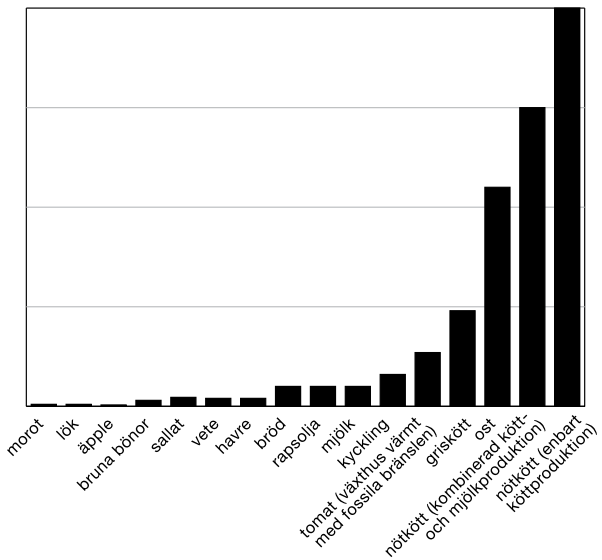
För bröd kan livscykeln se ut som i figur 1. För mjölk eller kött måste man också räkna med till exempel metanutsläpp från djuren och med odlingen av det foder som djuren har ätit. När man räknar på klimatpåverkan för olika livsmedel kan det se ut som i figur 2. Där framgår det att det ger betydligt mindre klimatpåverkan att äta vegetabilisk mat än att äta kött. Men det är också stora skillnader mellan olika sorters kött, där kyckling och gris ligger bättre till än nötkött. Klimatpåverkan från fisk ligger i nivå med andra animaliska produkter men det är generellt större skillnad mellan olika typer av fisk än mellan fisk, kyckling och nötkött.

Undvik tunnelseende

Att bara lyssna på sådant som gäller klimat kan leda



Figur 1. En generell livscykel för bröd.



Figur 2. Klimatpåverkan för olika svenskproducerade livsmedel, räknat per kilo livsmedel. Diagrammet är gjort utifrån uppskattningar från olika källor. Därför visar diagrammet inte exakta siffror, utan anger skillnaderna mellan olika livsmedel.

till tunnelseende med oanade konsekvenser. Till exempel skulle det ur klimatsynpunkt vara väldigt bra med barnarbete eftersom barn inte kör bil till jobbet, äter lite och om de dessutom jobbar långa dagar med låga löner kan de inte köpa klimatovänliga prylar. Men det här är ju inte en utveckling vi vill ha. Likadant är det med maten och dess samband med olika miljöpåverkan. Livet är fullt av val och även för mat är det viktigt att göra rimliga avvägningar.

Om vi räknar in till exempel bekämpningsmedel och vattenförbrukning eller biologisk mångfald blir det lite knepigare och inte alltid självklart vilket som är exakt det bästa i varje situation. Det är också så att miljöpåverkan av olika slag inte ger lika allvarliga effekter överallt. Till exempel är risken för försurning från utsläpp i Norrland mindre än i Skåne, där annan försurande belastning är mycket större. Här är sunt förnuft ett bra verktyg.

Du har kanske hört att man för den klimatpåverkan som ett kilo kyckling ger kan köra bil nästan en mil, eller att man kan äta tio kilo kyckling för samma klimatpåverkan som ett kilo nötkött? Det stämmer att kyckling är bättre än nötkött om vi bara ser till potentiell klimatpåverkan. Men om vi samtidigt bryr oss om att ha ett varierat trevligt landskap och biologisk mångfald (många olika slags djur och växter)

blir valet mellan kyckling och nötkött inte lika självklart. Dessutom kan man fråga sig om det är lika viktigt att köra bil som att äta.

Kor och får rapar visserligen ut metan som påverkar klimatet förhållandevis kraftigt, men grisar och kycklingar äter å andra sidan mycket spannmål som korn och rågvete. Idisslande djur som betar på naturliga betesmarker, där man inte plöjer och rör om i marken så att det avgår koldioxid och lustgas, påverkar inte klimatet lika mycket som de som äter odlat grovfoder.

Spannmål till foder odlas på marker där man kan odla sådan mat som vi människor kan äta, till exempel vete, råg och grönsaker. Kor och får kan äta gräs och klöver (grovfoder), det vill säga sådant som vi inte kan äta men som passar bra på mark där man inte kan odla annan mat. Att ersätta kött med spannmål, baljväxter (såsom bönor), frukt och grönsaker i vår kost är inte den bästa lösningen för att producera mest mat till en växande befolkning. Om vi skulle bli vegetarianer allihop skulle inte marken räcka till för att odla all den mat vi behöver eftersom betande djur och djur som äter grovfoder från mark där man inte kan odla människomat gör att vi använder flera sorters mark; därmed utnyttjas mer mark sammanlagt för matproduktion. Ett internationellt exempel

är att savannområden som inte är lämpliga för odling av spannmål, frukt och grönsaker används till produktion av betande djur.

Äpplen och bananer

I Sverige äter vi mer än 17 kilo bananer per person och år. Det gör oss till världsmästare i bananätning bland de länder som inte odlar bananer. I konventionell bananodling används stora mängder mineralgödsel och bananerna flygbesprutas med bekämpningsmedel vilket ger upphov till klimatpåverkan. Bananstockarna växer i plastpåsar med bekämpningsmedel och de behandlas också med bekämpningsmedel när de packas, för att hålla sig fläckfria under transporten till Europa. Eftersom vi konsumenter har höga krav på fläckfria bananer kasseras ungefär en fjärdedel av skörden. Det innebär att en fjärdedel av bananodlingen odlas, gödslas och sprutas för att kastas bort för att de inte ser bra ut. Om vi minskar vår banankonsumtion och istället äter fler svenska äpplen samtidigt som vi kombinerar det med att äta en större andel ekologiskt odlade bananer minskar vi klimat- och miljöpåverkan från vår mat.

Idag är bara vart sjunde äpple som vi äter odlat i Sverige. Äppelodlingen i Sverige är liten och skulle kunna öka betydligt. Det vore bra både för klimatet och för att vi i Sverige använder mindre mängder

bekämpningsmedel än utomlands. Dessutom skulle transporterna kunna minskas ytterligare med mer lokal odling, och det vore bra för landskapsbilden om vi odlade mer äpplen.

Växthustomater inte längre klimatbovar

Har du hört talas om de klimatvidriga växthusodlade tomaterna? I verkligheten är det så att 68 procent av de svenska växthusen värms med förnybara bränslen. År 2009 blir det 80 procent. Sveriges största tomatodling värms med träflis. Så de svenska tomaterna är inga klimatbovar längre. Svensk tomatodling använder dessutom en bråkdel så mycket kemiska bekämpningsmedel som de tomater vi importerar. I spansk tomatodling är användningen av kemiska bekämpningsmedel närmare 150 gånger och i Nederländerna nästan åtta gånger så stor som i Sverige.

I Sverige används generellt mindre kemiska bekämpningsmedel i växtodlingen än utomlands. Den svenska elenergin produceras med liten mängd fossila bränslen vilket gör att den är klimatmässigt bättre än andra europeiska länders el. En annan fördel med svensk-odlad mat är att transporterna sammanlagt blir kortare än för importerade produkter. Det svenska jordbruket odlar inte heller samma växter år efter år och inte på stora ytor i landskapet. Bönderna och de betande djuren (kor och får) som sköter det svenska

landskapet blir allt färre ju mer vi köper av importerad mat. Sammantaget gör det att vi inte kan bortse från att svenska produkter är miljömässigt bättre än importerade.

Att välja ekologiskt producerad mat har flera miljöfördelar. Ekologisk mat framställs utan kemiska bekämpningsmedel, mineralgödsel och genetiskt modifierade organismer. Ekologisk odling tvingas därför att arbeta med de lokala naturresurserna på ett annat sätt än i konventionell odling. Man måste till exempel ha mer variationsrika växtföljder (olika växter år efter år för att få mindre risk för sjukdomar) och gärna kombinera djurhållning (för att få gödsel) med växtodlingen. Ekologiskt producerad mat ger därför oftast sammantaget mindre miljöpåverkan och bidrar till ett mer varierat landskap med större biologisk mångfald än konventionellt producerad mat.

Helhetssyn

Kanske har du hört att mattransporterna inte betyder så mycket? Inget kan vara mer fel, och samtidigt rätt – det beror på hur man tittar. Om vi tittar på en enskild produkt kan transporterna stå för en liten andel (få procent) av just den produktens utsläpp av växthusgaser. Men för oss som lever i samhället i stort har transporterna mycket stor klimatpåverkan.

Det beror på att de är så många, långa och ofta sker med lastbilar, personbilar och flyg. Transporter med tåg och båt är ur klimatsynpunkt bättre än med bil, lastbil och flyg. Våra matval är viktiga och betyder något i det stora hela.

Chips, godis, kakor och läsk är inte motiverat att äta för hälsans skull. Om vi minskar konsumtionen av dessa varor kan vi lättare för oss själva motivera mat som har relativt stor klimatpåverkan, till exempel flygtransporterade bönor eller exotiska frukter från ett avlägset land. Vi behöver komma ihåg att se vår mat i sammanhang med resten av vår konsumtion där exempelvis resvanor och olika prylar ingår. Vi behöver också komma ihåg att det är individen som väljer och gör avvägningar i sin konsumtion som helhet. Den som har en mindre bostad kan lättare unna sig någon mer relativt klimatsämre livsmedelsprodukt än den som flyger mycket och vädrar med elementen på. En flygresa till London ger till exempel lika mycket klimatpåverkan som nästan fem ton svenskodlade äpplen eller 210 kilo kyckling. Fundera över vad som är lätt att göra direkt och tänk efter vad som är viktigt för dig så att du kan göra avvägningar mellan olika saker.

Det finns många olika sorters mat som kan produceras på olika sätt, bland annat på grund av var i

världen råvarorna odlas, till exempel varierar klimatpåverkan för äpplen i olika länder. Hur mycket och vilka sorters bränslen, växtnäring och bekämpningsmedel som används spelar stor roll och hänger ihop med varandra. Man kan också odla på olika sätt inom en region, så det finns goda möjligheter att förbättra matproduktionen.

Kräv mindre pizzor

Vem förknippar den dasslocksstora pizzan på tallriken med klimatförändringar? Men så är det – den mest onödiga miljö- och klimatboven är inte det vi äter utan det vi inte äter upp! Vi vet att matspillet är stort från produktion till handel och i våra hushåll. I Sverige slänger vi så mycket som en femtedel av den mat vi köper hem, utom skal och ben.

Titta i kylen om det är något som behöver ätas upp för att inte bli dåligt innan du bestämmer vad du ska ha till middag. Töm förpackningarna ordentligt så minskar spillet och därmed klimatpåverkan från maten. Kräv mindre portioner på restaurangen. I butiken kan du hjälpa till att minska klimatpåverkan från maten genom att välja långa ”bäst före-datum” för det du ska äta om ett tag och korta ”bäst före-datum” för det du ska äta snart. När du väljer ett kortare datum hjälper du till att minska butikens svinn. Var också varsam med de färskvaror du inte

köper hem; lägg tillbaka dem försiktigt i exempelvis äppellådan så att de inte får onödiga skador som försämrar hållbarheten. Om du ratar de minsta portionsförpackningarna och istället köper exempelvis yoghurt i literförpackning gör du också en miljöinsats.

Det är bra för klimatet att äta så mycket som möjligt av maten så att spillet minskar. Det handlar om att även äta kokkött så att man äter upp hela djuret, att äta även stocken på broccolin och att inte kasta hela paprikan för att någon del är dålig. Vissa produkter riskerar större spill på grund av att de är särskilt känsliga för tryck och stötar, såsom bär och tropiska frukter, eller är särskilt känsliga i sig själva, som köttfärs. Det är därför bra för klimatet att välja att köpa känsliga produkter från närområdet. Det är också klimatsmart med mat som kan förvaras och transporteras i rumstemperatur för då slipper vi klimatpåverkan från kyl- och frysanläggningar.

Ät säsongsanpassat

Vi har vant oss vid att kunna välja likadan mat året runt, något som är dåligt för klimatet. Att äta säsongsanpassat efter den svenska odlingssäsongen är bra för miljön. På sommaren kan vi äta exempelvis rädisor, sallat, gurka, tomater, morötter, bär och rabarber. Svenska äpplen går att lagra långt in på nästa år, men det görs inte idag. Under vintern och våren kan

vi äta mer morot, palsternacka, rotselleri, kålrot, rödbeta, lök, äpplen och soltorkade frukter.

Om man vill ha importerade grönsaker på vintern är det klimatmässigt bättre med salladskål, lök och rotfrukter, på grund av att de har bra hållbarhet och mindre risk för spill under transporter och i hemmet. Det är klimatsmart att köpa färre importerade salladsgrönsaker (sallat, gurka, tomat) som transporteras i kylda lastbilar, har kort hållbarhet och riskerar stort spill. Det handlar inte om att sluta äta exempelvis bananer eller mango utan om att betrakta dessa mer som lyxvaror som man toppar sin konsumtion med.

Konsumenten kan göra mycket men inte allt

Förutom att välja mat som har mindre klimatpåverkan är flera av våra egna beteenden kring mat viktiga för att minska miljöpåverkan från vårt ätande. Vi vet att transporterna från affären kan ge mycket stora utsläpp av växthusgaser. Här är det viktigt att samordna matinköpen med andra ärenden. Slå flera flugor i en smäll. Bli både snäll mot miljön och få en snygg kropp genom att promenera och cykla mer när du handlar mat. När vi tillagar maten finns det flera knep som är bra för klimatet, till exempel att använda vattenkokare, att sätta lock på kastrullen och att värma upp ugnen bara när du ska laga mycket mat eller baka mycket bröd.

Miljömässigt vore det bra om vi åt så här

- Mera frukt och grönsaker, gärna svenska och större andel rotfrukter
- Färre bananer, vindruvor och citrusfrukter
- Mer svensk spannmål och potatis från närområdet
- Mera torkade baljbäxter, gärna svenskodlade
- Mer rapsolja som är odlad och förädlad i Sverige, och mindre palmolja och olivolja
- Mindre kött, men det kött vi äter bör i högre grad vara inhemskt producerat. Kyckling ger minst klimatpåverkan per kilo kött men betande djur har andra miljöfördelar. Nötköttet bör komma från kombinerad mjölk- och köttproduktion och ha producerats med inhemskt foder. Naturliga betesmarker är särskilt viktiga. Därför är det bra att äta nötkött och lammkött från djur som betat på sådana marker.

Men konsumenten kan inte förändra samhällets klimatpåverkan från hela matsektorn själv. Här måste konsumenter, företag och myndigheter samverka för att det ska bli lättare att ändra våra val och beteenden. Till exempel kan inte konsumenten skapa förutsättningar för att maten ska transporteras mer per tåg och mindre med lastbil och flyg. Samverkan behövs också för att få igång mer fruktodling i Sverige och för att äpplen ska lagras längre in på sommaren. Och tänk vad bra det vore om tidningarnas recept

vore säsongsanpassade och visade matlagning med lite spill.

Att äta klimatsmart handlar inte om att ha tråkigt och späka sig, utan om att äta mer av sådant som har liten miljöpåverkan och mindre av sådant som har stor miljöpåverkan. Det ska vara roligt med mat, men roligt kan vi ha med mindre miljöpåverkan!

Charlotte Lagerberg Fogelberg är agronomie doktor och forskare vid Centrum för uthålligt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet. Hon forskar bland annat om klimat- och miljöpåverkan av livsmedel, och hon har svarat för underlaget till Livsmedelsverkets arbete med miljöanpassade kostråd.

Lästips

- Charlotte Lagerberg Fogelberg. *På väg mot miljö - anpassade kostråd. Vetenskapligt underlag inför miljökonsekvensanalysen av Livsmedelsverkets kostråd.* Livsmedelsverket, Rapport 9-2008 (www.slv.se; sök på rapporter 2008).
- Jonas Nilsson. *Ekologisk produktion och miljökvalitetsmålen – en litteraturgenomgång.* Miljöinformation AB. Centrum för uthålligt lantbruk, Sveriges lantbruksuniversitet 2007 (www.cul.slu.se; sök under publikationer).

Värms jordklotet upp av fisken på din tallrik?

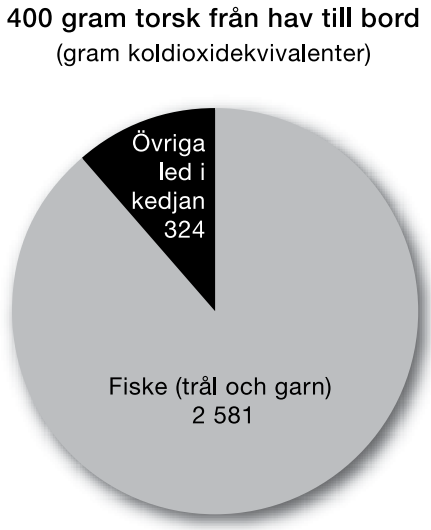
Från hav till bord – vilka delar av kedjan ger mest växthusgaser? Själva fisket eller odlingen är överlägset värst, utom när produkten transporteras med flyg, skriver Friederike Ziegler. Vid odling påverkar mängden och typen av foder till fisken. Vid fiske av vild fisk spelar beståndets tillstånd en avgörande roll, men även fiskemetoden och de kylmedel som används ombord. Viktiga faktorer när det gäller kedjan på land är valet av råvara, utbytet av produkter från råvaran samt transportsättet.

Foto: Noel Sevilla Castillo

Friederike Ziegler, SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB.

Klimatförändringarna påverkar ekosystemet i havet, allt ifrån minsta lilla plankton till blåvalar. Men det är inte det mitt avsnitt i boken ska handla om. Jag ska istället visa hur produktionen av fisk och skaldjur som livsmedel till oss människor bidrar till dessa klimatförändringar genom att leda till utsläpp av växthusgaser under kedjan från fiske eller vattenbruk och fram till en konsument. Med fiske menas då användningen av vilda bestånd av fisk och skaldjur i hav eller sjö. Med vattenbruk menas uppfödning (odling) av delvis samma arter.

Den del av kedjan som sker ”på land”, det vill säga efter fisket respektive odlingen, är lika för de två produktionsformerna. Man tillverkar frysta eller kylda produkter på en processanläggning, transporterar dem till en grossist och senare till en butik där konsumenten kommer och handlar dem. De lagras olika länge på de olika mellanstationerna och transporteras på olika sätt, bland annat beroende på om produkten är färsk eller fryst och var på jordklotet de olika stegen i livscykeln är lokaliserade. Det visar sig ofta att dessa senare steg har mindre betydelse för produktens totala bidrag av växthusgaser; det är fisket eller odlingen som står för det stora bidraget (figur 1).



Figur 1. Så här fördelar sig växthusgasutsläppen orsakade av ett 400 grams fiskblock – från hav till bord, det vill säga från fisket till konsumenten. Fisken i det här fallet är torsk fångad i Östersjön. (Hur kedjan ser ut i detalj efter själva fisket framgår av diagrammet på sidan 136.)

Odling av fisk kräver ofta fiske

Det kanske låter konstigt, men både för den vildfångade och för den odlade fisk vi konsumerar i stor mängd idag i Sverige är bränsleanvändningen i fisket den enskilt största delen av de totala växthusgasutsläppen från hav till bord. För att producera den odlade fisk vi äter mycket av idag, det vill säga rovfiskar som lax, torsk, regnbåge och hälleflundra, krävs nämligen att en betydande andel av fodret till

fisken (runt hälften) är av marint ursprung. Marint ursprung kan innebära att biprodukter (skinn, ben) från fiskberedningsindustrin används, men i mycket större utsträckning handlar det om fisk som fiskas upp för att bli foderfisk och sedan processas till fiskmjöl. Det handlar om bestånd världen över som i dagsläget inte är så populära som matfisk, som tobis och blåvitling i Nordsjön, strömming och skarpsill i Östersjön och anchoveta i Stilla havet. Men marint ursprung skulle också kunna innebära att man går ner i näringskedjan och använder sig av marina ryggradslösa djur som musslor eller djurplankton. Detta sker än så länge inte i stor skala, främst på grund av höga produktionskostnader, men de snabbt stigande kostnaderna för ”traditionellt” foder kan ändra på förutsättningarna.

För att producera 1 kilo lax går det i normalfallet åt runt 3 kilo vild fisk i fodret, och dessutom ungefär lika mycket jordbruksprodukter, exempelvis vete. Per kilo laxfilé blir det drygt 5 kilo vild fisk eftersom inälvor, skinn och ben försvinner vid beredningen. Flera miljöstudier har visat att foderproduktionen står för 80–90 procent av växthusgasutsläppen orsakade av odlade laxfiskar. Därför är förstås mängden foder som krävs per mängd fisk en central faktor. De flesta arter som odlas måste få foder, men inte alla! Filtrerande musslor tar sin näring från planktonorganismer i vattnet som strömmar genom odlingen.

Detta gör dem till den ultimata maten från havet med tanke på klimatpåverkan. Rätt dosering av foder är viktigt eftersom överdosering förutom onödig klimatpåverkan även leder till onödiga övergödningsproblem lokalt runt odlingen.

Animaliska foderkomponenter ger upphov till mer växthusgaser än vegetabiliska, och därför är det viktigt att minimera andelen animaliska ingredienser. Det finns fiskarter som kan odlas utan eller med låg andel animaliskt foder, men det är inte dem vi äter idag i stor skala i västvärlden. Om man minskar fiskdelen av fodret för mycket för lax minskar även innehållet av nyttiga omega-3-fettsyror. Mindre animaliskt foder betyder mer vegetabiliskt, alltså odling av vete, majs och soja. Omega-3-fettsyrorna från vild fisk kan till viss del ersättas av till exempel raps och linfrön. Denna övergång från marint foder till vegetabiliskt inom fiskodlingen ökar ytterligare konkurrensen med mat- och energiproduktion för människor på den globalt sett begränsade resursen odlingsbar mark.

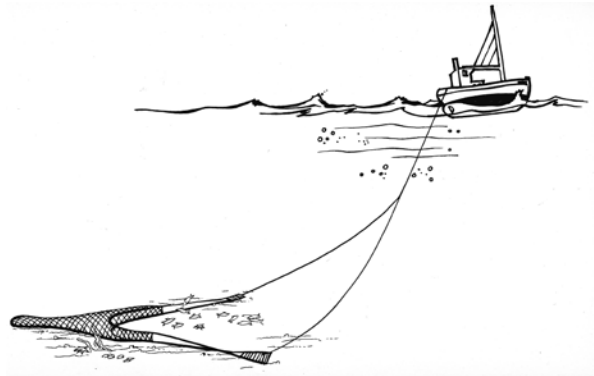
Bestånd och redskap

I modernt fiske används dieselolja för att komma från hamn till fiskeplats, för att dra fram fiskeredskapet i vissa fisken och ibland även för filetering och infrysning ombord. Ur klimatsynpunkt är dieseloljan den viktigaste insatsvaran. Hur mycket bränsle som går åt per kilo fisk som landas beror på många faktorer. En

mycket viktig faktor är beståndets kondition. Ett hårt överfiskat bestånd är svårt eller omöjligt att fiska på ett energieffektivt sätt; det visar flera exempel i litteraturen. Om man fiskar exakt samma art med exakt samma fiskemetod men på bestånd som befinner sig i olika skick så är fisket av de bestånd som är i bättre skick mer energieffektivt än fisket av de bestånd som är i sämre skick.

Den andra faktorn som är avgörande för ett fiskes energieffektivitet är fiskemetoden, det vill säga tekniken och redskapet som används för att hitta och fånga fisken. Till de mest energieffektiva fiskeredredskapen hör ringnoten eller snörpvaden, ett mycket storskaligt redskap som används för att fiska pelagiska arter, det vill säga arter som lever uppe i vattenmassan till skillnad från sådana som lever nära botten. Pelagiska arter i våra vatten är till exempel sill och makrill, i andra delar av världen till exempel laxfiskar i Stilla havet och tonfisk i alla världens hav. De här arterna bildar stim som gör det lättare både att hitta och fånga dem i stor mängd och med låg insats av bränsle, typiskt under 0,2 liter per kilo fisk som landas. I andra änden av skalan när det gäller fiskeredskap finns musselskrapor, bom- och bottentrålar (figur 2). Det är redskap som aktivt dras över, längs med eller i havsbotten i ett antal timmar. Inklusive trålbordet som håller öppningen öppen kan de väga

ett par ton. Dessutom fångas en del bottenmaterial som lera och sten som också bidrar till att mer kraft krävs för att dra det hela framåt, typiskt över 0,7 liter diesel per kilo fisk som landas. Mellan dessa två ytterligheter finns en rad av både små- och storskaliga sätt att fiska.



Figur 2. Trålar kan antingen dras uppe i vattenmassan för att fiska pelagiska arter som sill, eller som i det här fallet nära botten för att fiska bottenlevande arter som torsk, kolja, räkor eller kräftor.
Illustration: Jürgen Asp

Kylmedel på båtar – ur askan i elden?

Förutom beståndsläget och fiskemetoden finns ytterligare en aspekt på själva fiskebåten som ibland är mycket viktig ur klimatsynpunkt, nämligen kylmedelsutsläpp från kylrum, frysrum och isanläggningar. Det finns exempel där så mycket som 30

procent av växthusgasutsläppen av en produkt från hav till bord beror på kylmedelsutsläpp ombord på fiskebåten. Fiske och sjöfart är de enda verksamheterna som har dispens från det globala förbudet mot freoner. Freoner, särskilt R22, är fortfarande mycket vanliga ombord på fiskebåtar. Dessvärre har man också konstaterat att läckaget av kylmedel är betydligt högre från mobila anläggningar (båtar, lastbilar, tåg) jämfört med fasta (kyl- och fryslager på land). Dispensen för användning av freoner gäller till och med 2008. Senast vid årsskiftet 2008/09 ska alltså världens fiskeflotta antingen ha ställt om sina aggregat till andra kylmedel eller ha installerat helt nya kylaggregat.

Varför ta upp detta i en bok som handlar om klimatpåverkan? Freonerna har inte bara skadlig effekt på ozonlagret; de har också stor klimatpåverkan. R22 har mer än 1 800 gånger kraftigare växthuseffekt än koldioxid. Värre är att en del av de syntetiska kylmedel som ersätter freonerna visserligen inte har någon ozonnedbrytande effekt, men däremot högre klimatpåverkande effekt. R507 som är en vanlig ersättare till R22 är en nästan 5 000 gånger kraftigare växthusgas än koldioxid. Med tanke på att det läcker mycket från mobila anläggningar är ersättning med naturliga kylmedel, som till exempel ammoniak, koldioxid (ja, faktiskt!), butan och propan att föredra. Samtliga

dessa gaser har en klimatpåverkan som är lika stor eller lägre än den av koldioxid. Teknisk utveckling har gjort att man kommit förbi de säkerhetsproblem som tidigare var förknippade med dessa system.

Kedjan på land – råvara, energi och utbyte

I processanläggningen där fisken bereds är det allra viktigaste vilken råvara man använder, det vill säga hur beståndet som fiskades såg ut, vilken fiskemetod man använde och hur stort läckaget av kylmedel var. Dessutom har det betydelse hur mycket energi som används per mängd fisk som processas, och även vilken sorts energi som används. En stor del av den fisk vi äter i Sverige har beretts i Asien i länder som Kina och Thailand, eller i Afrika i till exempel Marocko. De här länderna har betydligt högre andel fossila bränslen i sin elproduktion än till exempel Sverige och Norge och ger därmed upphov till mer klimatpåverkan per megajoule el.

En kanske mer otippad aspekt av beredningen som är mycket viktig ur klimatsynpunkt är utbytet av produkter från fiskråvaran. Ett lägre utbyte innebär att mer måste fiskas för att få 1 kilo produkt till en butik eller konsument. Anta att man av 1 kilo rensad och huvudkapad torsk på den ena fabriken får ut 0,7 kilo produkter (filé av olika kvalitet och fiskfärs) och på den andra 0,6 kilo produkter. Om man i dessa

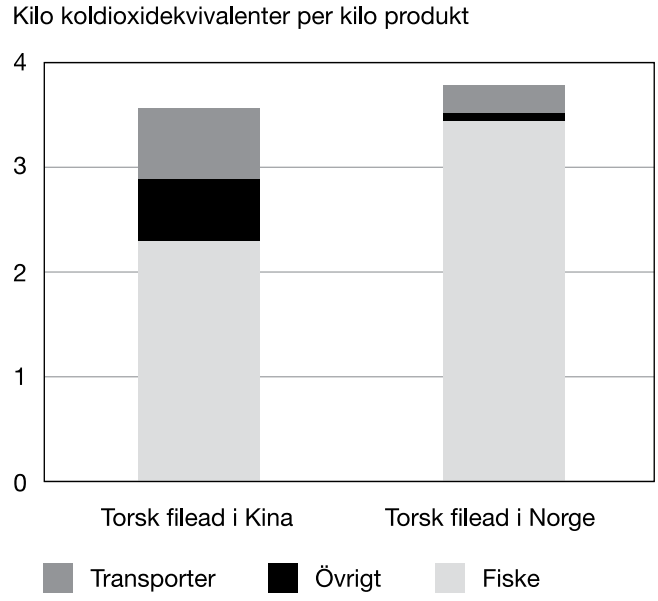
båda fall ska producera 1 kilo produkter till en marknad krävs i det ena fallet (med 70 procent utbyte) 1,4 kilo torskråvara in i fabriken, i det andra fallet (med 60 procent utbyte) 1,7 kilo råvara, en skillnad på 17 procent. På grund av fiskets stora betydelse i förhållande till senare led har den här aspekten betydligt större betydelse ur klimatsynpunkt än beredningsanläggningens användning av energi och kylmedel.

Utbytet betyder mer än transporten

Det här ställer till det för den som av energi- och klimatskäl är kritisk mot beredning av fisk utomlands. Där sker ofta fileteringen för hand med högre utbyte jämfört med maskinell filetering eller skalning, som är den teknik som används för beredning av fisk och skaldjur i Skandinavien. Flera forskare har visat att det 10–20 procent högre utbytet vid filetering för hand tar ut den långväga transportens energiåtgång och utsläpp av växthusgaser. Detta trots att man inkluderar den extra energi det drar att hålla råvaran och produkterna frysta eller kylda under transporten dit och tillbaka.

Figur 3 visar ett exempel där torsk fiskas i Norge i ett relativt energisnålt fiske och sedan antingen fileas maskinellt i Norge eller för hand i Kina. Kontentan är att de två kedjorna blir ungefär lika med avseende

på växthusgasutsläpp. Vid beredningen i Norge har fisket en större andel av de totala utsläppen på grund av det lägre utbytet. Vid beredningen i Kina har fisket en lägre andel på grund av det högre utbytet, medan transporten är en större del av helheten. Transporten till och från Kina sker med båt, transporten från Norge i stor utsträckning med lastbil. Därför blir



Figur 3. Växthusgasutsläpp från torsk som fångas i Norge, fileas i Norge eller Kina, och sedan äts i Sverige. "Övrigt" betyder filetering, förpackning och infrysning.

skillnaden mellan de två transporterna mindre än vad man skulle förvänta sig med tanke på skillnaden i avstånd. Om fisket hade varit mer energiintensivt hade fördelen med att filea med högt utbyte varit ännu större. Optimalt hade förstås varit att hoppa över transporten och filea fisken eller skala räkorna med högt utbyte nära fisket och konsumenten!

Ineffektiva transporter av färsk fisk

Hittills har det handlat om effektiva transporter av fryst fisk och kylda fiskprodukter. Mycket fisk transporteras också färsk. Inom landets gränser innebär det i lådor på is, ett sätt att transportera som gör att ingen samtransport med andra livsmedel kan ske på grund av risk för lukt och smältvatten. Regionala transporter med fiskbilar med låg lastgrad är inte särskilt effektiva. Klimatpåverkan av en sådan transport mellan Göteborg och Borås (5 mil) motsvarar en transport av samma mängd fisk fryst på ett fraktfartyg från södra Afrika till Sverige (1 000 mil).

Fisk är dessutom ett av de mest globaliserade livsmedlen. Vi importerar färsk fisk till Sverige från söderhavsöar, och det finns inget annat sätt att göra detta än med flyg om inte fisken ska bli dålig. Produktionskedjor där flygtransporter är inblandade är de enda exempel där transporten ger mer växthusgaser per ton än själva fisket eller fiskodlingen.

Slutsatsen så här långt är att det är viktigare *hur* än *var* fisken har fångats eller odlats, där hur innebär fiskemetod och det fiskade beståndets tillstånd. Detta gäller när fisken transporteras på annat sätt än med flyg. Flygtransporter sägs ofta vara en ödesfråga för u-länder som exporterar färska varor. När det gäller fisk kanske framtidens melodi för u-länder istället är att satsa på de hantverksfisken som fortfarande används i stor omfattning för att producera (frysta) exportprodukter. Med hantverksfisken menar jag lokala fisken där man ror eller seglar ut med små båtar eller kanoter och landar fångsten dagligen. Dessa fisken kan vara helt oberoende av fossila bränslen, och så länge kedjan på land planeras på ett klimatvänligt sätt har sådana produkter stor potential som bra klimatalternativ på svenska middagsbord, trots att de kanske fiskats på andra sidan jordklotet.

Klimatmärkning och miljöanpassade kostråd

Det viktigaste för fiskköpare på alla nivåer, från fiskprocessanläggningen och stormarknaden ner till den enskilda konsumenten, är att ställa krav bakåt i kedjan och köpa rätt slags fisk: den som har fiskats, beretts, förpackats och transporterats med låga växthusgasutsläpp. När det gäller fisk och skaldjur går låg klimatpåverkan lyckligtvis hand i hand med andra miljömål. Man behöver alltså inte vara orolig att om man väljer fisk och skaldjur som har låg

klimatpåverkan så leder det till mer av andra typer av miljöpåverkan.

Det tas en hel del positiva steg åt rätt håll för att hjälpa konsumenter att välja uthålligt producerade fisk- och skaldjursprodukter. Exempel på det är miljömärkning av fisk och skaldjur genom KRAV och MSC (Marine Stewardship Council), samt information genom konsumentguider som Världsnaturfondens ”Fisk till middag?”. De fokuserar samtliga på den biologiska uthålligheten hos fisket och inkluderar i dagsläget inte klimataspekten, men beståndets situation betyder som vi sett mycket för klimatpåverkan av fisket.

KRAV och Svenskt Sigill har i ett samarbete sedan 2007 arbetat med att ta fram regler för en tilläggsmärkning kring klimat. Man kommer inte att skriva en siffra på produkten utan märket visar att produkten uppfyller vissa regler inom sin produktgrupp, liknande den KRAV-märkning som finns idag. När dessa regler väl tas i bruk kommer det att bli enklare för konsumenten att välja fisk och skaldjur med låg klimatpåverkan. Exempel på bra klimatval är odlade musslor och vildfångad hoki, sill, makrill, sej och Alaska pollock.

Livsmedelsverket har en mer övergripande roll, och rekommenderar hur kosten ska vara sammansatt.

Rekommendationen till oss svenskar är att äta fisk 2–3 gånger per vecka på grund av dess goda hälsoeffekter. Livsmedelsverket arbetar under 2008 med att miljöanpassa sina kostråd, och kommer alltså i fortsättningen att ge rekommendationer om sammansättningen av kosten ur både hälso- och miljöperspektiv.

Fiskbranschen borde hänga med i utvecklingen

Utbudet är ett större problem än efterfrågan när det gäller fisk och skaldjur med tanke på miljöpåverkan. Fiskeriförvaltningen borde läggas upp på ett sätt som gör att fisket sker på ett långsiktigt uthålligt sätt och med minsta möjliga miljöbelastning. Fisket och fiskbranschen måste inse betydelsen av att följa med i utvecklingen på miljö- och klimatområdet inte minst för sin egen framtids skull, och börja arbeta helhjärtat med de här frågorna för att kunna leverera inte bara goda, nyttiga och säkra utan också miljöeffektiva fisk- och skaldjursprodukter till morgondagens konsumenter.

Friederike Ziegler är filosofie doktor och arbetar på SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB med forskning och uppdrag inom området miljöpåverkan av fisk och skaldjur från hav till bord.

Lästips:

- Friederike Ziegler. *På väg mot miljöanpassade kostråd, Delrapport fisk, Vetenskapligt underlag för miljökonsekvensanalysen av Livsmedelsverkets kostråd* (www.slv.se; sök på rapporter 2008).

Välfyllda lastrum ger klimateffektiva transporter

Det finns många förutfattade meningar när det gäller mattransporter. En vanlig åsikt är att många och långa mattransporter är onödiga och påverkar klimatet mycket negativt. Bristande insikt om hur dagens samhälle fungerar är ofta en grund för sådana åsikter, skriver Gunilla Jönson. Lokal produktion är oftast inte bättre ur klimatsynpunkt än storskalig produktion. Nyckeln till effektiva transporter är välfyllda lastutrymmen och väl anpassade förpackningar. Förpackningar minskar spillet och effektiviserar transporterna.

Gunilla Jönson, Institutionen för Designvetenskaper, Lunds universitet.

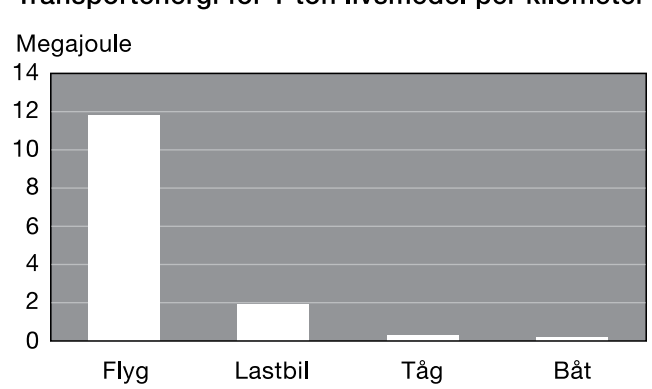
Vi har idag ett samhälle som ser helt annorlunda ut än det som fanns för bara en generation sedan. De flesta människorna har flyttat till städerna. Det gäller både Västeuropa och alla andra delar av världen. Utvecklingen fortsätter dessutom eftersom storstäderna attraherar den moderna människan samtidigt som arbetsmöjligheterna finns där. Prognoser pekar på att 70 procent av jordens befolkning kommer att bo i städer i mitten av århundradet.

Det här innebär att produktionen av livsmedel sker till stor del på annat håll än där de konsumeras. Vi har med andra ord ett samhälle som fordrar transporter för att livsmedlen ska nå de människor som behöver dem.

Mattransporter mer eller mindre effektiva

Hur nödvändiga transporterna än är kan deras klimatpåverkan naturligtvis påverkas beroende på valet av transportmedel. I figur 1 jämförs olika transportmedel när det gäller den energi som fordras för att transportera 1 ton livsmedel 1 kilometer. Båt och tåg är mest energieffektivt, och flyget drar mest energi. Det är naturligtvis viktigt att välja det transportmedel som använder minst energi vid varje tillfälle.

Flygtransporter förekommer huvudsakligen när färska livsmedel transporteras långa distanser, till exempel

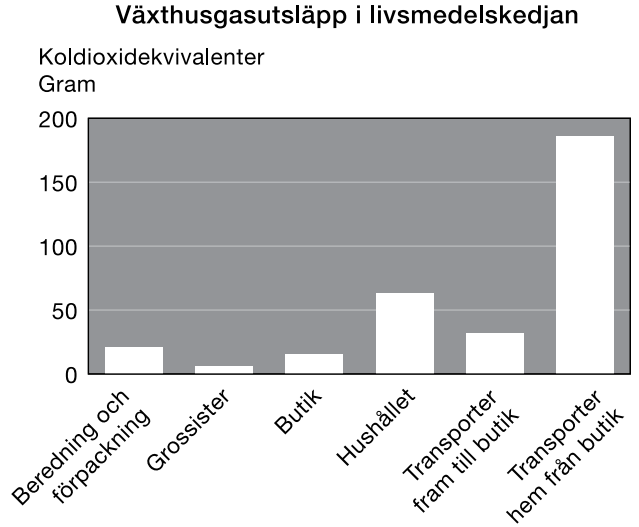


Figur 1. För att transportera 1 ton livsmedel 1 kilometer går det åt minst energi om transporten sker med tåg eller båt. Flyget använder mest energi och ger därmed mest utsläpp av växthusgaser. (Källa: B Järrehult, SCA Hygiene och Lunds tekniska högskola, 2008)

frukt och grönsaker som snabbt behöver nå butiken för att behålla kvaliteten. Då är det oftast fråga om specialtransporter där transportvolymen är mycket väl utnyttjad. Båttransporter tar ofta lång tid och fordrar speciallagring av livsmedlen för att bibehålla sin kvalitet. För lokal produktion är lastbil och möjligen tåg de transportmedel som används. I samband med lokala transporter är det precis lika viktigt som vid långa transporter att utnyttja de tillgängliga transportvolymerna väl. Det gäller för både stora och små livsmedelsproducenter. Dessutom är det viktigt att konsumenterna tänker igenom hur de transporterar

sina livsmedel mellan butiken och hemmet och planerar resorna väl. Det gäller även resorna till gårdsbutiken för inköp av lokalt producerade produkter.

I figur 2 visas hur utsläpp av växthusgaser från ett djupfryst fiskblock fördelas mellan de olika leden i livsmedelskedjan, utom själva fisket som inte finns med i den här figuren. Transporter som görs mellan



Figur 2. Växthusgasutsläpp för ett 400 grams fiskblock. Bilden visar hur utsläppen fördelar sig i kedjan efter själva fisket. Storleken på fiskets utsläpp jämfört med de delar av kedjan som visas här framgår av figur 1 på sidan 119. (Källa: Friederike Ziegler med flera, 2003)

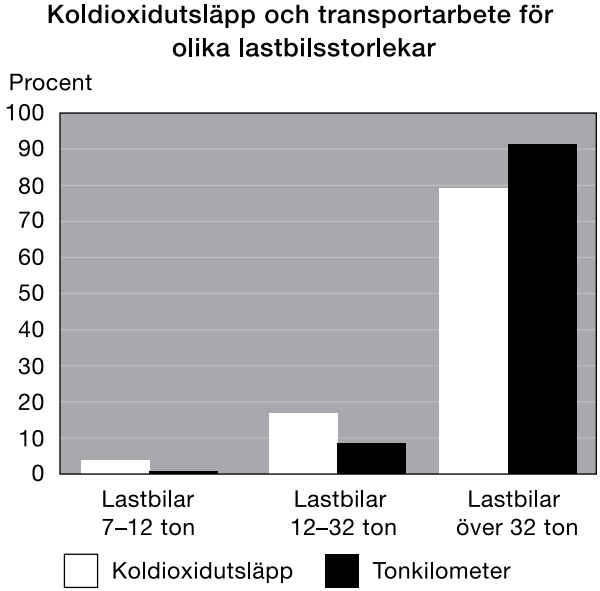
butiken och hemmet ger ofta, precis som i det här fallet, det absolut största bidraget av växthusgaser eftersom de inte är lika väl planerade som transporterna fram till butiken. Konsumenten anpassar inte sina inköp så att transporten blir effektiv utan handlar vad som behövs hemma utan att reflektera över hur tranporten genomförs, och det är sällan effektivt.

Är lokal produktion mer transporteffektivt?

Lokal produktion kan vara mycket positiv för samhället och individerna. Men även lokalt producerad mat behöver transporteras på ett eller annat sätt. Storleken på den produktion som erbjuds på ett produktionsställe har då mycket stor inverkan på om lokal produktion är bra ur ett klimatperspektiv eller inte.

Om produktionen är stor kan transporterna planeras på motsvarande sätt som de stora producenterna gör, det vill säga så att produkterna får förpackningar som skyddar dem samtidigt som lastvolymerna i lastbilarna utnyttjas. Det medför låg energiåtgång för varje enskild förpackning eller produktenhet. Men om produktionen är begränsad har ofta den lokala producenten inte möjlighet att ta fram förpackningar som passar till de transporter som används och inte heller möjlighet att använda anpassade transportmedel. En liten producent har sällan tillräckligt med

produkter att leverera för att en lastbil ska få full last, vilket är förutsättningen för att energianvändningen ska bli effektiv. Figur 3 visar att små lastbilar släpper ut mera koldioxid än stora lastbilar i förhållande till det transportarbete som utförs, och att köra några lådor med livsmedel i egen bil är inte energieffektivt.



Figur 3. Koldioxidutsläpp och transportarbete för olika lastbilsstorlekar i Sverige. Lastbilar som lastar 32 ton eller mer dominerar, medan små lastbilar utgör en liten del. Små lastbilar släpper ut mer koldioxid för varje ton gods de transporterar än de stora lastbilarna gör. (Källa: Fredrik Hedenus, Klimatneutrala transporter på väg – en vetenskaplig förstudie, Vägverket 2007:11)

Det är alltså viktigt att många små lokala producenter samordnar sina leveranser för att de ska kunna ta klimathänsyn och minimera transporternas klimatpåverkan. Annars kan fördelarna med lokal produktion ur ett transportperspektiv vändas till en nackdel. Oberoende av om konsumenten kommer till produktionsstället och handlar eller producenten levererar sina produkter till konsumtionsstället så kan man generellt säga att hur transportarbetet utförs mellan den lokala producenten och konsumenten har avgörande betydelse för om lokal produktion är bättre än den som de stora livsmedelsproducenterna utför, sett ur ett klimatperspektiv.

Förpackningar minskar spill och effektiviserar transporter

Synsättet att förpackningar och transporter är ett nödvändigt ont och stora miljöbelastare kommer på skam när man inser att varor *måste* förflyttas från produktionen för att nå konsumenten. Förpackningar bidrar i verkligheten till ett uthålligt samhälle genom att göra säker mat tillgänglig för fler människor, samtidigt som det som produceras inte går förlorat. En undersökning som gjorts av Global Food Packaging Survey fastslår att konsumenten är relativt ovillig att avstå från förpackningar som syftar till att hålla varorna hygieniska, rena och orörda av andra eller för att förlänga deras hållbarhet. Samtidigt är nästan hälften

av världens konsumenter beredda att avstå från förpackningar som syftar till att göra varorna enklare att transportera hem och lagra i hemmets kyl och skafferi. De här två åsikterna går inte ihop. Svaren visar på bristande insikt om förpackningarnas funktion. Om en förpackning ska ge livsmedel förväntad hygien och hållbarhet samt skydda produkten under transport så behövs förpackningen i hela kedjan från produktion till konsumtion för att ge bästa möjliga hållbarhet samtidigt som spill undviks.

Borttagning av livsmedelsförpackningar, till exempel redan i butiken, kommer i många fall att medföra att produkterna påverkas så att deras hållbarhet minskar eftersom hanterings-, transport- och lagringsförutsättningarna förändras. Därmed ökar risken för att maten får slängas bort och bli till spill. Dessutom ska förpackningen ge konsumenterna den information han eller hon behöver om ursprung, innehåll, ingredienser och packningsdatum, en information som lätt försvinner om förpackningen inte finns tillgänglig.

Man kan därför säga att det pågår en osaklig debatt runt förpackningar och livsmedelsdistribution. Verkligheten är att förpackningen möjliggör dagens livsstil i staden och skapar möjligheter för ett utbud av produkter som inte funnits för tidigare generationer.

Förpackningen har också möjliggjort för familjer av olika storlek att välja rätt mängd livsmedel och på det sättet minska spillet i hushållen. Rätt utformad sparar alltså förpackningen resurser genom att skydda produkten. Om förpackningen dessutom anpassas till den hantering och transport som sker så kan distributionen göras effektiv genom att man kan fylla lastutrymmet så att minimal transportkapacitet krävs för att flytta produkter från produktion till konsumtion.

Förpackningar behöver vi alltså. Det är inte förpackningen eller transporterna som i första hand borde bekymra konsumenterna ur ett klimatperspektiv. Istället är det spillet i distributionen mellan produktion, beredning och konsumtion som är problemet. Ju närmare konsumtionstillfället spillet inträffar, desto mer resursslöseri handlar det om eftersom det har använts resurser för att producera de livsmedel som senare slutar som spill eller avfall. Tyvärr saknas det säkra siffror på vilka gigantiska värden som förstörs genom brister i lagring, hantering, packning och transport. Men beräkningar har gjorts som visar att bara i Europa förstörs frukt och grönt för 90 miljarder svenska kronor varje år under transport från producent till butik. Den vanligaste orsaken är otillfredsställande förpackningar; produkterna skyddas inte under lagring och transport.

I utvecklingsländerna räknar man med att endast 50 procent av de livsmedel som produceras når konsumenterna. Som resultat av detta lever 300 miljoner av världens barn med konstant hunger. Ofta tas inte råvarorna omhand och lagras på ett bra sätt. Därför förstörs de lätt av ohyra och skadedjur som råttor. I lagerutrymmena går det ofta inte att styra temperatur och luftfuktighet. Det leder till att livsmedlen lagras vid för hög temperatur som direkt påverkar hållbarheten. Distributionen mellan produktion och konsumtion fungerar inte heller väl. Om man i utvecklingsländerna tog hand om och distribuerade livsmedel på ett sätt som uppfyller västeuropeiska krav skulle mycket färre barn behöva svälta. Det är definitivt bekymmersamt att vi idag inte har förpackningar som skyddar produkterna under lagring och transport så att så stora mängder livsmedel förloras i en värld som behöver allt vi producerar. Spill på grund av människors sätt att använda livsmedel är en helt annan fråga.

Helhetsperspektivet saknas ofta

Tyvärr arbetar de flesta organisationer och individer sällan med perspektiv på helheten. Därför kännetecknas livsmedelstransporterna av många suboptimeringar. Livsmedelsproducenten konstruerar en förpackning som fungerar bra för den egna produkten i den egna produktionen och dessutom bra vid exponering i butiken. Transportören hämtar produkterna

på producentens lastbrygga och väljer det för honom bästa transportsättet. Vid ankomsten till butiken tar ny personal över hanteringen av varorna och anpassar hanteringen till sina egna intressen. I slutsteget väljer sedan konsumenten en transport som stämmer med hans eller hennes värderingar eller intressen.

En lösning på mattransporternas inverkan på klimatet sägs ibland vara ”slow movement”, det vill säga längre transporttider som svar på ”just in time”-transporter. Eftersom det inom handeln oftast handlar om optimala transportlösningar mellan producent och lager samt mellan lager och butik så har ”slow movements” snarare negativ påverkan på klimatet genom att långa transporttider medför krav på avancerade förpackningar och ofta speciella krav på temperatur i lastutrymmen under transporten för att ge samma hållbarhet för konsumenten som när leveranstiderna är korta.

E-handel en bra modell

En lösning på konsumenternas mattransporter och deras klimatpåverkan kan istället vara nya modeller för direktdistribution av livsmedel till konsumenterna, till exempel e-handel där maten kan levereras till konsumentens arbetsplats eller hem (figur 4). Naturvårdsverket har visat att samordnade inköp och leveranser till hushållen kan minska miljöpåverkan.

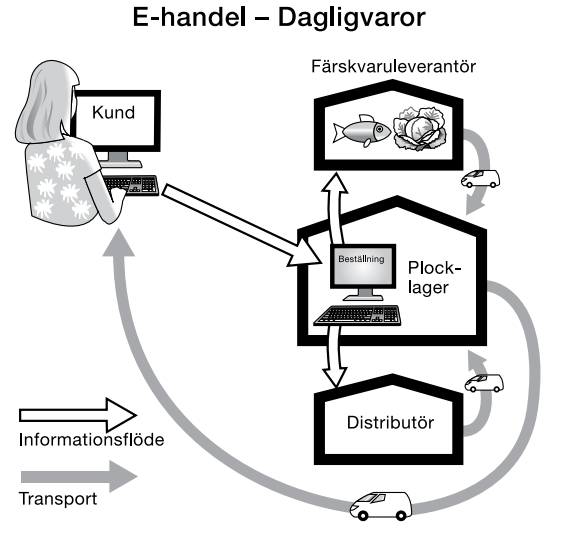
Tabell 1. Förändring i energianvändning vid e-handel inom dagligvaruhandeln.

Andel e-handel	Förändring i energianvändning om leveranssträckan från dagligvaruleverantören är totalt …	
	50 km	90 km
10 procent	-7 procent	-5 procent
25 procent	-18 procent	-13 procent
50 procent	-36 procent	-26 procent

(Källa: Wallin med flera, Lunds tekniska högskola, 1999)

Kunden beställer sina varor på Internet och leverantören meddelar när leveransen kommer så att inga produkter blir stående i värme eller kyla så att matens kvalitet spolieras. I tabell 1 visas ett exempel på den minskning i energianvändning man skulle kunna åstadkomma om andelen e-handel ökade inom dagligvaruhandeln. Ökad e-handel skulle kunna minska energiåtgången rätt ordentligt mellan butik och hem.

Det finns miljövinster att göra om lokala producenter har möjlighet att samverka vid sina leveranser så att de bilar som används utnyttjas fullt ut, och om transportören med hjälp av olika IT-hjälpmedel kan räkna fram kortast möjliga transport för leverans till kunderna. E-handel kan alltså spara miljön och minska transporterna genom att konsumentens resor till och från butiken minskar. Frågan är bara om konsumenterna är beredda att avstå från att se de produkter de handlar.



Figur 4. Effektiv e-handel skulle kunna minska transporterna mellan butik och hem. För att det ska fungera måste informationsflödet fungera väl så att leverantörerna kan samverka kring transporterna.

Transporternas klimatpåverkan kan minska

Det finns alltså möjlighet att minska livsmedelstransporternas klimatpåverkan:

- Bättre förpackningslösningar som ger högre fyllnadsgrad under alla transporter, både för långa och lokala transporter.
- Ökat samarbete mellan olika producenter när det gäller transporter. Livsmedel utan speciella krav eller livsmedel med samma temperaturkrav kan lastas i samma transportmedel.

- Mer e-handel.
- Bättre utnyttjande av modern informationsteknik för nya transportlösningar som minskar konsumenternas transportbehov.

Hur vi producerar, lagrar, hanterar, transporterar och använder den mat som produceras har avgörande inverkan på människors livsbetingelser och för klimatpåverkan. Vi måste se helheten och inte acceptera suboptimeringar som leder till större miljöbelastning än nödvändigt.

Gunilla Jönson är professor i förpackningslogistik på Institutionen för Designvetenskaper, Lunds universitet. Forskningen bidrar till uppbyggnaden av ett uthålligt samhälle genom att integrera produkt- och förpackningsutveckling samt distribution i ekonomiska, tekniska och miljömässiga livscykelperspektiv.

Mat i soptunnan – vem täljer trägubbar för att elda upp dem?

Varför slänger vi mat, och vad kan vi göra åt det? Gårdagens snåla husmor kan bli morgondagens klimathjälte. Att minska matspillet är ett effektivt sätt att minska klimatpåverkan av maten. Men det är inte bara i hushållen som det uppstår spill. Alla led i kedjan över industrin till handeln har samma problem. Ökat samarbete är en nyckel till framgång, skriver Karin Östergren och Ulf Sonesson. Det spill som ändå uppstår måste användas på bästa sätt, till exempel som djurfoder eller för att rötas till biogas.

Karin Östergren, SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB.

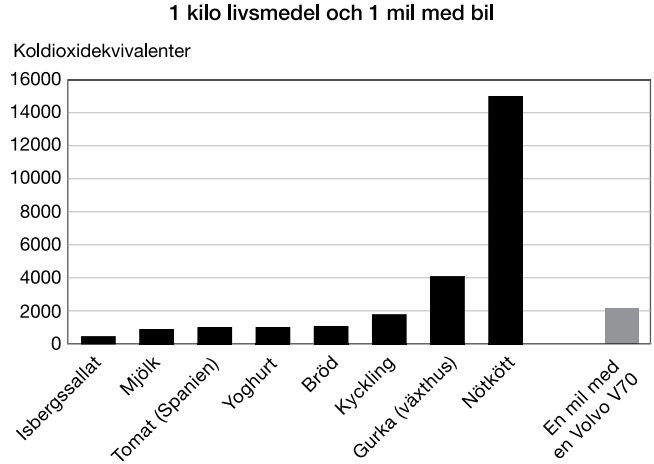
Ulf Sonesson, SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB.

Det borde ju vara så uppenbart – att odla och producera mat som sedan slängs är inte smart. Samtidigt tar vi ju vara på vårt avfall på ett hyfsat sätt genom att ta tillvara mycket av den energi och delar av den växtnäring som finns i avfallet. En inte obetydlig del av livsmedelsindustrins avfall används också som djurfoder. Så varför är spill ett problem?

Tänk tanken att man odlar, transporterar och förädlar mat och att sedan 30 procent blir avfall längs vägen, en inte alls ovanlig siffra i våra livsmedelskedjor. Om man kunde få ner siffran till 10 procent så skulle man behöva mindre jordbruksråvara, alltså mindre odling, transporter och industriell förädling med allt vad det innebär i form av minskad klimatpåverkan och minskade kostnader genom minskat behov av till exempel handelsgödsel, transporter och energi. Visserligen får man mindre ”råvara” i form av avfall till foder och rötning, men samtidigt får man mark över som kan användas för specialiserad foderodling eller odling av energigrödor; det är effektivare att odla dessa saker direkt än att gå omvägen via matavfall. Ingen lägger sin energi och kraft på att tälja vackra träfigurer av vedträna innan man eldar upp dem i sin kamin, eller hur?

Med tanke på att vi konsumerar cirka 800 kilo livsmedel per person och år och att 10–50 procent av

råvaran blir till avfall i olika led så inser vi att det finns mycket att göra. Det handlar om att hantera i storleksordningen 2 miljoner ton livsmedelsavfall i Sverige. För att få perspektiv på siffrorna – produktionen av 1 kilo bröd orsakar lika mycket klimatpåverkande utsläpp som förbränning av en halv liter bensin, och 1 kilo nötkött orsakar utsläpp som motsvarar 6–10 liter bensin. Om allt avfall vore bröd så skulle produktionen av avfallet orsaka lika mycket växthusgasutsläpp som 300 000 varv runt jorden med en Volvo V70.



Mängd koldioxidekvivalenter som släpps ut vid produktion och distribution av 1 kilo av olika livsmedel. Som jämförelse visas utsläppen från körning 1 mil med en vanlig bil. Gurkan är odlad i ett växthus som värms med fossila bränslen.

Matspill en viktig klimatfråga

Storleksordningen på spillet från jord till bord talar för att detta är en viktig fråga i debatten om matens klimatpåverkan. Men vi kan inte bara titta på produktionens direkta påverkan, utan måste titta på hela systemets från produktion till konsumtion. Vi ska få i oss den mat vi behöver och vill ha på ett så klimateffektivt sätt som möjligt, och då är spillet en viktig pusselbit.

Spillet i förädlingssteget och i hushållet handlar oftast om att vi förlorar fullvärdig råvara eller färdig produkt. Det finns få säkra källor på hur stort detta spill är, och det är ett område där variationerna mellan produkter och länder är mycket stor. Vår övertygelse är att frågan om spill i livsmedelskedjan bäst angrips i ett helhetsperspektiv, alltså genom att ta hänsyn till spill i alla led i samma analys: lager, transporter och industriproduktion. Först då kan man hitta de optimala lösningarna. Det finns givetvis möjligheter att göra insatser i alla led i livsmedelskedjan, men för att undvika misstag måste man förstå hur de egna åtgärderna påverkar andra i kedjan. Vi ska försöka reda ut hur det ser ut och vad som skulle kunna göras av de olika länkarna eller aktörerna, och också resonera om hur ett ”livsmedelskedjetänk” kan se ut.

Industrin

Våra livsmedelsråvaror förädlas på olika sätt. Mjölken värmebehandlas och homogeniseras, och fetthalten justeras. Den vidareförädlas också till exempelvis ost, smör och yoghurt. Grönsaker rensas och förpackas. Säden mals och bakas till bröd. Kött styckas och en del av det förädlas till korv och pastejer. I ett andra steg tillverkas sedan kanske olika kylda eller frysta färdigrätter.

Vi konsumenter vill kunna välja och vraka mellan allt det goda. I takt med att vi har fått det bättre ställt har utbudet av olika sorters livsmedel ökat, dessutom i allt snabbare takt. Eftersom många livsmedel har begränsad hållbarhet klarar de inte lagring utan måste tillverkas ofta för hinna till konsumenten innan de blir dåliga. När man byter produktsort i en livsmedelsfabrik blir det ofta lite produkt kvar i systemet som inte kan tas omhand och som blir foder, avfall eller avlopp vid rengöringen av utrustningen. Spill uppkommer också då man byter produkt därför att man ska vara säker på att inte blanda olika produkter – förutom smakmässigt är det viktigt eftersom det kan leda till att människor drabbas av allergier från ingredienser som inte ska finnas i den rena produkten. Spill uppkommer också då grönsaker rensas och kött benas ur. Hur mycket spill som uppkommer i förädlingssteget varierar förstås både beroende på

produkt och på hur ofta man byter produkt. Några exempel på genomsnittliga värden hämtade från industrin är: tillverkning av korv cirka 3 procent, tillverkning av yoghurt cirka 5 procent, och rensning av kål cirka 15 procent.

Med god planering av produktionen och genom att aktivt arbeta med metoder för att minska spillet kan industrin komma en bra bit på väg. Man kan använda mätinstrument som känner av när en ny produkt kommer i ett rör och på så sätt minska mängden blandfas vid produktbyten. Genom att mäta och styra effektivt får man en jämn och bra produktkvalitet och i många fall mindre störningar vid tillverkningen som i sin tur också ger minskat spill, både i produktionen och i lager. Det finns i många fall enkla, smarta lösningar att minska spillet för den som ser över tillverkningen.

En annan del för att minimera spillet handlar om att ta tillvara eller återanvända de rester som uppkommer i livsmedelsindustrin och som håller livsmedelskvalitet. Det kan handla om att ta tillvara det kött som sitter kvar på benet efter det att de fina köttbitarna skurits ut, att ta tillvara det som blir över när olika grönsaker har ansats till rätt form, till exempel minimorötter, eller att koncentrera den mjölk som blivit utspädd med vatten när man ”puttar ut det sista”

ur rören så att den kan användas till exempel som proteinkälla i andra mejeriprodukter. Många gånger kan detta spill vidareförädlas till andra produkter. Pressat kött rynkar många på näsan åt, men det är ett alldeles utmärkt sätt att ta vara på det köttspill som blir vid styckning av kött!

I förädlingssteget går faktiskt miljö och ekonomi hand i hand – man ska inte slänga något som går att sälja! Industrin har också stora möjligheter att påverka spillet i konsumentledet, till exempel genom att välja förpackningar som ger bra skydd och ökad hållbarhet för sina produkter, och som går att återförsluta och tömma fullständigt. Att förpacka i lagom stora förpackningar är en annan möjlighet för industrin att påverka spillet längre fram i kedjan – för stora förpackningar leder till att hushållen slänger livsmedel helt i onödan.

Spillet vid lagerhållning är som regel litet, men ju snabbare omsättningen är i lagret, desto mer tid av varans livslängd finns kvar för affären och konsumenten – risken att varan blir för gammal innan den har förbrukats minskar. Här finns med andra ord ett motsatsförhållande – ju mer man tillverkar åt gången, desto mindre blir spillet, men desto större är risken att produkten står för länge i lagret och inte når konsumenten innan den passerat bäst före-datum.

Här krävs finurliga lösningar när det gäller informationsflöde så att behovet av lager kan minskas.

Handeln

Livsmedelshandeln hanterar stora volymer mat med ganska kort hållbarhet varje dag. Utmaningen är att ”alltid ha allt i hyllan”. Dagens konsumenter förväntar sig att alltid hitta allt; man accepterar inte att något är slut. Naturligtvis ger detta en svår ekvation; många produkter med kort hållbarhet och relativt ojämn efterfrågan leder till spill. Frukt och grönt är den produktgrupp där svinnet är störst. Det är känsliga produkter där dessutom utseendet är viktigt för konsumentens val. Dessutom är förvaringen i butiken kritisk för kvaliteten. De olika frukterna och grönsakerna har olika krav på temperatur och fuktighet; dessutom påverkar de varandra med naturliga ämnen som vissa frukter släpper ifrån sig när de mognar. Mjukt bröd är en annan utsatt produkt. Om det finns ett bröd som är bakat idag väljs det hellre än ett som bakades igår. Sammantaget kan man säga att det är färskvaror som slängs i butikerna, medan varor med lång hållbarhet som pasta, konserver och läsk blir spill i princip bara när förpackningarna går sönder.

Handeln har möjligheter att minska spillet genom att bli bättre på att förutsäga efterfrågan genom ökad förståelse för hur konsumenter agerar, riktad reklam

eller tekniska metoder (mer om dessa nedan). För övrigt handlar det om att hantera maten rätt, att hålla kylkedjan obruten och hantera ömtåliga frukter och grönsaker varsamt.

En företeelse som ger upphov till en hel del svinn är priskampanjer på färskvaror. Vid en kampanj körs ofta stora mängder av en produkt fram, och eftersom konsumenternas behov av en vara egentligen inte ökar så innebär det att motsvarande produkter från andra leverantörer inte säljs i samma utsträckning och i värsta fall måste slängas. Hur detta ska hanteras på bästa sätt i framtiden är en svår nöt att knäcka. En överenskommelse om att avstå från kampanjer skulle vara en lösning, men är kanske utopisk.

Hushållen

Hushållens livsmedelsspill uppstår på några olika sätt och är mer komplicerat. Man kan dela upp hushållsspillet i fyra delar: lagringsspill, beredningsspill, förpackningsspill och tallriksspill. Lagringsspillet uppstår när vi inte hinner med att äta upp det vi köpt hem – gurkan som vi glömde längst in i kylen eller mjölkpaketet som inte gick åt därför att tonåringen var borta två dagar. Beredningsspillet är det som motsvarar industrins spill, alltså skal och ben och köttbullssmeten som blir kvar i byttan och diskas bort. Räknat per portion är hushållens beredningsspill

oftast större än industrins. Förpackningspill är när man slänger en förpackning utan att ha tömt den riktigt. Det här spillet kan bli ganska stort för ”halvflytande” produkter som yoghurt och ketchup. Hur stort det blir beror på förpackningsdesign, produktegenskaper och på hur mycket konsumenten orkar kämpa för att få ut de sista dropparna. Tallriksspillet är den mat som tillagas och serveras men inte äts upp. En del äts upp senare, men mycket mat hamnar antingen direkt i avfallet eller ställs in i kylen några dagar innan det slängs.

En omfattande brittisk studie visade att i genomsnitt 28,4 procent av inköpt mat slängs, och att 18,4 procent av den inköpta mängden slutar som ”onödigt avfall” (alltså sådant som är ätbart – inte skal, ben och annat som inte går att äta). I tabell 1 visas det onödiga spillet för ett antal produktgrupper. Visserligen är studien brittisk, men jämförelser med mer begränsade svenska studier visar att storleksordningarna är rimliga även för svenska förhållanden.

Alla vi som konsumerar mat kan bidra till minskat spill. Att tänka som husmödrarna förr i världen, ”inget får förfaras”, kan låta oerhört dammigt, men det är svårt att komma runt det faktum att vi i vardagen fattar en massa beslut, medvetna eller omedvetna, som påverkar spillet. En positiv bieffekt för var och en är att

Tabell 1. Spill i hushållet för olika produktgrupper.

Produktgrupp	Andel av inköpt mängd som blir onödigt avfall (procent)
Bageri	31
Kött och fisk [a]	13
Mejeriprodukter, inklusive ägg	3
Torrvaror [a, b] (ris, pasta, mjöl, flingor)	14
Frukt	26
Grönsaker	45
Rotfrukter och potatis [a]	19
Konfektyr	17
Såser, majonnäs, ketchup och dylikt	14
Desserter	11

[a] Gruppen färdigmat och halvfabrikat är fördelad på ”kött och fisk”, ”torrvaror” och ”rotfrukter och potatis”.
[b] Pasta och ris är omräknat så att svinnet motsvarar torrvikten.

man faktiskt sparar pengar! Att planera sina inköp efter att ha planerat sina måltider är också en god idé då det tvingar en att tänka efter lite mer. Dessutom kan man kanske också lägga in en dag för rester från frysen, vem vet?

Vem bestämmer när björnen ska skjutas?

Det här med spill är något man inte kan diskutera och analysera enbart för varje led i kedjan eftersom det hela hänger ihop. Åtgärder inom industrin kan öka spillet i handeln och tvärtom. Ett exempel är att handeln vill ha täta leveranser med relativt små volymer för att kunna minska sitt spill och undvika

egna lager. Detta kan göra det svårt för industrin att hålla nere sitt spill eftersom små leveranser gör att varje produkt måste produceras oftare med mer frekvent rengöring och mera spill som följd. Det omvända, en industriproduktion med långa serier och stora lager, leder till att det blir få dagar fram till bäst före-datum, vilket innebär risk för ökat spill i butiken.

Det heter att ”man ska inte sälja skinnet förrän björnen är skjuten”, men det är kanske just det som är framtiden. Med hjälp av ny teknik, till exempel märkning av varor med RFID (Radio Frequency Identification), kan en signal från varan i kundkorgen till affären gå vidare till tillverkaren som får reda på hur mycket som finns kvar på hyllan och som då kan planera sin produktion så att ny vara levereras i rätt tid. Med andra ord, tillverkaren bestämmer ”när björnen ska skjutas”. Klok planering av transporter och tillverkning ger en enorm potential att effektivisera framtidens livsmedelskedja med minskat svinn som en av konsekvenserna. Men för att nå hit måste man lista ut vilka lösningar som är smarta *för helheten,* och alla aktörer i livsmedelskedjan måste samarbeta för få alla att dela på bördor och vinster.

Ökat samarbete nyckel till framgång

Att minska spillet är ett effektivt sätt att minska

den klimatpåverkan som orsakas av vår livsmedelskonsumtion. Det finns goda möjligheter att nå resultat genom att tänka nytt, att samarbeta och att arbeta med teknikförbättringar i alla led i kombination med ett stort fång sunt förnuft. Det handlar om att hushålla med de resurser som vi har utan att göra avkall på kvalitet och effektivitet!

Vi tror att ökat samarbete längs livsmedelskedjan är en av nycklarna till framgång. Genom att analysera det totala spillet från industri till konsument tillsammans med energiförbrukning och utsläpp från transporter, industriprocessning, förpackningstillverkning och lager kan man hitta system som är effektivare både ekonomiskt och klimatmässigt. För att detta ska ske krävs kommunikation längs kedjan och verktyg för analyserna.

Som konsument måste vi också lära oss att inte köpa för stora förpackningar och att bara laga så mycket som vi verkligen kommer att äta upp, och lagar vi trots allt för mycket måste vi lära oss att frysa in. Det spill som ändå uppstår måste tas omhand på bästa sätt. Utfodring av djur eller rötning med biogasproduktion är bra exempel.

Karin Östergren är forskare inom området livsmedelsteknik. Hon arbetar på SIK – Institutet för livsmedel och bioteknik som vetenskaplig ledare inom området hållbar produktionsutveckling. Hon är också adjungerad lektor vid Institutionen för livsmedelsteknik vid Lunds universitet.

Ulf Sonesson är forskningskoordinator för miljöforskningen på SIK. Hans forskning fokuserar på miljösystemanalys av produktion och konsumtion av livsmedel.

Klimatmärkning av mat – vad kan det ge och när ska det ske?

Klimatmärkning kan ge information som är till hjälp för konsumenter, producenter och andra aktörer i varornas livscykel. I flera länder har det tagits klimatmärkningsinitiativ, men företagens medverkan är hittills begränsad. Oksana Mont och Katsiaryna Paulavets menar att det bland annat beror på stora osäkerheter i beräkningsunderlag och metoder. Innan klimatmärkning kan genomföras i stor skala behövs det mer kunskap och även standarder för att ta fram märkningar som är jämförbara och går att lita på.

Katsiaryna Paulavets, Internationella institutet för industriell miljöekonomi, Lunds universitet.

Oksana Mont, Internationella institutet för industriell miljöekonomi, Lunds universitet.

Livsmedels- och dryckesindustrin ansvarar för ungefär 30 procent av alla utsläpp av växthusgaser inom EU. Växthusgaserna uppkommer i alla led i livsmedelskedjan och beror på var och hur livsmedlet produceras, förädlas, förpackas, konserveras, förvaras, distribueras, tillagas, konsumeras och hur resterna tas omhand. För att minska livsmedelsindustrins inverkan på klimatet vidtar livsmedelstillverkare och återförsäljare olika åtgärder som att skära ner på energianvändningen, gå över till biobränslen eller investera i energisnål teknik. Klimatmärkning av produkterna är ett annat viktigt initiativ som nyligen har tagits av producenter, återförsäljare och märkningsorganisationer. Denna märkning ska förse konsumenterna med information om produkternas klimatpåverkan för att hjälpa dem att välja produkter med lägre påverkan än andra produkter.

Vi ska beskriva exempel på hur klimatmärkning har genomförts i några olika länder och presentera de olika märkningarnas fördelar och användbarhet, men också deras begränsningar. Det handlar om begränsningar som kan förklara varför många av livsmedelsindustrins aktörer är skeptiskt inställda till klimatmärkning, och som därför minskar användningen av märkningen.

Klimatmärkningsinitiativ i olika länder

Under 2007 togs många olika klimatmärkningsinitiativ i olika länder. I Storbritannien sjösatte företaget Carbon Trust, som finansieras av brittiska regeringen, en ”koldioxidavtrycksmärkning” som beskriver den totala mängden växthusgaser som avges längs hela leveranskedjan för en enda enhet av en produkt. Fram tills nu har detta initiativ understötts av olika företag och återförsäljare, huvudsakligen brittiska. Walkers, som är Englands största snackstillverkare, har till exempel märkt sina ost- och lökchips med en koldioxidavtryckslogotyp (75 gram koldioxidekvivalenter per förpackning med 33,5 gram chips).

Innocent, som är en brittisk tillverkare av smoothies, beräknade också koldioxidavtrycket för några av sina produkter, till exempel 294 gram koldioxidekvivalenter för en flaska med 2,5 deciliter mango- och passionsfruktssmoothie. Tesco, en av de största brittiska återförsäljarna, har också stött Carbon Trust-initiativet. I februari 2007 meddelade Tesco att de hade för avsikt att placera en koldioxidavtrycksmärkning på 70 000 av sina produkter. Men nyligen har detta mål drastiskt reducerats till 30 Tescoprodukter till att börja med. Förklaringen är kostnaderna och den komplexitet som detta innebär i praktiken.

Den franska återförsäljaren Casino har utvecklat en annan typ av klimatmärkning som ger information om den klimatpåverkan som uppstår under tillverkning och omhändertagande av förpackningarna samt vid transport av varje produktingrediens och förpackningskomponent. Märkningen består av två informationsnivåer, dels kvantifierad information, dels en färgskala som beskriver storleken på effekterna (grön – ringa påverkan, röd – avsevärd påverkan). Casino planerar att märka 3 000 av sina egna varumärkesprodukter under 2008.

År 2007 bestämde sig också den svenska återförsäljaren ICA för att undersöka klimatpåverkan av sina egna varumärkesprodukter. Tillsammans med SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik analyserade ICA utsläppet av koldioxidekvivalenter från hundra av sina egna produkter. Men det huvudsakliga målet är inte att märka produkterna med information om koldioxidavtryck, utan att identifiera de led i produkternas livscykel som ger störst påverkan på klimatet, för att därefter kunna utbilda leverantörer, producenter och konsumenter.

I Sverige utvecklas en klimatmärkning av organisationerna för livsmedelsmärkning, KRAV och Svenskt Sigill. Det man eftersträvar är ett system för certifiering av framställningsprocesser och framställningsvillkor, snarare än ett system för märkning av själva produkterna. Det innebär att livsmedelsproducenter som vill märka sina produkter måste visa att de inom sin verksamhet vidtar åtgärder för att reducera sina utsläpp av växthusgaser. Utformningen av märket är fortfarande under utveckling.

Några företag går ännu längre och påstår att deras produkter är klimatneutrala. Det gäller till exempel den nyzeeländska vinproducenten New Zealand Wine Company. Företaget trycker logotypen CarboNZero på sina vinflaskor. Märket anger att klimatavtrycket är noll och innehåller samtidigt landsnamnet i förkortad form: NZ. Företaget Dole Food Company, som är en av världens största producenter och distributörer av frukt och grönsaker, tillkännagav 2007 att de kommer att etablera en koldioxidneutral leverantörskedja för bananer och ananas från sin produktion i Costa Rica till marknader i Nordamerika och Europa.

Fördelar med klimatmärkning

En viktig fördel med klimatmärkning är att den ger konsumenterna information om produkternas klimatpåverkan så att de förhoppningsvis köper produkter som påverkar klimatet förhållandevis lite. Detta kan i sin tur ge företagen drivkraft att göra sina processer ”klimatvänligare” och att utveckla mindre koldioxidintensiva produkter. Arbetet med klimatmärkning

kan också hjälpa företagen att hitta möjligheter att spara energi, och att därmed minska sina kostnader.

En annan anledning för livsmedelsproducenterna att genomföra en klimatmärkning är det ökande trycket från återförsäljare, i synnerhet i Storbritannien. Återförsäljarna kräver allt oftare sina leverantörer på information om deras produkters växthusgasprofil. Konsumenternas krav på att få veta mer om produkternas klimatpåverkan har också ökat. En klimatmärkning på produkterna skulle därför kunna hjälpa företagen att tillgodose både konsumenternas behov och återförsäljarnas krav, och skiljer dessutom ut produkterna från konkurrenternas. Klimatmärkning kan också hjälpa till att demonstrera ett företags engagemang för en hållbar utveckling och förbättra dess rykte. Det kan leda till fler kunder och attrahera potentiella investerare som börjar bli alltmer intresserade av företag som är aktivt engagerade i att minska sin inverkan på klimatet.

Ingen garanti för miljövänlighet

Trots alla dessa potentiella fördelar är det än så länge bara ett fåtal livsmedelsföretag som verkligen har genomfört en klimatmärkning. Vad är det som hindrar livsmedelsindustrin från att mer aktivt delta i detta initiativ?

För det första, även om en produkt har liten inverkan på koldioxidutsläpp och klimat kan den ha andra miljöeffekter, till exempel när det gäller toxicitet. Produkter som har tillverkats i länder som använder kärnkraft och vattenkraft skulle exempelvis kunna uppvisa en relativt liten klimatpåverkan eftersom dessa energikällor anses ge upphov till mindre koldioxidutsläpp. Men energiproduktion via vattenkraft och kärnkraft påverkar den biologiska mångfalden och/eller leder till att det alstras farligt och radioaktivt avfall. Därför finns det oro för att ensidig klimatmärkning kan dra uppmärksamheten från andra miljöproblem. Många intressenter stödjer av denna anledning idén att integrera bedömningen av klimatpåverkan för produkterna i redan existerande miljömärkning, istället för att sätta dit en separat klimatmärkning.

Svårt och dyrt

Ett annat argument som används mot klimatmärkningar är att de är baserade på komplicerade beräkningar. Till exempel alstrar en ko som föds upp för att ge kött och mjölk en stor mängd metangas. En av utmaningarna är att exakt fördela dessa utsläpp på mängden kött eller mjölk som produceras. Det finns dessutom många andra faktorer som påverkar en produkts klimatavtryck och det är omöjligt att ta hänsyn till alla. När leveranskedjorna blir mer

komplexa blir det ännu svårare att exakt fastställa en produkts totala klimatavtryck och att inkludera alla utsläpp som genereras under hela dess livscykel, särskilt om leverantörerna finns utomlands.

Det finns ingen internationell standard för att beräkna utsläpp av växthusgaser längs hela leverantörskedjan. Hittills har företagen använt diverse metoder som har olika sätt att definiera vilka stadier i en produkts livscykel som ska tas med i beräkningarna. Det gör att konsumenterna inte kan jämföra klimatavtrycket från olika produkter, och det kan leda till att konsumenterna förlorar tilltron till klimatmärkningen. Avsaknaden av en standard skapar också olika förutsättningar för företagen. Företag som genomför noggranna analyser av sina produkters klimatavtryck spenderar mer resurser än företag som inte gör lika stora ansträngningar. Klimatmärkningsinitiativ är dessutom svåra att kontrollera när det inte finns standarder, och det blir svårt att skilja miljömässigt sunda initiativ från ”grönmålning”, det vill säga skönmålning inom miljöområdet.

Att det är så komplext och svårt att beräkna växthusgasutsläppen för en produkt längs leverantörskedjan gör också att kostnaderna blir stora. Beräkning av klimatavtrycket ska visserligen göra processen effektivare och därmed spara pengar åt företaget. Men

initialkostnaderna för att ta fram uppgifterna och för att genomföra beräkningarna är stora. Några företag har bedömt att kostnaden per produkt kan ligga mellan 10 000 och 75 000 euro, beroende på vilken detaljrikedom som krävs, typen av produkt och på vilka uppgifter som finns tillgängliga. Kostnaderna kommer dessutom att vara fortlöpande eftersom märkningen behöver förnyas för att spegla de förändringar som ofta förekommer inom leverantörskedjan.

Snålskjuts på andra

Ett av huvudproblemen med klimatmärkningen är bristen på riktiga uppgifter. För att beräkna en produkts totala klimatavtryck behöver man samla in både primär och sekundär information. På grund av att det är tidsödande, kostsamt och komplicerat att samla in primära uppgifter använder företag ofta sekundär information, som till exempel befintliga studier av produktens livscykel (LCA, livscykelanalys) och genomsnittsvärden inom industrin. När sekundära uppgifter används kan det leda till osäkerhet och bristande noggrannhet eftersom man inte tar hänsyn till lokala förutsättningar. När man använder genomsnittsvärden ser man dessutom inte någon skillnad mellan produkter som tagits fram under säsongen och utanför säsongen.

Som en följd av detta ger klimatmärkningen inte alltid en exakt bild, och det kan medföra att mer energi- och växthusgaseffektiva producenter inte vinner något på sina ansträngningar. Det betyder att mindre kompetenta producenter och de som inte har gjort några investeringar för att minska energianvändning och växthusgaser kan åka snålskjuts på dem som har ansträngt sig mer.

Vad menas med CO_2?

Ett annat bekymmer är att det finns många olika miljömärkningssystem vilket kan förvirra konsumenterna. De kan få problem med att väga olika aspekter mot varandra när de ska besluta sig för vad de ska köpa. Det blir till exempel svårt att välja mellan en konventionell produkt med klimatmärkning och en ekologisk produkt utan klimatmärkning.

På ett allmänt plan kan man fråga sig om konsumenterna kommer att reagera på klimatmärkningar, när man betänker det faktum att det redan finns ganska många märken av alla typer. Några konsumenter förstår kanske inte heller riktigt innebörden av CO_2. De kan exempelvis tro att det är en giftig kemikalie och reagera negativt på märkningen. Om man märker produkten med en CO_2-mängd förstår troligtvis inte konsumenterna om det är bra eller dåligt i sig, särskilt om de inte har tillgång till något alternativ eller någon skala att jämföra mot.

Standarder och mer kunskap

Klimatmärkning kan vara ett bra instrument som gör det möjligt för företag att minska sin klimatpåverkan. Den kan också användas i deras marknadsföring för att särskilja deras produkter från konkurrerande produkter, och eventuellt inverka positivt på försäljningen. Konsumenten får genom klimatmärkning en möjlighet att gynna mindre växthusgasintensiva produkter.

Men innan klimatmärkning kan genomföras i stor skala bör i alla fall bättre vetenskaplig och metodologisk kunskap tas fram för att säkra att denna typ av märkning verkligen är informativ för konsumenterna. Internationella eller åtminstone europeiska standarder för beräkning av produkters klimatavtryck bör dessutom utvecklas för att skapa likvärdiga förhållanden för alla företag. Standarderna behövs också för att undvika förvirring bland konsumenterna och för att i så hög grad som möjligt garantera att den information som ges via märkningarna är tillförlitlig och jämförbar.

Oksana Mont är teknologie doktor och universitetslektor vid Internationella institutet för industriell miljöekonomi (IIIEE), Lunds universitet. Hennes forskning ligger inom områdena hållbar konsumtion och produktion, produktservicesystem, hållbara livsstilar, innovationsstudier och avfallshantering.

Katsiaryna Paulavets arbetar som miljökonsult på TSEL Environmental och som undervisningsassistent vid Internationella institutet för industriell miljöekonomi (IIIEE), Lunds universitet.

Aha – klimatmärkt mat!

Matmärkningar är en snårskog, och fokus har länge legat på den egna hälsan. Men miljön har vunnit terräng, och klimatmärkning är på gång. Men hur ska klimatmärkning se ut för att verkligen nå oss konsumenter? Vi vill snabbt kunna urskilja vad ett märke står för. Designen måste skilja sig markant från andra matmärkningar och ha rätt image och viss status för att tilltala oss, skriver Helena Shanahan och Helene Wåhlander.

Helena Shanahan, Institutionen för mat, hälsa och miljö, Göteborgs universitet.

Helene Wåhlander, Institutionen för mat, hälsa och miljö, Göteborgs universitet.

Under en miljökonferens fick ett antal debattörer och politiker på hög nivå frågan om man reflekterar över matens klimatpåverkan. Javisst! svarade alla – men det visade sig att ingen kunde ge några bra exempel på ”klimatsmart” mat som man valde att köpa eller mat som man avstod från att köpa för att den var alltför miljöbelastande. Utan denna vardagskunskap kommer alla storartade idéer på skam.

Idag engagerar sig aktörer på olika nivåer och inom olika områden för att minska miljöbelastningen av mat. Hushållen är dynamiska aktörer. Klimatmärkning av mat är högaktuell för att bistå hushållen i själva valsituationen. Hur ska märkningen vara utformad för att nå människor i vardagslivet och vara till hjälp för oss att göra klimatsmarta matval? Det ska vi reflektera över här, med utgångspunkt från vår hushållsvetenskapliga horisont.

Omskakande ögonöppnare

När vi i slutet på 1990-talet genomförde hushållsstudier med fokus på mat och miljöfrågor möttes vi ofta av höjda ögonbryn och frågande miner. Hushållen deltog aktivt och villigt, svarade på våra frågor, skrev matdagböcker och samlade in kvitton över mat inköp. Att vi var ute efter deras benägenhet och faktiska beteende när det gällde att köpa ekologiska

livsmedel tyckte de nog var motiverat, men när vi började tala om miljöbelastning genom hela livsmedelskedjan i termer av energiinsatser och koldioxidekvivalenter började de undra vad det hela handlade om. Nu i slutet på 2000-talets första decennium har det skett en dramatisk förändring. Klimatet har blivit en ”fråga” för politiker och hushåll. Nu efterfrågas en märkning som gör det lätt att välja mat som är klimatsmart. Man har blivit mer medveten om komplexa samband mellan mat, miljö och klimat och perspektiven har breddats och förändrats.

Redan tidigt blev potentialen av dessa perspektiv uppenbara för oss. Vi presenterade livscykelanalyser i termer av energiinsatser och koldioxidekvivalenter för den mat som hushållen i våra studier själva konsumerat. För hushållen blev de konkreta siffrorna på deras egen matkonsumtion en omskakande upplevelse och samtidigt en ögonöppnare. Miljötänket inom den egna lilla hushållsgruppen hade med ens lyfts upp på en global nivå, ända upp i atmosfären!

Klimatmärkning som märks?

Hur skulle en klimatmärkning kunna designas för att utlösa en sådan aha-upplevelse? Den stora utmaningen är att kunna utforma en märkning som gör att människor kan välja utifrån sina egna behov och

samtidigt upplever att valet är bra ur klimatsynpunkt. Ett krav man kan ställa är ju att den nu förestående klimatmärkningen ska få större genomslag i bredare grupper än vad annan miljömärkning har fått.

Vilka principer ska klimatmärkning bygga på och hur kan den kommuniceras? De förslag som nyligen har presenterats i Sverige bygger på produktionsmärkning, det vill säga certifiering av framställningsprocesser. Hur mycket kan den förenklas? Hur kan innebörden göras begriplig och hur får man hjälp att fatta klimatsunda beslut? Resultat från våra studier visar att konsumenter snabbt vill kunna urskilja vad ett märke står för. Designen måste skilja sig markant från andra matmärkningar och ha rätt image och viss status för att tilltala oss. De stora kedjorna har under många år valt att föra fram sitt eget miljöengagemang med märken som Änglamark, Skona och Sunda. I konkurrensen gör ICA en ny satsning med ett hjärta och Coop har ny design på Änglamarksvarorna. Internationellt växer den ekologiska marknaden, klimataspekter vägs in och i till exempel Storbritannien har Tesco antagit utmaningen att börja klimatmärka sina produkter.

Hur ändras vanor?

Det har visat sig i studier på många olika områden att det inte finns något automatiskt samband mellan

att veta och att handla därefter. När man ska ändra en vana måste man forcera olika trösklar som annars hindrar förändring. Exempel på hinder som konsumenten själv inte råder över är för högt pris, dålig kvalitet, låg tillgänglighet och dålig exponering. Hinder hos konsumenten själv kan vara vardagsrutiner som är svåra att ändra, lågt förtroende för varans tillförlitlighet, bristande självförtroende att man ska klara av en förändring, negativa känslor, olika uppfattningar i hushållet och brist på kunskap. Att ändra en vana måste vara ”lättköpt”, och innebära en fördel ur många aspekter utöver klimatargumentet.

Resultat både från andras och vår egen forskning visar att en direkt återkoppling av miljökonsekvenser orsakade av den egna konsumtionen kan vara en viktig och inte sällan avgörande orsak till att beteendet ändras och blir miljövänligare. Klimatmärkning måste bygga på hur hushållen resonerar när de gör sina matval. Inköpstillfällen är mycket situationsspecifika. Hushåll är dynamiska och gör sina val efter den situation som vardagen kräver. Vid ett tillfälle köper man en ekologisk vara, men avstår vid ett annat eftersom varan saknas i den affär man just besöker, man tycker priset är för högt eller att varans utseende inte är fräscht och tillräckligt attraktivt.

Det är därför inte relevant att tala om en ”grön” matkonsument. Mat kan värderas ur många olika aspekter. Konsumenten prioriterar först och främst produktkvalitet; man väljer utifrån smak och utseende. Andra kriterier är näring och hälsa. I takt med att utbudet av mer eller mindre förädlade livsmedel och färdiglagade rätter har ökat får tillgänglighet och servicegrad allt större betydelse. Och priset är alltid aktuellt. Även om miljömedvetenheten finns varierar viljan att agera och att uppoffra sig från situation till situation. Men begreppet matkvalitet rymmer mer än enbart produktens kvalitet. För hushåll och konsumenter har produktionskvaliteten ökat i betydelse, det vill säga konsekvenser av processer i produktens livscykel. Miljökvalitet med klimatpåverkan, ekologisk produktion, transporter samt etiska aspekter är begrepp som uppmärksammas men som ännu inte har fått särskilt stor genomslagskraft.

Hur gick det med annan märkning på mat?

Våra kunskaper om hur konsumenten upplever och skapar mening omkring märkning på mat är begränsade. I många år handlade det om hur maten påverkar den egna kroppen framförallt när det gäller näringsinnehåll och hälsoråd, medan medvetenhet om matens miljöpåverkan saknades nästan helt. Nyckelhålsmärkningen skapades under den här perioden för att ge råd om minskat fettintag och ökat

fiberintag, områden som stod högt upp på agendan för bättre folkhälsa. Systemgränsen var mun till tarm. Nyckehålsmärkningen slog igenom stort, men förväxlades inte sällan med ekologisk märkning av mat. Nyckelhålsmärkningen förlorade i trovärdighet när det blev allmänt känt att den gällde bara fett och fibrer; även socker var ju en bov. Det är viktigt för klimatmärkningen att inte falla i samma grop.

I och med ekologisk märkning av mat vidgades systemgränserna. Matens påverkan på naturmiljön kom i fokus och produktionssättet började diskuteras. Konsumenterna lärde sig att känna igen de olika märkena och att i stort sett förstå meningen med dem. Men att man känner igen betyder inte att man nödvändigtvis väljer sådana matvaror. Fortfarande uppfattar många att ekomärkningen är relaterad direkt till den egna kroppens hälsa. Antalet miljömärkta livsmedelsprodukter och försäljningen av dem har stadigt ökat under de senaste åren, men den totala försäljningen är fortfarande blygsam. Ofta är det ”de redan frälsta” som utökar sina ekologiska inköp när nya produkter lanseras i affärerna.

Vi har lärt oss från ekologisk märkning av mat att denna typ av positiv märkning kan öka efterfrågan. I vissa fall har efterfrågan på ekologiska produkter inte kunnat tillgodoses, som till exempel när det

gäller mjölk och ägg. Negativ miljömärkning har inte provats i Sverige men testas i andra länder och i psykologiskt inriktad forskning i laboratoriemiljö. Resultaten har varit mycket lovande. Skulle det månne vara något för klimatmärkning på mat? En variant av sådan negativ märkning är den märkning som förekommer i vissa andra länder där man anger koldioxidutsläpp per enhet i en produkts olika livscykelfaser. Men den blir knappast meningsfull om den inte jämförs med något annat.

Det finns en hel del forskning om hur miljömärken ska utformas för att öka effekten av märkningen. Märkets design är viktig. Andra faktorer som inverkar är märkets profil, intensiteten i kampanjer, hur märket presenteras på produkten och i affären. Denna kunskap bör naturligtvis tas tillvara innan klimatmärkningen sätts i verket.

Hälsosam mat för kropp och klimat – en möjlig kombination?

I ett av våra projekt tillsammans med KTH i Stockholm var syftet att förmedla information om två viktiga aspekter på mat, nämligen miljöbelastning och näringsinnehåll. I ett interaktivt verktyg var det möjligt att skapa måltider. I diagram visades energiåtgång samt utsläpp av klimatpåverkande gaser i hela produktionskedjan för varje livsmedel, och näringsinnehållet utifrån det egna behovet. En enkel version

av verktyget var tillgänglig på nätet under en begränsad period och testades samtidigt i hushåll och skolor. Testpersonerna ställde många intressanta frågor. Vad innebär livscykelperspektiv? Varför är det så stor skillnad i miljöbelastning mellan till exempel ost och fisk? Hur kan man ändra en måltid som man tycker är god så att den inte släpper ut så mycket klimatpåverkande gaser? Vilken betydelse har transporter och förpackningar? Är ekologisk mat bättre ur klimatsynpunkt än konventionellt producerad?

Alla som testade verktyget tyckte att det var spännande och intressant och att de lärde sig mycket om sambanden mellan mat, näring, klimat och energi. Flertalet ansåg att ett sådant verktyg var mycket användbart för att kunna välja mat och äta måltider som är bra ur klimatsynpunkt och för den egna kroppen. Men hushållen ansåg också att det tog tid att använda verktyget, att skapa miljö- och näringsmässigt bra måltider, att köpa andra produkter än vanligt och att ändra sina matvanor. Vad kan vi lära av detta för klimatmärkning av mat?

Mat och annan konsumtion

I diskussionerna om klimatmärkning av mat är det nödvändigt att relatera matens miljöpåverkan till övrig konsumtion, det vill säga att vidga systemgränserna ytterligare. I massmedierna har sådana jämförelser florerat. Ett exempel är att produktion av ett

kilo kyckling påverkar miljön lika mycket som bilkörning 8 kilometer med en Volvo. Dilemmat om vi ska producera energi eller mat fångas i exempel som jämför råvaruåtgången för etanolframställning och mat. Bilen drar 5,3 brödlimpor per mil, och en fulltankad stadsjeep motsvarar en majsmängd som kan föda en människa ett helt år. En Thailandsresa motsvarar utsläpp på cirka 1,8 ton koldioxid. Hur ska man kunna äta ikapp det?

Det här är drastiska exempel som fångar människors uppmärksamhet och kanske kan komma att bli viktiga impulser för att ändra olika vanor så att de blir mer resurssnåla och klimatvänliga. Om jämförelser ska användas är det viktigt att de bygger på seriös forskning. I ett pågående forskningsprojektet på KTH och Centrum för konsumtionsvetenskap i Göteborg utvecklas ett verktyg som kan simulera utsläppen av växthusgaser från hushållens totala konsumtion av varor och tjänster. Det ska också gå att på ett enkelt sätt jämföra olika produkter inom samma produktgrupp. Man ska till exempel kunna välja mellan kyckling som är uppfödd på olika sorters foder, mellan fryst lax och färsk odlad lax, och mellan sockerärtor som odlats lokalt utomhus och sockerärtor från Kenya. Verktyget ska vara tillgängligt på webben och kommer att testas av olika hushåll med början hösten 2008.

Att priset för en vara har stor betydelse för efterfrågan är ju en känd företagsekonomisk ”sanning”. Det har kommit fram tydligt i studier av konsumenters val av ekologiskt märkta matvaror. En stor del av Sveriges befolkning vill gärna köpa sådana varor, men inte ”till vilket pris som helst”. Fortfarande utgör försäljning av ekomärkt mat en liten del av den totala. Intressant är att den ökar trots stigande matpriser i allmänhet. Ideella och moraliska motiv har uppenbarligen blivit viktigare än plånboksfrågan för fler konsumenter. Kommer detta fenomen också att visa sig för klimatmärkt mat? Att byta ut livsmedel mot mer klimatanpassade kan i många fall betyda lägre kostnad: legymer mot kött, säsongsmat mot icke säsongsmat, färdiglagat mot råvaror, salladsgrönsaker mot rotsaker.

Dilemman i livsmedelsaffären

Valet i livsmedelsaffären innebär många olika dilemman. Allra först måste man ta hänsyn till preferenser i det egna hushållet, vad de olika familjemedlemmarna vill och kan äta. När man vill köpa ekomärkt mat begränsas man av matbudgeten. Det blir också svårt att ta ställning till transporter i förhållande till ekologiskt. Är det bättre att välja ett ekologiskt äpple från södra halvklotet än ett konventionellt från Sverige? Och hur ska man kunna gynna den lokala affären när det saknas ekologiska alternativ för de varor som man brukar köpa?

Klimatmärkning av mat kommer att innebära ytterligare dilemman att ta sig ur. Att märka mat med klimatmärkning innebär i sig själv olika dilemman. Vilka miljöparametrar ska producenter och konsumenter ta hänsyn till? Utsläpp av växthusgaser? Energianvändning? Markanvändning? Vattenåtgång? Hela produktens livcykel eller bara vissa delar av processen? Vad är säkert i ett livscykelperspektiv? Hur mycket osäkerhet kan konsumenten acceptera? I våra studier har hushållen ofta frågat ”kan man lita på det?” när märkning kommit på tal. Hur kan den enskilda konsumenten sätta sig in i vilken betydelse dessa faktorer har och om sambandet mellan eget val av mat och inverkan på klimatet? Hur reagerar konsumenten inför varor som är klimatmärkta eller ekomärkta – eller både klimat- och ekomärkta? Och hur kan man väga in rättvisemärkt i sitt val? Vad händer när man vill väga in etiska aspekter om man har tillgång till både lokalt odlade produkter och produkter som är importerade från ett utvecklingsland där produktionen betyder ekonomisk utveckling med nya arbetstillfällen och inflöde av utländsk hårdvaluta?

Utöver klimatmärkning – vad kan vi erbjuda hushållen?

Om hushållen ska kunna välja mat behöver hindrande trösklar tas bort. Varierade klimatmåltider i olika prislägen med en utförlig inköpslista kan med fördel

erbjudas i butiken. En annan service kan vara ”Veckans klimatmål” med varorna lätt tillgängliga i färdiga kassar. Olika recept på snabba och lättlagade måltider som bygger på klimatsmarta val tillsammans med andra miljökvaliteter och som passar barn och vuxna. Mat till vardagsmåltider och helgernas festmat.

Det ska vara enkelt och så entydigt som möjligt att jämföra produkter och förstå vad alternativen innebär ur flera aspekter. Maten skulle kunna delas in i grupper på liknande sätt som i matcirkeln och underlätta val av livsmedel ur näringssynpunkt i kombination med en gräns för hur stora utsläppen får vara i varje grupp. Här skulle man också få möjlighet att jämföra de olika grupperna med varandra.

Tillgång till fakta på olika nivåer ska finnas i butiken. Slående jämförelser mellan livsmedelsval i olika produktgrupper, till exempel kött jämfört med bönor, kan kompletteras med mer djupgående information för den som vill veta mer. Och varför inte sälja utsläppsrätter till hushåll i livsmedelsaffärerna för den som vill köpa exotiska frukter från andra sidan jordklotet eller trålade havskräftor från Sverige? De senare är riktiga värstingar eftersom det går åt mycket diesel för att få ihop en portion kräftkött.

Kanske är det så att inte bara klimatmärkning kan ändra hushållens inköpsbeteende mot allt klimatsmartare val. Det behövs många insatser på en gång!

Helena Shanahan är professor emerita vid Institutionen för mat, hälsa och miljö, och forskare vid Centrum för konsumtionsforskning, Göteborgs universitet. Hon har deltagit i flera Formasprojekt med inriktning mot mat och miljöfrågor, äldre och mat, samt hållbar konsumtion. För närvarande deltar hon i projekten "Hushållens metabolism" och "Barn som medforskare om matlandskap".

Helene Wåhlander är universitetsadjunkt vid Institutionen för mat, hälsa och miljö, Göteborgs universitet. Hon arbetar med undervisning inom lärarprogrammet och är särskilt engagerad inom området lärande och hållbar utveckling kopplat till verksamheter i hushåll. Hon deltog i ett Formasprojekt som utvecklade ett interaktivt verktyg för klimatanpassad måltidsplanering. För närvarande deltar hon i projektet "Hushållens metabolism".

Hoppfull oro – en medelväg för klimatvänlig matkonsumtion

Är det moraliskt fel att äta nötkött eller dricka vatten på flaska? Människor som vill klimatanpassa sin matkonsumtion ställs inför konflikter på två nivåer. De ska dels förstå komplexiteten i klimatproblematiken utan att drunkna i känslor av hopplöshet, dels hantera konfliktfyllda känslor i vardagslivet när gamla vanor överges. För att klara dessa utmaningar är det viktigt att undvika svartvitt tänkande, skriver Maria Ojala. Den hoppfulla oron är en bra medelväg mellan stark oro och stort hopp.

Maria Ojala, Institutionen för beteende-, social- och rättsvetenskap, Örebro universitet.

"Att handla ekologiskt är liksom ingen grej, det är bara helt självklart", säger C som intervjuas i Dagens Nyheter den 21 april 2008. Hon talar om Kravodlade morötter som överlägsna tomater från Kanarieöarna ur närings-, miljö-, och smaksynpunkt. "Det handlar bara om att ändra sina vanor", konstaterar en familj i samma artikelserie.

Som enskilda individer anses vi kunna bidra till att mildra klimatförändringarna genom den mat vi konsumerar. Det gör att vi ständigt hamnar i etiska dilemman. Är det moraliskt suspekt att äta den traditionella söndagssteken? Är jag en dålig människa för att jag tycker att mineralvatten på flaska är betydligt godare än kranvatten? Är det min plikt att påpeka för min väninna att tomatsalladen som hon serverar mig kanske inte är vidare klimatvänlig? Tomaterna kan ha odlats i växthus som värms upp med olja eller ha transporterats genom hela Europa.

Hur hanterar människor sådana här konflikter i vardagslivet? Är vanemässiga livsstilsmönster verkligen så enkla att bryta som görs gällande i artikelserien i Dagens Nyheter? Och spelar vårt eget beteende egentligen någon roll när klimatfrågan är såpass komplicerad?

Vi lever inte som vi lär

Idag tycker många människor att klimatfrågan är allvarlig och viktig att göra någonting åt. Men det är vanligt att människor inte lever i samklang med sina attityder. Miljöproblemen kan ses som sociala dilemman där egenintresse och allmänintresse ställs mot varandra. Miljöförstörande beteenden ger ofta belöning på kort sikt och på ett individuellt plan, medan de negativa konsekvenserna blir synliga först på lång sikt och inte sällan på ett kollektivt plan. Att äta söndagssteken ger fördelar direkt i form av den goda smaken. De negativa konsekvenserna för klimatet av att just jag valde att äta kött från metanutsläppande kor är inte synliga för stunden. Detta är en anledning till att gapet är stort mellan människors uppfattning att klimatfrågan är viktig och vad de sedan gör i praktiken.

Känslomässiga aspekter glöms ofta bort när man försöker förklara vad som kan få människor att ändra sin livsstil. Både klimatproblematiken på global nivå och våra matval på individuell nivå är var för sig förknippade med känslomässiga konflikter. Och när det ställs krav på individen att koppla ihop den egna konsumtionen av mat med de abstrakta miljöproblemen kan man tänka sig att konflikterna blir extra tydliga.

Oro kan vara positiv

Idag är många människor mycket oroade över klimatförändringen. Tyvärr är oron i rätt stor utsträckning förknippad med känslor av hopplöshet. Men oro över samhällsproblem kan under vissa förutsättningar vara något positivt. Oron gör människor mer fokuserade på problemet, mer benägna att leta efter information och att diskutera problematiken med andra. I bästa fall kan oron vara ett första steg till att bryta miljöovänliga vanor.

Om oron kommer att leda till handling eller ej beror på om personen känner att hon eller han har kontroll över situationen. Känslan av kontroll påverkas av två saker: om man tror att problemet går att lösa på ett mer övergripande plan, och om man tror att man själv kan påverka. Den sistnämnda aspekten innehåller dels en subjektiv känsla av ansvar att agera, dels en tro på att man kan utföra svåra handlingar på ett effektivt sätt. Dessutom beror känslan av att kunna påverka på faktorer som ligger utanför individen, till exempel hur dyrt det är att köpa ekologiska produkter och om det finns en bra klimatmärkning av mat.

Oro kan alltså vara en positiv drivkraft när den kombineras med en känsla av kontroll. Men många människor känner stor osäkerhet över vad de egentligen

kan göra för att minska det egna bidraget av växthusgaser. En person som tror att det per automatik är bättre att köpa närodlade tomater än tomater från Spanien kan bli gruvligt besviken när han eller hon får reda på att en del växthus i Sverige fortfarande värms upp med olja, vilket är mer klimatbelastande än transporterna av fritt odlade tomater från Spanien.

Man kan dessutom tycka att frågan är extremt komplicerad på global nivå. Vad har det för betydelse om vi i Sverige minskar våra utsläpp av koldioxid när Kina och USA inte verkar ta frågan på allvar? Dessutom hotas många människors grundläggande värderingar och livsstilar av att vi alla måste ta vårt klimatansvar. Om det vill sig illa leder allt detta fram till att mindre optimala strategier används för att göra sig av med de obehagliga känslorna. Förnekande, känslomässig distansering och delegering av ansvar till någon annan kan förekomma. Det är strategier som leder till passivitet snarare än aktivt handlande.

Mellan hopp och förtvivlan

Finns det mer konstruktiva sätt att hantera oro än de här passiviserande strategierna? Forskning inom psykologin har visat att positiva och negativa känslor inte alltid är två motpoler, det vill säga att man antingen är glad eller ledsen. Istället kan positiva och negativa känslor existera samtidigt hos en och

samma person även under mycket stressfyllda situationer. Positiva känslor kan hjälpa personen att möta de negativa känslorna och de problem som orsakat dessa.

Studier som jag utfört om sopsortering visade att en kombination av hög oro och hög grad av hopp inför den globala miljöproblematiken hade ett positivt samband med miljövänligt beteende hos unga vuxna. De unga som inte kände någon oro men hög grad av hopp var minst benägna att agera miljövänligt. Kanske står hoppet hos dem för att de förnekar problematiken. Å andra sidan mådde unga som oroade sig mycket och som upplevde låg grad av hopp sämre än de som var starkt oroade och som på samma gång kände starkt framtidshopp. Alltså verkar det vara positivt att känna en blandning av både oro och hopp inför miljöproblematiken.

Att vända på perspektiven

Hur går då människor som är starkt oroade tillväga för att uppleva en realistisk form av hopp inför den globala miljöproblematiken? I studier med unga vuxna identifierades tre strategier. Den första strategin var *kognitiv omstrukturering* – att vända på perspektiven. Efter att ha beskrivit sin oro över de globala miljöproblemen kunde de unga också fokusera på positiva aspekter. De satte in problematiken i ett historiskt

perspektiv där de påpekade att mänskligheten även tidigare har stått inför mycket svåra problem men att vi har lyckats lösa dem till slut. Andra berättade att de helt enkelt tvingade sig själva att även se det positiva i situationen. Exempelvis letade de aktivt efter positiva nyheter i tidningarna.

Kognitiv omstrukturering är inte detsamma som förnekande utan är en nödvändig hanteringsstrategi när problemet, till exempel en sjukdom, inte kan avlägsnas på en gång. Komplexa samhällsproblem går heller inte att lösa här och nu. Därför behövs det strategier på ett individuellt plan för att människor ska orka se problemen i vitögat, bära oron och göra något konstruktivt av den.

Att lita på andra och sig själv

Den andra strategin för att uppväcka hopp var *tillit till aktörer utanför det egna jaget*. Hur miljövänligt vi än lever kan vi inte lösa klimatproblematiken på egen hand. Vi måste ha tilltro till att andra aktörer i samhället tar sitt ansvar. Det behöver inte alltid handla om traditionella aktörer som politiker utan kan likaväl vara miljörörelsen, den tekniska utvecklingen eller en positiv syn på mänskligheten i stort.

En tredje källa till hopp handlade om *tilltro till den egna förmågan* att påverka miljöproblemen i positiv

riktning. När man väl tagit de första stegen mot att leva mer miljövänligt kan det leda till en känsla av glädje över att få hjälpa till, men också till en känsla av hopp inför problematiken på global nivå. För de personer som var engagerade i en organisation var känslorna av hopp och mening ofta stor. Genom att samarbeta med andra förstod man att man inte är ensam om att kämpa. Man fick också kunskap om hur saker och ting hänger ihop. Klimatproblematiken uppstår inte av en slump utan hänger samman med ett specifikt samhällssystem och ett specifikt sätt att leva.

Ändra matvanor en svår utmaning

En utmaning om man vill leva mer miljövänligt är alltså att förstå klimatproblematikens komplexitet och allvar utan att drunkna i känslor av hopplöshet. När man mer specifikt försöker ändra sina matvanor i en mer klimatanpassad riktning uppstår det ytterligare problem. Människor har ofta en konfliktfylld och ambivalent inställning till mat, och vi har svårt att ändra på våra matvanor. I ett klimatprojekt i en kommun där utvalda medborgare konfronterades med ett antal utmaningar i form av att ändra vanor i mer klimatvänlig riktning visade det sig att maten var en av de svåraste utmaningarna.

Varför är det då så svårt att ändra matvanor? För att kunna påverka ett beteende måste vi förstå de behov som ligger bakom. Maten fyller många behov för oss

människor. Utan mat dör vi. Maten är något vanemässigt samt kultur- och traditionsbundet. På samma gång är matkonsumtionen trendkänslig. Maten är något socialt, men också något som många tröstar sig med när man känner sig ensam och stressad. Jag tror många kan känna igen oviljan att ändra på ens den minsta detalj när det gäller jul- och midsommarmiddagen. Eller känna igen det sug som ibland uppstår efter just ”produkt X” som inte går att ersätta med ett mer hälsosamt alternativ. Om vi är ensamstående med barn och låg inkomst är det dessutom svårt att välja ett miljöanpassat alternativ om det kostar mer att köpa denna vara.

När vi vet att vi borde göra något men vi ändå inte gör det – som att välja mer klimatvänliga alternativ – uppstår lätt en känsla av obehag som på psykologispråk brukar kallas för kognitiv dissonans. Ett vanligt sätt att hantera denna känsla är att använda olika tankestrategier som låser fast beteendet: ”Jag är en lat person så det är inte konstigt att jag inte källsorterar sopor. Jag kan ändå inte påverka och då är det ingen idé att jag anstränger mig för att köpa mer klimatvänlig mat.” Genom att skylla på personlighetsdrag som inte går att ändra på eller lägga ansvaret utanför det egna jaget minskar den kognitiva dissonansen utan att man behöver ändra på sitt beteende.

Undvik svartvitt tänkande!

Hur kan vi då gå tillväga för att bryta upp de fastlåsande tankestrategier som vi ofta använder oss av när vi känner att våra värderingar inte överensstämmer med hur vi beter oss? En utväg kan vara att i möjligaste mån undvika svartvitt tänkande.

Svartvitt tänkande handlar om att bortse från alla gråtoner; antingen fungerar allting perfekt eller så är det överhuvudtaget ingen idé att göra någonting. Antingen lever jag miljövänligt hela tiden eller så gör jag ingenting. Eftersom få av oss är perfekta kan detta tänkande vara förödande. En alltför skuldtyngd oro leder inte till handling utan till undanflykter. Här behövs det studier som fokuserar på positiva förebilder som förmedlar realism. Människor som lyckats aktivera sig när det gäller mat och klimat, hur tänker de kring konflikter i vardagslivet? Positiva tankestrategier som kan användas som en motkraft mot de negativa behöver identifieras.

Svartvitt tänkande handlar också om att antingen enbart betona hotbilder och klimatfrågans komplexitet (orons dramaturgi) eller att på ett förenklat sätt försöka ge sken av att om vi bara äter rätt mat fixar sig allt (hoppets dramaturgi). En realistisk hoppfull oro är betydligt bättre med tanke på människors engagemang. Visa gärna på hoppfulla trender på det

globala planet, men glöm inte allvaret i problematiken, det vill säga se upp med det försvarsmässiga ”hoppet”.

Svartvitt tänkande kan dessutom vara att alltför ensidigt fokusera på vikten av ”hårda politiska beslut” som lagstiftning och ekonomiska incitament. Idag är det vanligt att se på människan antingen som konsument eller som någon som behöver kontrolleras genom övervakning och strikta regler. Vart har synen på människan som aktiv samhällsmedborgare tagit vägen i miljödebatten? Hur kan människor göras delaktiga i klimatfrågan inte enbart som konsumenter utan även som medborgare? Hur kan vi på bästa sätt ta vara på människors vardagskunskap för att utforma en välfungerande klimatmärkning av mat? Politiker måste ta sitt ansvar, men det krävs engagemang från alla samhällsaktörer för att vi ska kunna ta itu med klimatfrågan på ett effektivt och demokratiskt sätt.

Maria Ojala är doktor i psykologi vid Örebro universitet. Hon har anslag från Formas för att studera hur barn, tonåringar och unga vuxna hanterar känslor inför klimatproblematiken.

Svensk växtodling i nytt klimat

Svensk växtodling kommer generellt sett att gynnas av ett varmare klimat. Men det måste till en satsning på växtförädling för nordiska förhållanden för att vi ska kunna utnyttja de nya förutsättningarna på bästa sätt. Vi måste också satsa på effektivare växtskydd och odlingsmetoder för att minimera miljöriskerna med högre produktion. Vi får nya grödor och sorter, men också nya ogräs och skadegörare. Henrik Eckersten, Håkan Fogelfors och Roland Sigvald tecknar en möjlig framtidsbild – om de beräknade klimatförändringarna slår in.

Henrik Eckersten, Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.

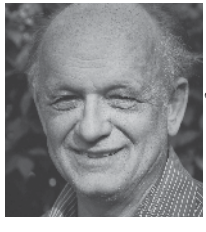


Foto: Ebba Fogelfors

Håkan Fogelfors, Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.

Roland Sigvald, Institutionen för ekologi, Sveriges lantbruksuniversitet.

Fram till slutet av 2000-talet förutspås medeltemperaturen i Sverige stiga mellan tre och sex grader. Störst förändring förväntas under vintern, och då mest i norr. Under sommaren väntas större förändring i söder än i norr. Förekomsten av extremt höga temperaturer på sommaren kommer att öka särskilt i sydöstra delen av landet. Perioden med snötäcke kommer att minska successivt i hela landet, mest i norra Svealand och mellersta Norrland. Antalet pendlingar kring noll kommer att öka i norra och mellersta Sverige, men minska i söder. Värmeböljorna blir fler och längre. Vinterns regn kommer att öka uppåt 50 procent. Sommarregnen däremot minskar med upp till 30 millimeter per månad i södra Sverige. På årsbasis ökar nederbörden i landet. Ett mer instabilt klimat med större svängningar är alltså att vänta.

Vilka grödor kan vi odla när nederbörd och temperatur ändras och när det blir mindre frost och längre vegetationsperioder? Växer det bättre? Och hur blir det med grödornas kvalitet? Vad innebär klimatförändringarna för olika delar av vårt långa land? Vi kommer i det här kapitlet att ge en möjlig framtidsbild för svensk växtproduktion – om de beräknade klimatförändringarna slår in.

Längre vegetationsperiod

Vegetationsperioden (då dygnsmedeltemperaturen är över plus fem grader) kommer enligt klimatscenarierna att öka i alla delar av landet. I söder beräknas den öka med upp till fyra månader framförallt genom att våren infinner sig tidigare, i norr med en till två månader och då mer på grund av en längre höst. I södra Götaland kan dessa förändringar av vegetationsperiodens start och slut vara realiserade redan inom de närmaste årtiondena. I Svealand och Norrland sker det senare eftersom temperaturunderskotten på vintern är större. Längre vegetations period blir speciellt betydelsefullt under våren eftersom låga temperaturer idag begränsar tillväxten trots god ljustillgång.

Det kommer troligen att bli vanligare med höstsådda grödor och höstsådden kommer att kunna göras senare, i södra Sverige rent av i november. Under hösten blir dock ljuset begränsande. Hög temperatur och lite ljus betyder att växterna fortsätter att andas medan fotosyntesen är låg. Andningen tär då på växternas energiförråd, vilket ökar risken för sämre övervintring. I det perspektivet blir det viktigt med växtförädling som kan anpassa växter för de specifika nordiska förhållandena när det gäller temperatur, ljus och växtskadegörare, detta som ett komplement till övrigt europeiskt

sortmaterial så att vi kan utnyttja framtida produktionspotential på ett optimalt sätt.

Konsekvenser för mark och grödor

Temperaturökningen kommer för växtodlingens del bland annat att leda till att omsättningen av organiskt material i matjorden ökar om fuktighetsförhållandena så medger, eventuellt med sänkta mullhalter som följd. Ökad temperatur medför också ett snabbare utvecklingsförlopp hos ettåriga grödor som spannmål och oljeväxter, och det medför att grödan mognar snabbare. Skördarna blir då mindre bland annat beroende på kortare inlagringsperiod i kärnan eller fröet av kolhydrater med mera. Detta förstärks också om det är mycket torrt under sommaren. Även kvaliteten påverkas, till exempel proteinhalten. Nya sorter förväntas kunna kompensera för dessa förändringar, men det är oklart i hur stor utsträckning. Fleråriga grödor som vall gynnas däremot avkastningsmässigt när temperaturen stiger, förutsatt att vattentillgången är tillräcklig.

Ökad nederbörd under vår, höst och vinter kommer att öka erosion och utlakning av näringsämnen, främst fosfor men även kväve. Ökad nederbörd under oktober till mars kommer också att försvåra skörd och jordbearbetning under den perioden.

Ökade vinterregn medför blöta jordar, vilket kan försena vårsådden och möjligheterna för vårgrödan att utnyttja den tidigarelagda växtsäsongen. Det gör att arealen höstsådda grödor kommer att öka då såfönstret ökar på grund av längre höstar och mildare vintrar. Behovet av körningar på blöta jordar minskar, vilket också gynnar markstrukturen. Vårgrödor är mer känsliga för torka på våren då rotsystemet är svagt utvecklat, och om vårsådden blir försenad blir grödan ännu mer utsatt för ökad sommartorka än en höstsådd gröda. Detta talar för ökad odling av till exempel höstraps, rågvete samt höstkorn för såväl foder som malt. Andra grödor som kan bli intressanta på sikt, speciellt i södra Sverige, är exempelvis växelvete (vårvete som sås sent på hösten), höstbönor och hösthavre. De båda senare uppvisar åtminstone i dagsläget alltför låg köldhärdighet.

Durumvete som kräver torrt och varmt klimat kan bli en intressant gröda i sydöstra Sverige. Det innebär att vi kan göra vår egen pasta, bulgur och couscous. Fröodling av nya fånggrödor är också en intressant kultur. Vinodlingen kommer helt säkert att flytta fram positionerna, särskilt i kalkrika områden i Götaland. Tobak är en gröda som kan komma tillbaka. Bland andra tänkbara nya grödor finns solros och sojaböna. Solrosens avmognad under regniga höstar kan dock sätta stopp för en sådan odling. När det

gäller sojan som är en kortdagsväxt måste dagsneutrala och mer köldtåliga sorter tas fram för att den ska kunna odlas med framgång.

Växande ogräs- och växtskyddsproblem

Den vilda florans sammansättning ändras då det skapas möjligheter för mellaneuropeiska arter att invadera och etablera sig som potentiella ogräs. Dessutom kommer mindre vinterhärdiga arter som idag mest uppträder i sydligaste Sverige att kunna vandra norrut, till exempel renkavle som idag är ett besvärligt gräsogräs i södra Sverige. Längre vegetationsperiod kommer också att innebära att vissa arter hinner med flera generationer under året. Detta i kombination med ökad användning av kemiska bekämpningsmedel, som den i övriga Europa idag, kan göra att resistensen mot använda ogräsmedel tilltar.

Nya odlingsförutsättningar och därmed nya grödor innebär också förändringar i odlingsmetodik. Detta kommer att medföra att delvis andra arter än idag gynnas i framtida odlingssystem. Som exempel kan nämnas att ökad andel höstsådd innebär en förskjutning mot mer höstgroende ogräs samtidigt som exempelvis ökad majsodling ger konkurrensfördelar för arter som trivs i mer öppna grödor. Sådana förändringar kan också innebära att andra arters betydelse tonas ned eller till och med att de i stort

sett försvinner som ogräs på åkermark. Val av grödor och odlingsmetodik formar med andra ord ogräsflorans sammansättning och genomslag, det vill säga en ständigt pågående förändringsprocess!

Varmare klimat gynnar också många olika skadeinsekter och sjukdomar på grödorna. Svampar, insekter och virus kommer att orsaka större problem i flertalet grödor. Förutom de skadeinsekter som redan idag orsakar stora skördeförluster kommer nya insekter att etablera sig i vårt land. Det innebär ökat behov av såväl kemiska som biologiska medel, nya motståndskraftiga sorter och förbättrad odlingsteknik som kan minska problemen.

Den varma hösten 2006 i södra Sverige, med ovanligt starka angrepp av rödsotsvirus i den nysådda höstsäden, gav en föraning om vad det framtida klimatet kan föra med sig. Men ändå kan höstsäden vara gynnad jämfört med vårsäden eftersom en försenad vårsådd – och därmed försenad utveckling av grödan jämfört med skadegöraren – kan öka skaderiskerna på vårgrödan. Ibland sägs det att man kan förutsäga våra framtida växtskyddsproblem genom att titta på hur de idag ser ut i till exempel mellersta Tyskland. Men detta är en sanning med modifikation eftersom det är skillnader i dagslängd, något som påverkar både skadegörarnas och grödornas utveckling.

Skadeinsekterna gynnas

Skadeinsekterna gynnas på många sätt av ett framtida varmare klimat. Fler generationer hinner utvecklas under växtsäsongen och varmare vintrar gynnar övervintringen. Det gäller inte minst bladlössen, som hör till de insekter som orsakar de allvarligaste skadorna. Förutom de direkta skador de orsakar kan de också sprida många olika virussjukdomar. Idag övervintrar bladlössen som ägg på olika vintervärdar. Ökad vintertemperatur på tre till fyra grader medför dock att de kan klara sig på olika grödor och ogräs hela vintern utan att genomgå äggstadiet. Det innebär tidigare och starkare angrepp och större problem med olika virussjukdomar på vårsådda grödor. En mild höst innebär också att bladlössen är aktiva ända in i november i södra Sverige, med ökad risk för virus på höstsäd.

Med vindarna kan nya insekter komma in i vårt land, och om vintrarna är tillräckligt varma och lämpliga grödor odlas så kommer dessa insekter att etablera sig och kanske påverka grödorna negativt. Ett exempel är Coloradoskalbaggen som varit ett problem i nordvästra Ryssland de senaste tio till femton åren. Den har blivit allt vanligare längre norrut och kommer att kunna etablera sig när klimatet blir varmare i Sverige. Ett annat exempel är majsbladlusen som antagligen blir allt vanligare med ökad majsodling

och mildare vintrar. Den ställer inte bara till med problem genom att den suger i sig växtsaft; den sprider också vissa mycket allvarliga former av rödsotsvirus till stråsäd.

Mera skador av virus och svampar

I potatis blir det svårare att producera ett virusfritt utsäde, eftersom bladlössen (vektorerna) som sprider virus i potatis blir allt vanligare och uppträder tidigare på säsongen. Detta gäller inte minst i Västerbotten och Norrbotten som nu är mycket viktiga områden för produktion av utsäde med hög kvalitet. Problemen med virussjukdomar ökar troligen också i höstoljeväxter, höstvete och höstkorn.

Även svampsjukdomar kommer att få större betydelse. Rostsjukdomar och gräsmjöldagg på stråsäd är några exempel. Potatisbladmögel ökar antagligen i områden med riklig nederbörd under växtsäsongen, men kan minska något i betydelse i de sydöstra delarna av landet där man förväntar sig torrare klimat. Vissa fusariumsvampar på stråsäden kan komma att öka, och det påverkar förekomsten av mykotoxiner (gifter utvecklade av svampangrepp) i spannmålen.

Växtsäsong året om i södra Sverige

Vilka grödor kommer vi då att odla i framtiden i vårt

land? I Götalands slättbygder kan det vara vegetationsperiod hela året om i slutet av 2000-talet, och i de södra delarna betydligt tidigare än så. Vegetationsperioden har sedan 1990 redan ökat med tre veckor i den här delen av landet. Med hjälp av växtföljden anpassar bonden valet av gröda till odlingsförutsättningarna. Enligt äldre tiders jordbrukslära skulle en växtföljd vara den ordning olika grödor bör följa för att jorden ska lämnas i bästa skick åt nästföljande gröda, vid olika odlings- och klimatförutsättningar. I detta ingår faktorer som ogräs, skadegörare, mullhalt, näringsförråd och markstruktur för ett uthålligt utbyte såväl skördemässigt som ekonomiskt. Det innebär alltså att förutsättningarna för en växtföljds utformning i olika grad skiljer sig åt mellan regioner och gårdar i landet.

I en fyraårig växtföljd i till exempel Skåne odlas idag ofta i tur och ordning: 1) sockerbetor, 2) vårkorn, 3) höstvete/höstoljeväxter eller i stället någon vårgröda som potatis/ärtor eller åkerbönor, samt 4) höstvete.

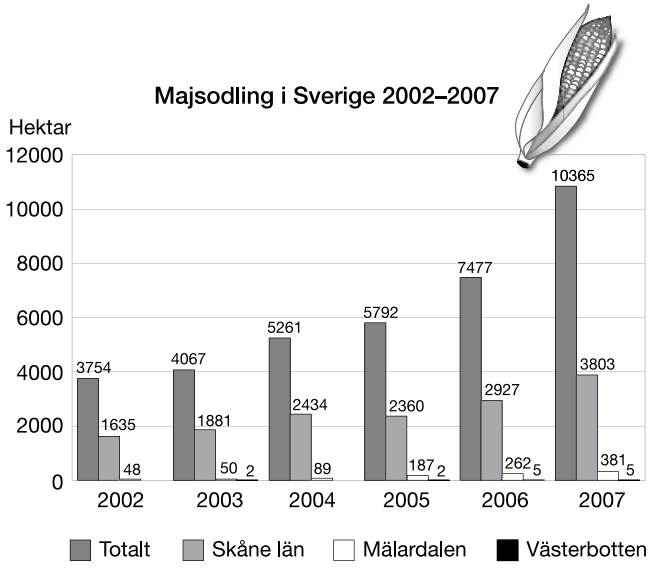
En längre vegetationsperiod kommer att innebära att det mellan skörden i juni/juli och höstsåddden i oktober/november mycket väl kan bli en period på upp till tre månader där åkermarken ”friställs”. Frågan är vad den ska fyllas med. Hur blir odlingsförutsättningarna? Mindre gårdar kan kanske ha en

gröda av grönsakskaraktär, men sådana är arbetsintensiva och marknaden per gröda är relativt liten och mättas fort. Ett annat alternativ är att odla en gröngödslingsgröda som samlar kväve och sedan plöjs ner. Man kan också använda perioden till att bekämpa ogräs eller andra markförbättrande åtgärder. Här måste idéerna få flöda fritt.

I en framtida växtföljd med mer höstsådd samt nya grödor, där majs är den som troligen kommer att öka mest, skulle utformningen kunna bli följande: 1) majs, 2) höstkorn/hösthavre, 3) höstraps följt av grönsaker/gröngödslingsvall, 4) växelvete/höstvete med fånggröda/gröngödslingsvall, samt 5) höstärtor/höstbönor med fånggröda. Majs, höstraps, höstkorn, frukt och bär framstår i dagsläget som vinnarna i denna region.

Majs och höstgrödor i Mälardalen

I Mälardalen har vegetationsperioden ökat med ungefär en och en halv vecka sedan 1990, och förändringarna kan bli dramatiska i framtiden. Med de rätta förutsättningarna skulle Mälardalen om 30–40 år kunna bli som Wisconsin, med stora majsodlingar som bas för omfattande lokal mjölk- och köttproduktion. Det bör också finnas förutsättningar för en lokal bär- och grönsaksmarknad i denna tätbefolkade del av landet.



Majsarealen har i Sverige under 2000-talet ökat från knappt 4 000 hektar till närmare 15 000 hektar 2008. Största ökningen har skett i Skåne, Halland och Kalmar län.

En vanlig fyraårig växtföljd i Mälardalen är idag: 1) vårkorn, 2) havre/vårraps, 3) höstvete, samt 4) höstvete. Idag odlas också en del Salix i Mälardalen för energiändamål. Men det är mycket oklart vilka grödor som har bäst förutsättningar på en framtida energimarknad när det gäller bland annat avsättning och miljönytta. Om nuvarande höga priser på livsmedelsråvaror består får energigrödor svårt att konkurrera om åkermarken. En intressant fråga är också vilken framtida ambition vi har att producera vår egen mat i en globaliserad värld, som på intet sätt

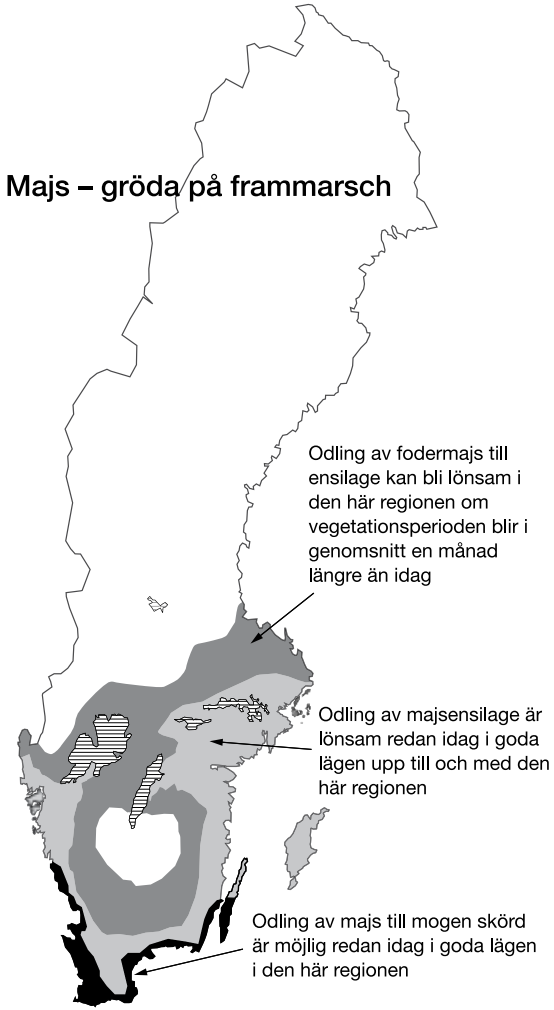
kan tas för given. Jordbruket ställs också inför andra krav som utformare av ekosystem, miljötjänster och landskap. Ett helhetstänkande behövs!

Vinnare i Mälardalen kommer troligen att bli höstraps och höstkorn, och dessutom kommer majsen successivt in i allt större omfattning. I slutet av 2000-talet skulle en typisk växföljd kunna bli: 1) vårkorn, 2) höstraps, 3) höstvete/höstkorn med klöverinsådd/fånggröda, 4) klöverfröodling/foderärtor och -bönor, samt 5) majs med fånggröda.

Mer stråsäd i Västerbotten

I Västerbottens kustland odlas idag nästan bara vall och vårkorn. Vallen upptar ofta tre av fem år i växtföljden: 1) vårkorn, havre/ärtor, grönfoder, 2) vall, 3) vall, 4) vall, och 5) vårkorn. Vegetationsperioden i Västerbotten är fem månader idag. I slutet av 2000-talet kan den bli uppåt nio månader. Årsnederbörden kommer att öka med i storleksordningen 200 millimeter per år jämfört med idag.

I slutet av 2000-talet när temperaturen på vintern ligger kring noll och det omväxlande töar och fryser så ökar påfrestningarna på de övervintrande grödorna. Detta påverkar vallarnas livslängd, och andelen tvååriga vallar istället för treåriga kommer att öka. Det kan också bli en viss övergång från vall- till



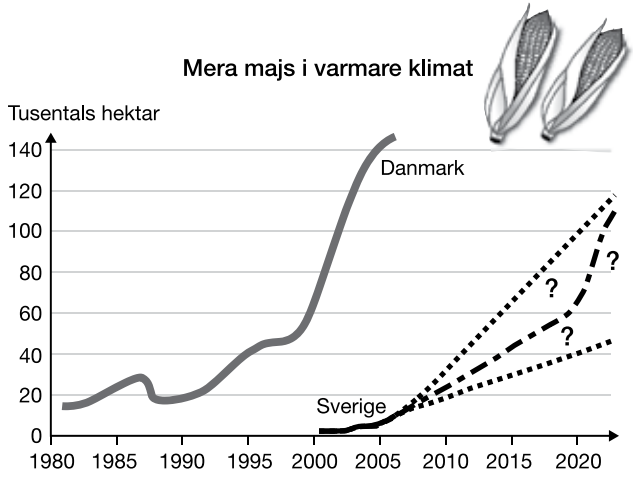
Majs är en gröda på frammarsch. Kartan visar förutsättningarna för majsodling dels idag, dels i ett tänkt tioårsperspektiv.

stråsädesodling med ökad andel höstsådd, främst rågvete. Våroljeväxter etablerar sig som en mer permanent gröda. En tänkbar växtföljd skulle då kunna se ut så här: 1) vårkorn, 2) vall, 3) vall, 4) rågvete med fånggröda, samt 5) havre/vårvete, vårrybs med fånggröda.

Majs som foder – och kanske popcorn

Majs är en förträfflig fodergröda, med större grönmasseskörd per år än vad den traditionella vallen ger. Majsen skördas dessutom vid ett enda tillfälle medan vallen skördas två till tre gånger per år, vilket är en klar fördel när det gäller arbets- och drivmedelsåtgång. Majs kräver dock mer bekämpningsmedel än vad vallen gör och har dessutom inga kvävefixerande bakterier på rotknölarna som klöver och andra vallbaljväxter har. Det innebär att den måste kvävegödslas.

Majs går att kombinera med vallgräs så att fodret blir näringsmässigt mer välbalanserat. När det finns omogna majskolvar och till exempel bönor i ensilaget blir det ett mycket bra foder som kan göra oss mer självförsörjande när det gäller proteinfoder och därmed minska sojaimporten. Det kan också ge mindre utsläpp av metangas via kornas utsläpp från foderomsättningen. Dagens majssorter mognar lite sent, men med nya sorter kan det säkert innebära att vi får se svenska popcorn och majschips på butikshyllorna.



I Danmark har varmare och längre vegetationsperiod under de senaste tjugo åren skapat biologiska förutsättningar för ekonomiskt lönsam fodermajsodling. Under kommande tioårsperiod skulle ett varmare klimat kunna medföra en kraftig ökning av majsodlingen även i Sverige. Den streckade linjen i mitten till höger visar hur det skulle bli om utvecklingen blev som i Danmark.

Andra grödor som kan bli aktuella som foder i ett varmare klimat är nya lupinsorter och eventuellt sojabönor om vi, som sagt, satsar på växtförädling.

Nya odlingsmetoder och mera förädling

Sammanfattningsvis antas det mildare och på årsbasis regnigare klimatet komma att öka produktionspotentialen i svensk växtodling. Export- och nischmarknader är viktiga för oss. För att potentialen ska utnyttjas behövs det mer gödsling och bevattning, och nya grödor kommer att odlas. Skadegörare antas kunna trivas bättre och behovet av växtskydd kommer att öka. Alternativa odlingsmetoder och förädling behöver utvecklas för att samtidigt kunna öka produktionen och mildra de ökade riskerna på omgivande miljö när det gäller pesticid- och växtnäringsanvändning. Visst växtmaterial kommer att vara GM-växter.

Nyttan med dessa anpassningsbehov behöver kvantifieras bättre inom olika odlingsformer än vi kan idag för att övriga forskningsinsatser ska kunna riktas. Dessutom är de tänkbara effekterna av extrema väderförhållanden som hög värme, långvarig torka och omfattande regn bristfälligt undersökta. Riskexponering mot extremt väder är alltså ett område som bör ägnas uppmärksamhet. Den framtidsbild vi har gett i det här avsnittet avser medelförhållanden för stora områden och relativt långa tidsperioder. Den bygger på många osäkra bedömningar, men beskrivningen av dem har vi för enkelhetens skull utelämnat.

Henrik Eckersten är professor vid Institutionen för växtproduktionsekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet. Han forskar huvudsakligen kring inverkan av väder och klimat på material- och energiflöden i växtodlingssystem.

Håkan Fogelfors är statsagronom i växtodlingslära vid Institutionen för växtproduktionsekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet. Han arbetar idag dels med klimat- och växtodlingsfrågor, dels med åkergräsens biologi och reglering i olika typer av odlingssystem.

Roland Sigvald är docent i växtskyddsekologi. Han arbetar med forskning, utveckling och information när det gäller prognosverksamhet inom växtskydd på Institutionen för ekologi vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Mat och klimat – ett växtgenetiskt perspektiv

Hur ska våra jordbruksgrödor klara påfrestningarna i morgondagens klimat? Vilken roll kommer växtförädling och genteknik att spela? Det kommer att behövas grödor som bland annat klarar extrem torka, högre temperaturer och angrepp från insekter och växtsjukdomar. I framtiden kommer vi med all säkerhet att försöka lösa snabbt uppdykande problem med genteknik. Men för att detta ska fungera behövs det en rad politiska prioriteringar och beslut. Det är hög tid att anta utmaningen, skriver Christina Dixelius.

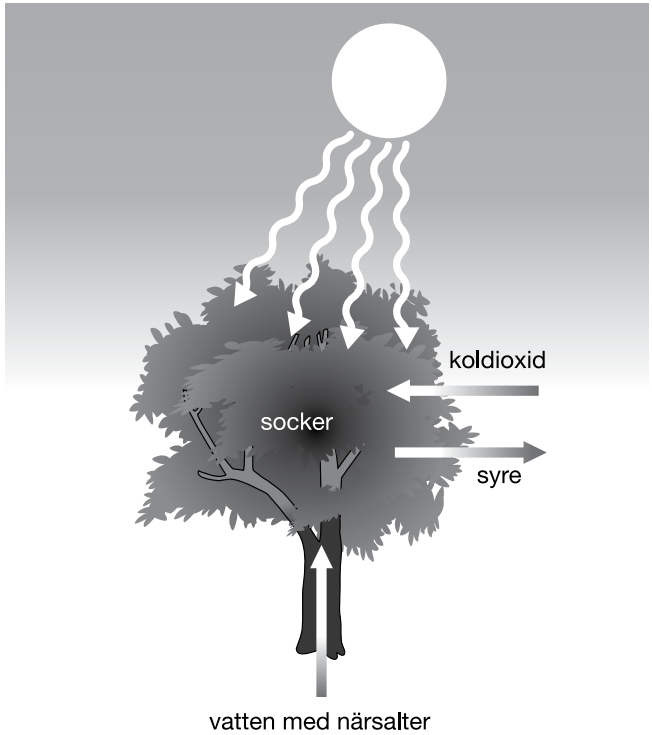
Christina Dixelius, Institutionen för växtbiologi och skogsgenetik, Sveriges lantbruksuniversitet.

Ökade utsläpp av växthusgaser, främst koldioxid, för bland annat med sig att temperaturen stiger och klimatet blir instabilt. Kan våra jordbruksgrödor klara av de nya förutsättningarna? Och hur ska vi via olika odlingsstrategier och tekniska metoder kunna ge alla tillräckligt med mat av hög kvalitet i en värld där befolkningen ökar och efterfrågan på animalieprodukter tilltar?

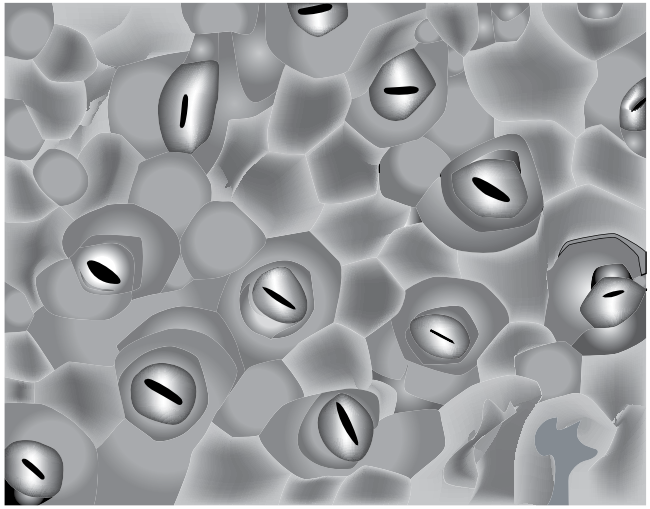
I de tempererade regionerna i världen, till exempel i Sverige, leder ett varmare klimat till längre vegetationsperioder, högre årsnederbörd i form av regn samt torra somrar. I andra regioner av världen leder utvecklingen till ett mycket torrt klimat, i extrema fall ökenutbredning. Här är det nödvändigt att använda grödor som klarar torka mycket bra. Morgondagens klimat kommer också att erbjuda mycket mer av snabba och ombytliga inslag av torrperioder, kraftiga regn, översvämningar och överraskande snöfall eller orkanvindar. Det här betyder att egenskaper som säkerställer odlingssäkerheten kommer att bli allt viktigare. Vad kan växtförädling och genteknik åstadkomma? Det är vad den här artikeln ska handla om i huvudsak. Men först några ord om hur det ändrade klimatet påverkar växterna.

Hur påverkas växter när klimatet ändras?

Koncentrationen av koldioxid i atmosfären blir allt högre. Kommer inte det att gynna växterna? Fotosyntesen bygger ju på att koldioxid och vatten med hjälp av ljusenergi bildar socker och syre (figur 1). Den mest dramatiska effekten av högre koldioxidhalt är att den bidrar till högre temperatur, och när det är varmt stänger växterna sina klyvöppningar för



Figur 1. I fotosyntesen omvandlas koldioxid och vatten till socker och syre. Processen drivs av solenergi.



Figur 2. När det är varmt stänger växterna sina klyvöppningar. Då förlorar de mindre vatten, men samtidigt minskar fotosyntesen eftersom de tar upp mindre koldioxid. Bilden visar bladen hos en tvåhjärtbladig växt som framförallt har klyvöppningarna på bladens undersida.

att minska vattenförlusterna så mycket som möjligt (figur 2). När klyvöppningarna stängs minskar upptaget av koldioxid och därmed fotosyntesen. Det vill säga här har vi en mycket känslig balansgång mellan vattenhushållning och effekten av hög koldioxidhalt.

En minskning av fotosyntesen får som långsiktig konsekvens att de produkter som vi skördar också minskar. Om jorden är torr blir dessutom den näring

som tas upp av rötterna mindre tillgänglig. Näringsbrist hos växten leder till lägre kvalitet på maten. Generellt medför för lite vatten att växten åldras och vissnar snabbare. En växt som lider av torka och näringsbrist är dessutom betydligt känsligare för olika sjukdomar. Ett torrare klimat kan också orsaka anhopningar av salter eller tungmetaller i jorden, något som ger toxiska reaktioner hos växten. Det har vi redan sett när det gäller aluminium och kadmium, och salthalterna ökar i många asiatiska områden där ris odlas. Ute på fälten utsätts växter ofta för många andra påfrestningar än torka, till exempel starkt ljus och hetta. Eftersom växter inte kan flytta sig till skuggan har de utvecklat ett antal sinnrika skyddssystem för att klara av detta. Men när påfrestningarna blir för stora kommer hela organismen att överhettas och vissningsprocesserna startar.

Högre koldioxidhalt har också visat sig ge en drastisk minskning av jasmonsyra i växterna. Detta resulterar i minskad motståndskraft mot insekter och växtskadegörare. Hittills har det inte gjorts särskilt många studier på effekterna av högre koldioxidhalt på växterna, så mer kunskap om detta är att förvänta framöver.

Olika metoder att förändra växter

Jordbruksgrödor har odlats i minst tiotusen år, och människan har från allra första början valt ut det bästa

utsädet till nästkommande odlingssäsong. Detta var början till dagens växtförädling. För att få fram växtmaterial med förbättrade egenskaper finns det olika metoder att tillgå: traditionell växtförädling och genteknik, samt mellanformer där den traditionella förädlingen effektiviseras med hjälp av DNA-analys.

I den allra enklaste formen av traditionell växtförädling korsar man två individer av en växtart som bär på de egenskaper man vill ha. I avkomman söker man sedan rätt på individer som bär på en kombination av föräldrarnas ”goda” egenskaper. Detta kallas selektion. Ett förädlingsprogram kan omfatta ett större eller mindre antal föräldraindivider som kombineras på olika sätt. Detta tar tid eftersom generationstiden från frö till frö kan vara många månader. Så småningom kommer utsäde från utvalda individer att ingå i olika fältförsök, och det allra bästa materialet kan bli certifierat efter officiella sortförsök.

Genteknik i sin allra enklaste form bygger på att man har identifierat DNA-sekvensen för en viktig egenskap, en gen. Därefter kan man med hjälp av olika metoder introducera denna gen i en valfri mottagarart. Detta kallas för transformation. Genteknik kan användas oberoende av artbarriärer, det vill säga gener från majs kan överföras till ris eller andra växtarter. Gener kan också flyttas mellan växter och

bakterier. De transgena plantorna introduceras därefter i förädlingsprogrammen och utvärderas i fältförsök. Genetiskt modifierade växter, GM-växter, skyddas vanligtvis av patent.

I praktiken används många fler och betydligt mer sofistikerade förfaranden i förädling och genteknik. Ett sådant kallas på engelska ”molecular assisted selection” (MAS). Det är en metod för att effektivisera selektionssteget i växtförädling. Det bygger på att man först hittar en DNA-sekvens som ligger fysiskt nära den egenskap man vill föra vidare i förädlingsprogrammet. Denna sekvens kan sedan användas som verktyg för att snabbt leta rätt på avkomma som bär på den önskade egenskapen. Om man är intresserad av gula tomater så behöver man inte längre vänta och se hur tomatfrukterna ser ut på de tusentals plantor som ingår förädlingspopulationen, utan man gör selektionen redan på småplantsstadiet via en enkel DNA-analys, och låter sedan de enstaka positiva individerna gå vidare i det planerade förädlingsprogrammet.

Viktigt att klara torkstress

Torkstress har studerats ingående på molekylär nivå, framförallt i modellväxten backtrav (*Arabidopsis thaliana*). Många gener ingår i processen och bildar tillsammans ett komplicerat nätverk som inte är lätt

att förändra. Men man har identifierat en hormonkontrollerad gen som reglerar mekanismen hos klyvöppningarna. När funktionen av den genen tas bort förblir klyvöppningarna stängda och växten klarar av betydligt torrare klimat. Denna gen i modifierade former ingår idag i flertalet GM-grödor som är på väg ut i fältförsök – majs, vete, ris och sojaböna. Dessutom studeras flera andra grundläggande processer: förändring av osmotisk potential i växtcellen, vattentransportkanaler och olika grupper av gener som har med torka och värme att göra. Alla dessa egenskaper utvärderas nu i en rad transgena grödor och kommer förhoppningsvis att kunna analyseras under fältförhållanden inom en snar framtid.

Ett exempel som ofta lyfts fram i Afrika är NERICA-riset (New rice for Africa). Denna växtförädlingssatsning startade 1992 med att man korsade två risarter, den högavkastande *Oryza sativa* från Asien med den torkresistenta *Oryza glaberrima* från Afrika. Efter ett mödosamt förädlingsarbete vid det afrikanska riscentret WARDA finns nu mycket lovande högavkastande och torkresistent sortmaterial som har distribuerats till lokala småbönder i länder söder om Sahara. I denna region kommer torkresistens att bli mycket viktig för livsmedelsproduktionen. Därför satsas det nu på förädling av *Sorghum bicolor*, en inhemsk afrikansk stråsädesgröda som är närbesläktad

med majs och sockerrör. Den har relativt hög torktolerans, och arbeten pågår nu med att förbättra torktoleransen och samtidigt göra växten resistent mot svampsjukdomar, insektsangrepp och tungmetaller.

Effektivare fotosyntes

Ett sätt att öka produktionen är att förändra fotosyntesreaktionen. Växterna är huvudsakligen indelade i två grupper. Det är dels de som använder fotosyntesenzymet rubisco för att överföra koldioxid till en molekyl med tre kolatomer (C_3-växter), dels en grupp som klarar av överföringen till en molekyl med fyra kolatomer (C_4-växter). C_4-växter som majs, sorghum och sockerrör kan därmed ha högre effektivitet på sin fotosyntes. I ett scenario med stigande årsmedeltemperaturer är det en fördel att ha flera C_4-grödor än de få som finns idag, även om det har diskuterats en längre tid hur stor effektivitetsskillnaden verkligen är mellan dessa två grupper. I dag utgör ris basföda för en stor befolkning framförallt i Asien. Det förutspås att skördarna måste öka med 50 procent fram till 2050 för att undvika omfattande svältkatastrofer. Därför har arbeten påbörjats för att överföra C_4-egenskaper till ris med hjälp av genteknik. Detta är en stor utmaning som vi bör få se resultat av inom en snar framtid om målsättningen ska lyckas.

Det finns en tredje grupp växter som är en C_4-variant, nämligen CAM-växterna. Till den gruppen hör kaktusarna. De stänger klyvöppningarna på dagarna för att reducera vattenavdunstningen men öppnar dem på natten för att fånga upp koldioxid som kan lagras och omvandlas till socker när det åter blir ljust. Ett flertal ökenväxter studeras nu på molekylärnivå för att öka kunskapen om hur de klarar av att överleva under så extremt torra förhållanden.

En annan strategi är att förändra rubiscorelaterade enzymer så att de plockar upp koldioxiden mera effektivt. Idag arbetar man intensivt med att identifiera önskvärda mutationer i den processen.

Nya insekter och växtsjukdomar

Den globala uppvärmningen kommer även att påverka en rad sjukdomsalstrande organismer (patogener) och vi kommer överlag att få ett större sjukdomstryck. Organismer som tidigare inte var sjukdomsalstrande kan i ett nytt ekologiskt sammanhang orsaka skador, och tidigare kända patogener kan få större utbrott eller bygga upp betydligt mer aggressiva stammar som är svåra att bekämpa.

För att hålla kemiska åtgärder på så låg nivå som möjligt satsas det på omfattande resistensförädling på både traditionell väg och via genteknik. Men när

det gäller resistensförädling är kravet att genresurser måste finnas tillgängliga och introduceras i tid för att kunna skapa en mer motståndskraftig gröda, och så är det inte alltid. Svartrostsvampen som angriper vete utgör idag ett stort globalt hot. En mycket aggressiv form hittades i Uganda 1999 och har sedan spritt sig på den afrikanska kontinenten. Idag uppskattar man att endast 1 procent av allt vete i världen har någon form av resistens. Länder som Kina och USA tillsammans med vetecentret CIMMYT i Mexiko arbetar oerhört intensivt idag för att introducera de resistensegenskaper man har kunnat identifiera. Detta material måste utvärderas i fält och därefter krävs att oerhört stora mängder utsäde produceras som ska ersätta allt det gamla materialet. Den stora frågan här är vem som vinner tävlingen – svampen eller människan.

Hur tacklas vind, vatten och salt?

Andra påfrestningar, som vind och översvämning, är inte helt lätt att förädla mot. Här anser de flesta att dränering och olika typer av vattenregleringar ska lösa problematiken. Att satsa på större rotmassa för att klara av kraftiga vindar är inte en framkomlig väg i dagsläget.

Salttolerans är en viktig egenskap, framförallt för ris. I Asien förekommer ofta kraftiga vindar som

sköljer upp salt havsvatten över risodlingarna. Inte minst Bangladesh är hårt utsatt. Det internationella riscentret IRRI på Filippinerna har under en längre tid arbetet med frågan och har nu börjat distribuera nya tåligare rissorter. IRRI arbetar främst med traditionell växtförädling, men börjar alltmer titta på genteknikens möjligheter.

Dagslängd och köldknäppar problem för nya växter i Sverige

Om utvecklingen fortsätter med utsläpp av allt mer växthusgaser så får Skåne om hundra år en vegetationssäsong på tio månader jämfört med sju månader idag. Det nuvarande Skåneklimatet kommer att finnas i Dalarna och en bra bit upp längs Norrlandskusten. Vi kan vänta oss större nederbörd i form av regn, men somrarna kan bli torra. Snöfria vintrar blir allt vanligare i Götaland och Svealand. I södra Sverige kommer vi att kunna odla nya grödor: vindruvor, olivträd, solrosor, nya fruktträd och grönsaker, kanske även bomull. Majs kommer att vara en av de större grödorna i landet.

Framförallt två egenskaper kan behöva introduceras för att nya växtarter ska vara produktiva i Sverige. Det gäller för det första deras möjlighet att växa under våra ljusförhållanden med långa dagar och korta nätter. Exempelvis behöver sojabönan som är

en kortdagsväxt bli dagslängdsneutral för att kunna odlas med framgång i Sverige. För det andra kommer det att förekomma mer eller mindre sporadiskt långa köldperioder. För att klara detta bör köldtålighet introduceras i grödorna om man inte vill ta risken att skörden blir dålig vissa år. Båda dessa egenskaper blir allt viktigare ju längre norrut i Sverige vi kommer.

Får vi perenn stråsäd på svenska åkrar?

De grödor vi odlar idag kommer naturligtvis att kunna förskjutas norrut. I dag odlas inte höstvete norr om Dalälven, men det kommer vi att kunna göra om hundra år. Längst i söder kan det däremot bli för varmt för höstgrödor som kräver en viloperiod under vintern. Den längre odlingssäsongen innebär att vi i Sverige kan ta flera skördar per fält och år. Men detta kräver väldigt intensiva odlingsinsatser med näring och ogräsbekämpning. Förutom ekonomiska aspekter måste vi tänka på att bygga upp odlingssystem som inte stör den omgivande miljön. Genom att hålla marken täckt med vegetation och undvika alltför mycket jordbearbetning kan man komma långt. Man skulle kunna tänka sig att introducera flera perenna jordbruksgrödor, till exempel perenn stråsäd, men det kräver ett omfattande arbete som antagligen omfattar både traditionell växtförädling och molekylära insatser.

I Sverige har vi varit förhållandevis förskonade från stora angrepp av insekter och sjukdomsalstrande mikroorganismer som svampar, bakterier och virus. Det beror på att de som lyckats sprida sig över Öresund och Östersjön inte har klarat av de låga temperaturerna på vintern. Här kommer vi att få uppleva en kraftig förändring. Nya arter kommer att kunna etablera sig i Sverige, till exempel Coloradoskalbaggen som är en svår skadegörare på potatis och tomat (figur 3). Stormar kan föra med sig en lång rad nya mikroorganismer. Genom den längre vegetationsperioden ger vi dem också chansen att producera många fler generationer per år. Det gör att de snabbare kan anpassa sig till odlingsmiljön i Sverige och därmed orsaka stora skador. För att undvika stora kemiska insatser kommer det att krävas en rejäl satsning på resistensförädling.

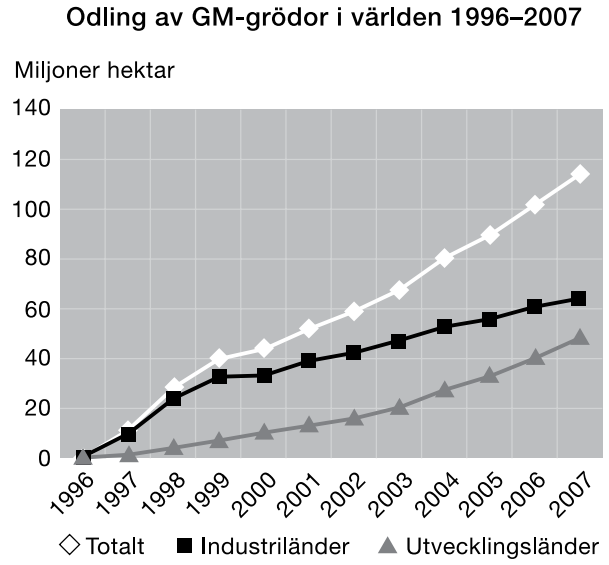
I Sverige odlar vi idag mycket få sorter som består av helt svensk arvsmassa. Växtförädling och genteknik är internationell verksamhet. I framtiden kommer vi i vårt land i många fall att kunna introducera sortmaterial framtagna i andra länder utan större problem.

GM-odlingen ökar i världen

Det kommer att krävas tillgång till internationella genresurser för att klara av utmaningen att producera mer på mindre landareal för att möta befolkningsökning och krav utifrån högre levnadsstandard.

Figur 3. Coloradoskalbaggen (Leptinotarsa decemlineata) kommer att kunna etablera sig i Sverige när klimatet blir varmare. Det finns ingen bra naturlig resistens, och insekten anpassar sig snabbt till insekticider. Här finns lovande fältförsök med genteknik, till exempel utnyttjas en gen från en jordbakterie.

Men detta är inte helt lätt eftersom konventionen om biologisk mångfald (CBD) från 1992 ger varje land suverän rätt över sin flora; det har redan lett till många rättsligt komplicerade processer. Det är framförallt den konventionella växtförädlingen som drabbas. GM-grödor ligger vanligen under patent, men inte heller de har varit enkla att introducera juridiskt. Men olika intressegrupper börjar utveckla samarbetsavtal och licenser som förenklar den rättsliga ägarsituationen och utnyttjandet av förädlingsmaterial. Odlingen av GM-grödor i världen ökar stadigt, inte minst i Asien (figur 4).



Figur 4. Odlingen av GM-grödor har ökat stadigt i världen under perioden 1996–2007. Stora GM-grödor i världen är majs, sojaböna, bomull, ris och vete, men många andra grödor är på frammarsch inklusive grönsaker, blommor och träd. Tidigare dominerade GM-grödor som gjorts toleranta mot herbicider (ogräsbekämpningsmedel), men det som händer nu är att dessa minskar på bekostnad av att helt andra egenskaper kommer ut på marknaden. (Källa: James Clive 2007, GM statistics, ISAAA)

Vi kommer med all säkerhet att få se en mycket större integrering av molekylärgenetiska metoder, genteknik och traditionell växtförädling inom en snar framtid. Vi upplever idag ett enormt informationsflöde när det gäller DNA-sekvenserade genuppsättningar. Praktiska tillämpningar av det vi kallar

”genomik” är bara i sin början. Många av de olika växtfysiologiska processer som tagits upp i artikeln är välstuderade på molekylnivå, och mycket arbete ligger i startgroparna när det gäller framtagande av GM-grödor baserat på den kunskapen. Det kommer att dröja mellan fem och tio år innan vi kan se utvärderingar från fältförsök av sådant material.

Hög tid att anta utmaningen

I framtiden kommer vi med all säkerhet att försöka lösa snabbt uppdykande problem med genteknik istället för med traditionell växtförädling som kan ta 15–20 år. Förutsättningen är att genresurser finns tillgängliga. Vi kommer också att se helt nya typer av gentekniska lösningar. Slutligen måste vår framtida livsmedelsproduktion bli mer anpassad till klimatet. Här börjar vi nu få verktyg för att kunna integrera ekologisk och meteorologisk information med populationsgenetiska modeller, data som sedan kan kanaliseras vidare till experter som arbetar med odlingssystem och växtförädling.

Hastigheten hos både klimatförändringar och hur vi ska anpassa grödorna till en förändrad miljö är dock beroende av en rad politiska prioriteringar och beslut. Det är hög tid att anta utmaningen.

Christina Dixelius är professor på Institutionen för växtbiologi och skogsgenetik vid Sveriges lantbruksuniversitet. I hennes forskargrupp försöker de förstå hur genetiska mekanismer fungerar i växter när de angrips av olika växtskadegörare, framförallt svampar som ger upphov till växtsjukdomar. Formas stöder forskningen som omfattar försvar mot torröta och kransmögel hos oljeväxter, bladmögel på potatis samt i samarbete med Sida växtsjukdomar hos Sorghum.

Lästips

- *Genklippet, Maten, miljön och den nya biologin*, Formas 2003.
- www. vbsg.slu.se
- www.vpe.slu.se
- www.irri.org
- www.cimmyt.org
- www.ipcc.ch
- www.warda.org
- www.isaa.org

Nya krav på djurhållning

Lantbrukets djur kan bli sjukare i ett varmare och fuktigare klimat. Men det blir också fördelar för den svenska djurhållningen, skriver Ann Albihn och Ulf Magnusson. Vi får längre betesperiod som för det mesta är bra för djuren. Samtidigt utsätts de för värmestress och mer smitta från vilda djur. Vaccination, avmaskningsmedel, bättre ventilation i djurstallar, solskydd utomhus, varningssystem för värmeböljor – allt detta är exempel på åtgärder som kan behövas i en djurhållning anpassad till ett nytt klimat.

Ann Albihn, Statens veterinärmedicinska anstalt.

Ulf Magnusson, Institutionen för kliniska vetenskaper, Sveriges lantbruksuniversitet.

När klimatet blir varmare och fuktigare så påverkas mycket i naturen. Ökar då risken för smittspridning från vilda djur, fåglar och insekter till tamdjur och människa? Kan nya smittor komma till Sverige och kan de hålla sig kvar här? Klarar tamdjuren av ett varmare och fuktigare klimat eller blir de stressade och sjukare?

Ändrat klimat ger förändringar i ekosystemen som i sin tur kan ändra förekomsten av infektionssjukdomar. Olika ekosystem är olika känsliga för en klimatförändring, till exempel är artrika ekosystem vanligen tåligare. Våra nordliga relativt artfattiga ekosystem är därför sannolikt känsligare för förändringar än sydligare mer artrika ekosystem. Om antalet djurarter i ett område minskar så ökar sannolikheten för att infektionssjukdomar ska få fäste. Vissa djurarter kommer att vidga sitt utbredningsområde till följd av klimatförändringen och kan då ta med sig sjukdomar till nya områden. Om nya djurbestånd smittas – där ingen skyddande immunitet finns mot sjukdomen – kan det få förödande följder för en art eller ett bestånd. En skyddande immunitet i en vild population tar vanligen ganska många år att bygga upp. Importerade smittor som med dagens klimat inte får fäste i landet kan i ett varmare klimat och med ändrade ekosystem lyckas hålla sig kvar här.

Vektorburna sjukdomar

Vissa sjukdomar sprids med så kallade vektordjur som kan vara insekter, spindeldjur (fästingar och kvalster), fåglar och smågnagare. Sjukdomar som sprids mellan djur och människa kallas zoonoser. Vektorburna sjukdomar är speciellt intressanta med tanke på klimatförändringen. Vektordjurens utbredning och livsmönster påverkas nämligen av klimatet, dels på grund av temperatur och fuktighet, dels på grund av tillgången till föda och vegetation. Fästingen (*Ixodes ricinus*) har dragit nytta av klimatförändringen och från 1980-talet spritt sig norrut längs hela Östersjökusten. Fästingen är vektor för ett antal smittor såsom bakterien *Borrelia* som är ett gissel för människan, och för babesios som är en malarialiknande sjukdom som drabbar nötkreatur. Även en vektors aktivitetsgrad påverkas av klimatet, exempelvis hur ofta den biter och längden på dess aktiva säsong.

Men det är inte säkert att en sjukdom sprids bara för att vektorns utbredningsområde vidgas; även reservoardjur som härbärgerar smittämnet och mottagliga arter måste gynnas i området. En förlängd exponeringstid för smitta kan också bidra till att en sjukdom blir vanligare. För djur kan det vara en längre betesperiod och för människa till exempel en längre svampplockningssäsong. Hur vektorburna sjukdomar

sprids är alltså mycket komplicerat, och dessutom har vi luckor i kunskapen om vad som påverkar smittspridningen och sjukdomens förmåga att hålla sig kvar i naturen. I Sverige ökar dessutom djurhållningen utomhus och därmed riskerar husdjuren att utsättas mer för vektorburna smittor från vilda djur.

Smitta i vatten och mark

Inte bara vektordjur utan också vatten kan sprida smitta. Vid skyfall när reningsverkets kapacitet inte räcker till kan ett vattendrag få motta orenat avloppsvatten och smitta kan spridas till djur, grödor och människor. Kraftiga regn eller höga flöden kan spola gödsel från betesmark till ett vattendrag eller till annan mark. Hur länge smittan i marken finns kvar beror på vilken typ av mikroorganism det gäller. Det beror också på faktorer som temperatur, fuktighet, vegetation och jordtyp. Salmonella och VTEC (verotoxinproducerande *E. coli*) är zoonoser som kan ge bland annat allvarlig diarré hos människa. De är seglivade och kan ibland även tillväxa i naturen och överleva under hela sommarhalvåret. Vissa parasitägg kan finnas kvar i åratal i marken och bakteriesporer i decennier. Vid torka då markytan spricker upp eller vid översvämningar kan bakteriesporer föras upp till ytskiktet och orsaka sjukdomsutbrott. Efter översvämningar ökar risken generellt för infektionssjukdomar, bland annat därför att de sanitära

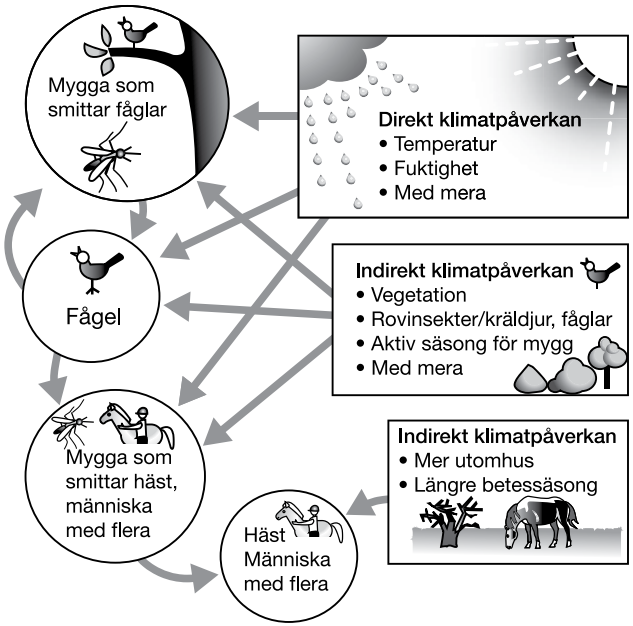
förhållandena försämras och därför att både djur och människor rör sig mer mellan olika områden.

Ett varmare och fuktigare klimat gynnar vanligen parasiter. Fler utvecklingscykler kan hinnas med för vissa parasiter som har ett steg av sin utveckling i naturen. Ökad förekomst av betesparasiter kan bli ett allvarligt problem, främst i ekologisk djurhållning där förebyggande avmaskning inte tillåts, men även för vilda djur. En sorts parasit som kallas leverflundra (*Fasciola hepatica*) ökar i förekomst och det är starkt kopplat till klimatet, men även till restaurering av våtmarker och strandnära beten. Sötvattenssnäckan som ingår som värddjur i leverflundrans komplicerade livscykel gör fuktiga beten utsatta.

Hälsoproblem hos djur och människor

Idag oroar vi oss för introduktion till Sverige av exotiska sjukdomar som blåtunga, ett helt osannolikt scenario för bara några år sen. Denna virussjukdom sprids med svidknott och kan ge hög dödlighet bland får och andra idisslare. Blåtunga har tidigare inte funnits längre norrut än vid Medelhavet, men år 2007 nådde den ända till Danmark. Samma år gjordes en inventering i Sverige som påvisade de svidknottsarter som kan sprida viruset. Ett annat virus, *West Nile*, sprids med myggor och fåglar och kan drabba bland annat hästar och människor med

influensaliknande symtom och ibland även allvarliga symtom från nervsystemet (figur 1). Den har introducerats i nya länder efter perioder av torka eller skyfall. I USA dök den upp år 1999 i New York och spred sig sedan på några år över hela kontinenten. Viruset har också dykt upp i södra Europa under de senaste åren.



Figur 1. Vektorburna sjukdomar kan bli vanligare när klimatet blir varmare och fuktigare. Spridningen är komplicerad och svår att förutse och beror på en rad faktorer, både direkta och indirekta. Bilden visar hur klimatförändringen kan påverka smittspridningen av West Nile-feber.

Många av de i klimatsammanhang intressanta infektionerna är zoonoser, något som understryker den starka koppling som finns mellan djur- och folkhälsa. I regeringens klimat- och sårbarhetsutredning år 2007 gjordes en riskklassning för ett antal infektionssjukdomar, grundad på hur stark klimatkopplingen var och hur allvarliga konsekvenser sjukdomen kunde antas få. För djur i Sverige anses exempelvis babesios och blåtunga ha hög risk och West Nilefeber medelhög risk. Sjukdomarna salmonella och VTEC anses ha låg risk i detta perspektiv. Det senare gäller även leptospiros som orsakas av en bakterie och kan infektera ett stort antal djurslag och även orsaka sjukdom hos människa.

Tillväxten av många bakteriearter i naturen gynnas av varmare och fuktigare klimat. Blöta och leriga beten eller rasthagar ökar risken för ”vanliga” infektioner i klövar, hovar, juver och hud. Platser där rasthagar och kalla lösdrifter tidigare fungerat bra kan då bli olämpliga för viss typ av djurhållning, till exempel när tjälen uteblir till följd av klimatförändringen. Men också mer specifika infektioner som den i tropiskt klimat vanliga bakteriesjukdomen leptospiros kan bli vanligare i exempelvis grisbesättningar med varmare och gyttjigare rastfållor.

Vid värmeböljor drabbas olika djurslag mer eller mindre av värmestress. Vi har idag en viss kunskap

om denna hälsostörning utifrån erfarenhet av hur våra husdjursraser reagerar när de exporteras till tropiska länder. Problemen förstärks när inte heller nätterna erbjuder svalka, och våra djurstallar är sällan byggda för värmeböljor. Fjäderfä och svin som inte kan svettas värmestressas redan strax över 30 grader, med bland annat sänkt äggproduktion hos de förra. Akuta situationer kan uppstå om ventilationen fallerar under en värmebölja; fjäderfä kan dö redan efter någon timme. Effekter av värmestress hos grisar är exempelvis försämrad fruktsamhet hos såväl han- som hondjur. Hos kor märks en lägre mjölkproduktion, och tidiga embryon kan påverkas negativt redan vid 25–30 graders yttertemperatur.

Även fördelar med klimatförändringen

Klimatförändringens betydelse för djurhållningen varierar beroende på produktionssystem, djurslag och geografiskt läge. Efterfrågan på animaliska livsmedel ökar, och Sveriges djurhållning kan på flera sätt gynnas av klimatförändringen. En längre växtsäsong är fördelaktig om det kan ge fler vallskördar och möjlighet att odla nya fodergrödor. Varmare klimat kan medföra enklare stallbyggnader och mer djurhållning utomhus, och det är gynnsamt för både ekonomin och djuren. En lång betesperiod är mestadels bra för djuren – smittsamma virusinfektioner i luftvägar och tarmkanal är vanligast under

stallperioden. Men risken för att djuren utsätts för betesbundna parasiter och vektorburna smittor ökar, och nya sjukdomar som idag inte förmår etablera sig i Sverige kan bli besvärliga att hantera. Angreppen kan öka av mikroorganismer i växande gröda, av mögelgifter i inhemskt producerade foder och av salmonella i den industriella foderproduktionen. Skördeskador kan också bli vanligare när extrema väder blir vanligare.

Minskad eller ojämnt fördelad nederbörd kan ge vattenbrist som kan begränsa djurhållningen i vissa områden, även i Sverige. Stora besättningar, speciellt med mjölkproduktion, kräver säker vattentillgång av god kvalitet. En högproducerande ko dricker mer än hundra liter per dygn. I Sveriges sydöstra delar förväntas lägre grundvattennivåer under hela året, och stora delar av Syd- och Mellansverige kan få ökande problem med sommartorka. Djuren dricker också mer vid varmare väder.

Besättningar med mycket automatiserad skötsel av ventilation, vattenförsörjning, utfodring, mjölkning och utgödsling är starkt elberoende och kan drabbas hårt vid extremväder och elavbrott. Reservelaggregat är ett måste för till exempel mjölkproduktion, men har begränsad kapacitet och driftsäkerhet. Högproducerande djur som ligger på gränsen till vad de kan

prestera är oftast känsligare för störningar i skötseln än djur med lägre produktion.

Trots flera detaljerade klimatscenarier råder stor osäkerhet om hur och när förändringarna kommer att ske. Vidare saknar vi mycket kunskap om hur ekosystemen kommer att påverkas. Djurhållningen ställs inför en hel del nya svårigheter, men i Sverige kan den som sagt även komma att gynnas. För att ta vara på denna konkurrensfördel är det mycket viktigt med anpassning, men vi behöver mer kunskap om dagens hälsoläge i ekosystemen och bland vilda och tama djur. Om vi tidigt kan se förändringar i naturen kan vi lättare förstå konsekvenserna av den pågående klimatförändringen. Här måste forskare från olika ämnesområden samverka mer.

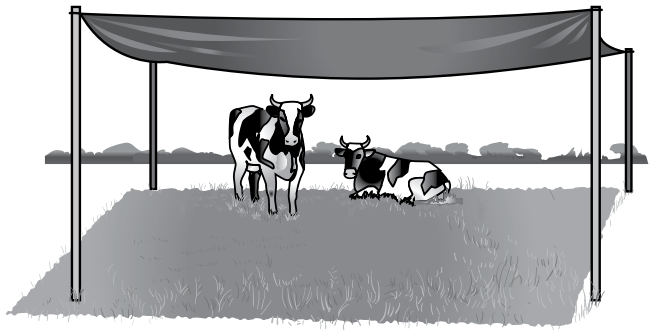
Övervakning och anpassad produktion

Det är befogat med skärpt vaksamhet mot nya infektionssjukdomar. Veterinärer och läkare, men även zoologer, djurägare, jägare och fågelskådare måste hela tiden vara på sin vakt och hålla sig uppdaterade om aktuella sjukdomar och symtom eller miljöförändringar. Om man kan upptäcka en sjukdom i tid så kan man lättare förhindra att den sprids.

Det finns ett globalt nätverk för sjukdomsövervakning men det är inte heltäckande i alla länder.

Tidig varning för en sjukdom kan ge oss tid att vaccinera djuren. Sverige köper nu till exempel vaccin mot bluetongue för att ha i beredskap. Vaccination mot vissa sjukdomar kan dock utgöra handelshinder för handel med djur och animala livsmedel. Ökade problem med betesparasiter kan komma att kräva ökad användning av avmaskningsmedel och ändrade skötselrutiner.

Djurstallar har varit viktiga för att skydda djuren från kyla och snö, men nu blir det också viktigt med skydd mot värme och fukt. Högre luftfuktighet i stallar och blöta djupströbäddar gör en bra ventilation ännu viktigare, både för gott stallklimat och för problemfri foderlagring utan tillväxt av mögel och bakterier. Byggnormer, inhysningsformer och



Figur 2. I ett varmare klimat kan det bli aktuellt med solskydd för beten och rasthagar utan skugga.

djurskyddsregler kan också behöva anpassas till ett varmare och fuktigare klimat. Solskydd kan bli aktuellt för beten och rasthagar utan skugga (figur 2). Vidare kan djurhållningen behöva varningssystem för värmeböljor och knottinvasion liknande det som redan finns för stormar och översvämningar. Möda och pengar som läggs på forskning och utveckling av anpassningsåtgärder kan komma att visa sig vara en mycket god investering för framtiden – om vi på det sättet lyckas förhindra sjukdomsutbrott och hälsoproblem.

Ann Albihn är veterinär och docent i miljö och smittskydd, och verksam vid Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA). Hennes forskning gäller smittspridning via miljön och vid kretslopp av gödsel och olika sorters biologiskt avfall i livsmedelskedjan. Hon har anslag från Formas för ett projekt om miljövänlig inaktivering av läkemedelsrester och patogener i urin och fekalier för uthållig växtnäringsåterföring.

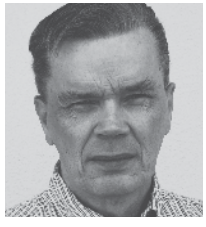
Ulf Magnusson är veterinär och professor i husdjursreproduktion vid Sveriges lantbruksuniversitet. Hans forskning gäller hur miljögifter och smittämnen påverkar fortplantningen hos djur. Han har anslag från Formas för ett projekt om infektionssjukdomar hos husdjur och hur de påverkas av djurhållning, klimatförhållanden och den vilda faunan.

Lästips

• *Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter. Slutbetänkande av Klimat- och Sårbarhetsutredningen*. SOU 2007:60. Bilaga B34 Hälsoeffekter av en klimatförändring i Sverige. (www.regeringen.se/content/1/c6/08/93/34/4ccbfb50.pdf)

Mindre metan från högavkastande kor

Hur kan vi minska metanutsläppen från idisslare? Försök med fodertillsatser eller manipulering av tarmfloran har inte slagit väl ut, skriver Jan Bertilsson och Gunnar Börjesson. Däremot är det bra med högavkastande kor som får koncentrerat foder eftersom fiberrikt vallfoder ger mera metan. Det finns dock risk att metanutsläppen ökar om antalet mjölkkor fortsätter att minska samtidigt som köttkonsumtionen ökar; rena köttdjur är sämre ur klimatsynpunkt. Men djur ger också fördelar i landskapet. Kanske ska jordbruket få ha en lite större del av ”utsläppskakan” än idag?



Jan Bertilsson, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet.

Gunnar Börjesson, Institutionen för mikrobiologi, Sveriges lantbruksuniversitet.

Av alla växthusgaser som släpps ut i Sverige kommer cirka 15 procent från jordbruket, räknat som koldioxidekvivalenter. Metan står för ungefär en tredjedel av jordbruksutsläppen. Av denna metangas kommer den helt dominerande delen från djurens foderomsättning och en mindre del från lagring av gödsel. Eftersom en stor del av det som odlas i Sverige används som djurfoder, kan en rimlig siffra för den svenska djurproduktionens bidrag vara drygt 10 procent av de växthusgaser som släpps ut i landet.

Av de globala metanutsläpp som beror på människan står idisslarna för cirka 25 procent (se Christel Cederbergs artikel). I Sverige är nötkreatur det helt dominerande djurslaget när det gäller metanutsläpp. Utvecklingen under den senaste tjugoårsperioden har varit att djurantalet minskat drastiskt samtidigt som mjölkproduktionen per djur har stigit. Samma mängd mjölk produceras nu av betydligt färre kor. Därmed har också djurens bidrag till produktionen av växthusgaser minskat i Sverige, samtidigt som det ökat globalt. Frågan är nu vad som går att göra för att minska idisslarnas metanutsläpp.

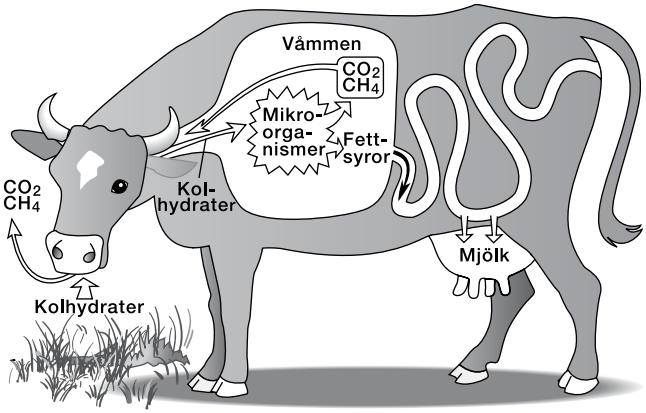
Metangas bildas i biologiska processer som kallas jäsning, rötning eller fermentering. I dessa processer bryter en serie mikroorganismer gradvis ner större

organiska ämnen. Processerna kan ske överallt där organiskt material ansamlats under syrefria förhållanden. Slutprodukten är biogas som består av hälften metan och hälften koldioxid.

Fiberrikt foder och lågavkastande kor ger mera metan

Alla idisslare har förmågan att utnyttja sådant som människan inte kan utnyttja, till exempel gräs och olika fiberrika biprodukter från livsmedelsindustrin. Det gäller både tama idisslare som nötkreatur, får och getter, och vilda idisslare som älg och hjort. Förutsättningen för att kunna utnyttja sådana produkter är att dessa djur är utrustade med förmagar där nedbrytningen av fodret till stor del sköts av mikroorganismer, det vill säga bakterier, protozoer och svampar. Den viktigaste av dessa förmagar är våmmen, som hos en mjölkko kan rymma mer än hundra liter.

En mycket stor del av kornas foder är uppbyggt av kolhydrater som cellulosafibrer, stärkelse och socker. Vid mikrobernas nedbrytning av dessa ämnen bildas fettsyror, huvudsakligen ättiksyra, propionsyra och smörsyra. Kon kan använda fettsyrorna som energikälla eller för att bygga upp kropps- och mjölkfett. Eftersom miljön i våmmen är syrefri och det är överskott av väte och kol så bildas förutom koldioxid även metan (figur 1).



Figur 1. Vämmen är en av kons fyra magar. Där bryts kolhydrater ner till fettsyror. Det bildas också koldioxid och metan, två växthusgaser som kon släpper ut via nosen. Fodrets sammansättning har betydelse för hur mycket metan som bildas – ju mer grovfoder, desto mera metan.

Hur mycket det bildas av de olika fettsyrorna har betydelse för hur mycket metan som bildas. Stor andel ättiksyra ger förhållandevis mera metan. Det bildas mera ättiksyra om fodret innehåller mycket fibrer som i gräs och hö, det vi brukar kalla grovfoder. Koncentrerade fodermedel, som spannmål, ger däremot mera propionsyra och därmed mindre metan. Det här är ett exempel på en av de intressekonflikter som finns. Man vill gärna ge kon stor andel gräsbaserat foder (vallfoder) eftersom det är hennes naturliga foder och främjar hennes hälsa och välbefinnande. Kor som betar är också en förutsättning

för många hotade växters och djurs överlevnad. Samtidigt ger alltså den typen av utfodring upphov till mera metan.

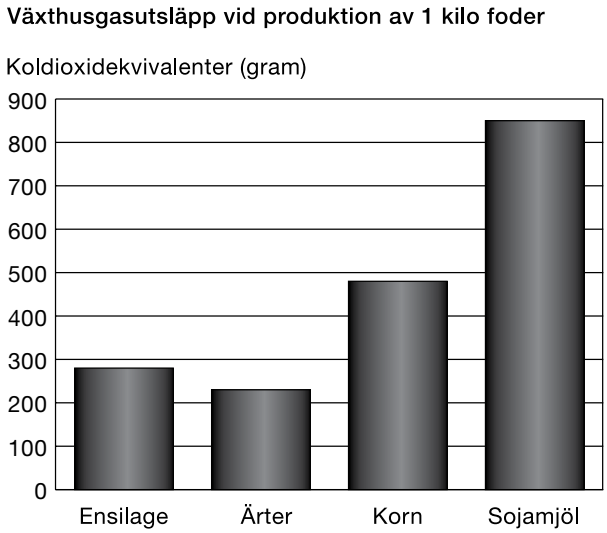
Olika undersökningar har också visat att räknat per kilo produkt (mjölk eller kött) blir mängden metan högre när djuren producerar lite än när de producerar mycket. Det beror delvis på att man vid högre avkastning hos djuren använder mer koncentrerat foder. Det hänger också ihop med att det behövs flera djur för att få fram en viss mängd produkter om produktionsnivån är lägre. Djuren använder alltid en viss mängd foder för att upprätthålla basala livsprocesser, och den basanvändningen blir proportionellt större vid låg avkastning.

Hemodlat foder bättre än sojamjöl

Djurens foderomsättning är bara en av de processer i husdjursskötseln som ger upphov till växthusgaser. Även odlingen av foder har stor betydelse, dels genom direkta utsläpp, dels indirekt genom att man hugger ner koldioxidbindande skog för att ge bete och odla foder till djuren. Om det är regnskog man hugger ner blir effekten stor.

Valet av fodermedel betyder också mycket med tanke på utsläpp av växthusgaser. I figur 2 visas några exexempel på hur många gram koldioxidekvivalenter

som produktion av ett kilo foder (torr vara) ger upphov till. Med tanke på att en ko äter mellan 15 och 30 kilo torrsubstans foder per dygn inser vi att det har stor betydelse vilket foder som väljs. Hemodlat foder som ensilage, korn och ärter ligger bra till, medan sojamjöl ligger betydligt sämre till. Om man dessutom tar med den miljöpåverkan som sojamjölet ger upphov till där det odlas blir anledningen att välja närodlat av miljöskäl stor.



Figur 2. Valet av foder har stor betydelse med tanke på de utsläpp av växthusgaser som sker vid produktion av fodret. Sojamjöl är ingen höjdare, utom när det gäller stapelns höjd i diagrammet.

Växthusgaserna metan, koldioxid och lustgas bildas också under lagring av gödsel. Att utvinna biogas ur gödsel är ur miljösynpunkt alltid positivt. Det kan dessutom ge ett energitillskott som inte är att förakta. För att utvinna biogas ur gödsel finns det enkel teknik som används i många utvecklingsländer där gasen används i hushållet för matlagning. I vissa europeiska länder subventioneras produktion av biogas från gödsel och jordbruksgrödor.

Osäker statistik för metanutsläpp

Sedan cirka femton år tillbaka år rapporterar Sverige sina utsläpp av växthusgaser till FN:s klimatkonvention. Rapporterna grundas på beräkningar som är ganska schablonmässiga när det gäller den del som kommer från djur. Det är endast för kor som det görs ett försök att göra beräkningar från verkliga produktionsförhållanden. För mjölkkor och dikor tas hänsyn till foderåtgång och fodersammansättning. Med ledning av det räknar man ut hur stor andel av fodret som kan beräknas omvandlas till metan. De samband som används i klimatrapporteringen bygger på gamla mätningar som gjorts under helt andra produktionsförutsättningar än de som gäller i modernt svenskt jordbruk. För övriga djurkategorier används rena schablonvärden.

En metod att mäta hur mycket metan som kommer från en ko är att stänga in djuret i ett lufttätt rum, en respirationskammare. Alla gaser från djuret samlas upp genom styrd ventilation. Men att stå ensam i ett slutet rum är inte normalt för ett djur. Därför kan man misstänka att man ofta får onormala värden med den här metoden, bland att på grund av att djuret inte äter normalt. På senare år har man utvecklat en mer tillförlitlig teknik där gas samlas upp i en slang framför nosen på djuret och koncentrationerna av både metan och koldioxid lätt kan beräknas. I den här metoden placeras en ampull med en spårgas i våmmen hos kon. Ungefär 90 procent av metangasen går ut via nosen, och av de 10 procent som går ut bakvägen har det mesta bildats i våmmen. Genom att placera ampullen i våmmen fångar man därför upp 98 procent av kons metanproduktion. Ampullen kan användas upp till ett år, och det gör att samma djur kan studeras vid flera tillfällen, till exempel i försök med olika foderstater och även på bete utomhus. Ett indirekt sätt att beräkna metanproduktionen är att analysera mängden fettsyror i våmvätskan. I synnerhet ättiksyra och smörsyra används av de metanbildande mikroorganismerna, och mängden av dem kan därför antas vara proportionell mot mängden metan som bildas.

FN:s klimatpanel IPCC har gjort en tabell över beräknade metanutsläpp från olika djurslag i olika åldrar.

Eftersom svenska djur är mycket mer produktiva än medeltalet i Europa och eftersom IPCC dessutom baserat det hela på gammalt material så kan avvikelserna vara stora. Felmarginalen kan säkert vara plus/minus 25 procent. I Sverige har det överhuvudtaget inte gjorts några mätningar på klimatgaser från individuella djur. Detta är en förutsättning för att man på sikt ska kunna jobba med att minska utsläppen och också verifiera de beräkningar som används idag.

Inte enkelt att minska metanutsläpp

För att minska metanutsläppen från djur har man gjort försök med tillsatser av olika ämnen, till exempel oljor och andra fetter som hämmar metanbildande mikroorganismer. Nackdelarna har hittills övervägt, bland annat lägre produktion, sämre kvalitet på mjölken och sjuklighet hos djuren. Tillsatserna är dessutom dyra. Man har spekulerat om möjligheterna att manipulera djurens våm- och tarmflora, men hittills har detta inte varit framgångsrikt. Det är inte en slump att mikroberna under årtusenden har utvecklat ett samspel med värddjuret, till exempel kon.

Det som hittills har gett bäst resultat är den utveckling mot allt färre men allt mer produktiva djur som vi har haft i snart hundra år i vår del av världen. Orsakerna är de förbättringar som skett inom avel, utfodring och veterinärmedicin. Problemet är nu att

vi börjar få så få mjölkkor att nötköttsproduktionen baserad på dessa och deras kalvar inte räcker till vår konsumtion. Om antalet mjölkkor minskar ytterligare behövs det också självrekryterande köttdjur, det vill säga dikor som producerar en kalv per år, men ingen mjölk. Dikorna är mycket sämre ur klimatsynpunkt än mjölkkorna. Den här utvecklingen medför att utsläppen av växthusgaser från djurproduktionen ökar.

Stallgödselhanteringen förtjänar också uppmärksamhet. Emissioner av växthusgaser kommer både från gödselanläggningar och vid gödselspridning på åkermark. Ett sätt att begränsa dessa emissioner är att använda gödseln i biogasproduktion för att framställa drivmedel. Gödsel från idisslare innehåller inte mycket energi, men genom att kombinera stallgödsel med andra substrat kan energiinnehållet utnyttjas bättre samtidigt som man får en stabilare restprodukt. Rötresten kan sedan återföras till åkermarken.

FAO-rapporten ”Livestocks’ long shadow” visar att cirka 90 procent av klimateffekterna från husdjurssköteln kommer från länder utanför Västeuropa och USA. Antagligen skulle det vara mycket mera kostnadseffektivt att använda resurser för att ge lantbrukarna i tredje världen en effektiv djurproduktion

än att sänka metanproduktionen ytterligare hos de svenska korna.

Djurproduktion med både fördelar och nackdelar

Vilket är bäst ur klimatsynpunkt – konventionell eller ekologisk mjölk- och köttproduktion? Svaret är inte helt självklart. Den konventionella produktionen innebär lägre utsläpp från djuren medan utsläpp från foderproduktion kan vara hög. Den ekologiska produktionen belastas inte av de utsläpp som kommer från handelsgödsel och bekämpningsmedel. Däremot kan åtgången av fossila bränslen vara högre på grund av mera traktorkörning och lägre produktion per arealenhet. Vad som är bäst totalt är inte lätt att säga med dagens kunskap. Det är också mycket stor variation inom systemen. De försök till beräkningar som gjorts visar att skillnaderna mellan systemen totalt sett är små och inte statistiskt säkerställda.

Vi svenskar har ökat vår köttkonsumtion med 40 procent de senaste åren. Importen av kött har ökat gott och väl i takt med ökningen av konsumtionen. När vi konsumerar svenskt kött drar vi samtidigt nytta av de fördelar som djurproduktion kan ge. Vi får ett öppet landskap och biologisk mångfald på köpet. I slutändan måste vi väga ihop för- och nackdelar med olika verksamheter. Det kanske inte är helt onaturligt att jordbruket måste få ha en relativt stor

andel av de utsläpp av växthusgaser som vi kommer att ha i framtiden. Det viktiga är att se till att minska de totala utsläppen och att de åtgärder som genomförs är genomtänkta och baseras på forskning.

Jan Bertilsson är forskningsledare och docent vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård vid Sveriges lantbruksuniversitet. Han forskar främst inom mjölkproduktion baserad på närproducerat foder. Han har anslag från Formas och Jordbruksverket bland annat för ett projekt om hållbar mjölkproduktion baserad på stor andel vallfoder, samt från MISTRA och Stiftelsen Lantbruksforskning för projekt om mjölkproduktionens inverkan på miljön.

Gunnar Börjesson är forskare och docent vid Institutionen för mikrobiologi vid Sveriges lantbruksuniversitet. Hans forskningsområde är omsättning av metan i olika miljöer, bland annat i samband med mjölkproduktion. Han medverkar i ett EU-projekt som studerar metanoxiderande mikroorganismer i olika biotoper.

Köttproduktion utan djur

För att få bukt med miljöpåverkan från köttproduktion räcker det inte att förbättra jordbruket. Det behövs ett helt nytt sätt att producera kött, skriver Stellan Welin, Johanna Berlin och Julie Gold. De tror att köttproduktion utan djur blir framtidens lösning. Redan om tjugo år kan det finnas i affärerna. Enstaka celler från djur kan odlas i bioreaktorer till kött i olika former. Tekniken kan vi redan från odling av organ för transplantationer. Hur stor klimatpåverkan blir beror på processen och på vad cellerna ”matas” med.

Stellan Welin, Institutionen för medicin och hälsa, Linköpings universitet.

Johanna Berlin, SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik AB.

Julie Gold, Institutionen för teknisk fysik, Chalmers tekniska högskola.

Det finns ett sätt att producera kött som redan har tagit sina första stapplande steg med patent och haft sin första internationella konferens. Det har ännu en viss science fiction-stämpel över sig, men vi tror att det kommer – och att det behövs. Att odla kött från djurceller har utan tvekan framtiden för sig. Det är en teknik som kommer att få mycket ”gratis”. Det finns en parallell aktivitet på den medicinska sidan, där intresset är att kunna odla mänskliga celler till fungerande vävnader och organ för transplantation. Vi tror också att in vitro-metoder för köttframställning skulle innebära att miljö- och klimatpåverkan minskar ganska mycket, men här behövs det mera forskning. Men innan vi ger oss i kast med möjligheter, vinster och risker med köttproduktion utan djur ska vi göra ett kort besök i framtiden.

Skolutflykt till framtidens köttfabrik

Det är en gråkall vårdag en bit in i framtiden. Bussen stannar bredvid en fabriksliknande byggnad i utkanten av staden och skolklassen väller ut ur bussen. Klass 5Q ska efter att ha haft hemkunskap och lagat egna köttbullar nu få se varifrån köttet kommer. Innanför porten möter de anläggningens chef. Alla går in och blir stående framför en stor metallbehållare mitt inne i byggnaden. ”Välkomna till stadens köttproduktion”, säger chefen. ”Det ni ser här är själva

hjärtat i anläggningen, nämligen vår bioreaktor. Men det finns inga djur här. Här gör vi kött utan djur.” En av eleverna räcker upp handen: ”Är det sant att man gjorde kött en gång genom att döda djur? Det har min mamma sagt. När hon var liten ville hon aldrig äta kött.” ”Ja, men det var längesedan”, säger chefen. ”Då fanns det något som hette slakterier. Men det finns inte längre. Istället tar vi små celler från djur och dessa får växa till sig i vår reaktor. En gång i tiden fanns djuren inne i stora byggnader innan de kördes till slakt. Man fick importera maten till dem och de orsakade stora utsläpp av växthusgaser.”

Anläggningschefen berättar att det fanns flera anledningar till att man började göra kött utan djur: ”Ett var problemet med klimat- och miljöpåverkan. Det krävdes mycket resurser för att föda upp djur inomhus. Våra celler behöver inte lika mycket resurser. Köttkonsumtionen ökade också när fattiga länder blev rikare. Det skulle helt enkelt krävas enorma anläggningar med djur inomhus för att klara efterfrågan på kött. Eller så högg man ner regnskogen för att få betesmark till djuren. En annan anledning var att man lärde sig att odla mänskliga organ från celler. När man väl kunde odla ett mänskligt organ, en muskel till exempel, för att operera in så var det förstås lätt att odla djurorgan för att äta. Muskeln som ska opereras in måste kunna användas, den ska

fungera med nervanslutningar och annat. En muskel som ska ätas behöver inte kunna röra sig, det är mycket enklare."

Så får klassen gå runt och titta. Det är inte så mycket att se. Det mesta händer inne i bioreaktorn, men de får titta i rummet där köttet processas efter bioreaktorn och sedan rullas upp ungefär som pappersrullar. Köttet körs sedan ut till affärerna där det delas upp i lämpliga längder. Den här reaktorn producerar ett par sorters kött, men den går att ställa om till andra sorter. Anläggningschefen berättar att inför sommaren planerar man att lansera en helt ny sorts flintastek med en spännande smak som ska vara särskilt lämpad för grillning.

Klassen får också gå in i fabrikens lilla utställningslokal. Där finns annonserna från in vitro-köttets barndom att beskåda. "Det var svårt i början", berättar anläggningschefen. "Folk var skeptiska och tyckte det var onaturligt. I början var in vitro-kött också ungefär lika dyrt som vanligt kött. Det var inte som nu när köttet har blivit billigt. Affärerna var rädda för att ta in sådant kött. Men då kläcktes idén till en annonskampanj som totalt vände trenden. Vi kallade vår produkt 'kött utan lidande' och gjorde en reklamfilm som visade bilder från ett vanligt slakteri. Sedan lade vi till 'och för klimatet skull'. Den

kampanjen gjorde susen. Nu finns det nästan bara in vitro-kött i hela världen, förutom lite frigående boskap."

Här lämnar vi klassen och framtiden. Är detta ett tänkbart scenario? Är det önskvärt? Hur skulle det gå till?

Köttproduktion in vitro – hur går det till?

Det pågår en intensiv medicinsk forskning för att få skadade muskler att återbildas. Förhoppningen är att kunna behandla muskelsjukdomar som till exempel muskeldystrofi. En metod är att implantera en biologisk matris, en sort "byggnadsställning" med eller utan friska muskelceller. Detta har gett lovande resultat, bland annat fungerande muskelvävnad i råttor. Den andra metoden är att ta ut några av patientens celler och föröka cellerna utanför kroppen i en bioreaktor. Cellerna förs sedan tillbaka till patienten.

Dagens köttkonsumtion består nästan uteslutande av muskler från djur, antingen som hela köttbitar eller som produkter från köttfärs. För produktion av in vitro-kött gäller det förstås att välja celler från sådana djur som konsumenterna är vana att äta kött från. Köttet måste också kunna framställas i sådan form att konsumenterna uppskattar det. Det viktigaste för köttproduktion in vitro är tillgången på lämpliga

muskelceller som kan föröka sig och så småningom förvandlas till hela köttstycken eller köttfärs. Antagligen är omogna muskelceller (stamceller) att föredra. Cellerna behöver odlas i ett speciellt odlingsmedium, som innehåller lämpliga näringsämnen, tillväxtfaktorer och andra substanser som gör att de omogna cellerna utvecklas till muskelceller. Från den medicinska forskningen om odling av muskelvävnad vet vi att om cellerna regelbundet sträcks eller stimuleras elektriskt så bildas muskelfibrerna snabbare. De blir också av bättre kvalitet. Allt det här måste göras i en bioreaktor där vi kan kontrollera odlingsmediet, temperaturen, syretillgången och bortförandet av restprodukter.

Slutligen behövs det troligen en yta som cellerna kan växa på. En sådan matris kan vara i den form man önskar av slutprodukten, eller bara små kulor så att muskelcellerna kan fästa och bilda köttfärs. Viktigt är att dessa matriser antingen är naturligt nedbrytbara och har försvunnit när vi ska äta köttet, eller att de är tillverkade av ett material som vi kan äta utan risk, till exempel socker-, protein- och stärkelsebaserade material. Sådana material finns redan och används till matriser för odling av vävnad för medicinskt bruk. Även om man troligen börjar med att odla köttfärs så behövs det utveckling i hur man ska hantera och bearbeta den odlade muskelmassan till

en kommersiell produkt. Vem vet, kanske finns sådant här kött i affärerna eller på McDonalds inom tjugo år.

Miljö- och klimatskäl till ändrad produktion

Dagens köttproduktion har stor påverkan på miljö och klimat, och det är ett viktigt skäl till att in vitro-kött kan bli det vanliga sättet att producera kött i framtiden. En utredning gjord av FN visar att boskap, foderproduktion och gödselhantering står för 18 procent av människans totala utsläpp av växthusgaser i världen. Men på samma gång som djurhållning är negativt för miljön är det också positivt. När det gäller biologisk mångfald uppfattas det som positivt för den svenska miljön med betande djur. I Amazonas i Brasilien är det istället negativt med boskapsuppfödning och foderproduktion, både för den biologiska mångfalden och för klimatet eftersom regnskogen försvinner.

Vid studier av miljöpåverkan från hela livscykeln av köttproduktion (jordbruk, slakteri, affär, hushåll och alla ingående transporter) har det visat sig tydligt att det är jordbruket som påverkar miljön mest. Olika djurslag påverkar miljön olika mycket om man räknar per kilo kött. Vid jämförelse mellan nötkött, gris och kyckling är nötkött det som påverkar växthuseffekten mest; kyckling påverkar minst.

För att få bukt med den traditionella köttproduktionens stora miljöpåverkan räcker det inte att förbättra dagens jordbruk. Det behövs ett helt nytt sätt att producera kött, och då kan in vitro-produktion vara en lösning. Eftersom kött som produceras in vitro inte har något jordbruk i sin livscykel finns det potential för att kött som produceras på detta sätt ska ha lägre miljöpåverkan. Exakt hur mycket klimatpåverkan kommer att minska beror på hur den nödvändiga processen kommer att se ut och på möjligheterna att ”mata” cellerna med material som produceras i närmiljön. Dessutom kommer klimatpåverkan i stor utsträckning att bero på vilken slags energikälla som används. Vid användning av en förnybar energikälla kommer klimatpåverkan att minska mycket jämfört med köttproduktion i jordbruket.

Etiska skäl

De etiska argumenten för att övergå till in vitro-kött har att göra med djurs ställning och vad människan har rätt att göra med djur. En vanlig synpunkt i etikdiskussion om djur är att det är fel att tillfoga djur lidande. Det är en aspekt som har en framträdande roll inom vår djurskyddslagstiftning. Medan alla verkar vara eniga om det viktiga att undvika lidande för djur så går åsikterna isär kring dödande av djur. Några etiker menar att smärtfritt dödande av de flesta djur är etiskt acceptabelt, medan andra avvisar det.

I diskussionen skiljer man ofta mellan enbart upplevande och kännande djur å ena sidan och personer å den andra. Människor är personer, liksom troligen också andra högre primater (till primaterna hör människan och alla aporna). En vanlig tanke är att dödande av djur som inte är personer är acceptabelt, om det sker smärtfritt och det döda djuret ersätts med ett annat (utbytbarhetstesen). Denna tes gäller inte för personer; dessa får inte ens dödas smärtfritt. Personer är inte utbytbara. En annan falang menar att djuren ska behandlas analogt med personer. De ska inte hållas i fångenskap och de ska inte dödas.

En känd kritiker av modern djuruppfödning som Peter Singer ansluter sig till utbytbarhetstesen, men opponerar sig mot dagens köttproduktion på grund av att den orsakar lidande för djuren. Dessutom menar Singer att vi mycket väl kan bli vegetarianer. Men de siffror som finns kring hur köttproduktionen stiger med ökande inkomster tyder på att vi knappast kan räkna det som realistiskt med övergång till enbart vegetarisk föda. Istället bör vi ordna köttproduktion så att den blir etiskt acceptabel och skonsam för miljö och klimat.

Oavsett hur vi ser på djurens ställning känner många obehag inför vissa inslag i dagens djurhantering, som slakterier och transporter. Med in vitro-kött försvinner

detta. Vi kan fortsätta att äta kött utan att orsaka lidande. Dessutom finns möjligheten att kombinera köttproduktion in vitro med frigående boskap ute för att hålla landskapen öppna där så önskas.

In vitro-kött sparar mark och natur

Många utredningar, till exempel från FN:s organ för jordbruksfrågor FAO, pekar på hur jordbruksproduktionen i allmänhet och extensiv boskapsuppfödning i synnerhet breder ut sig över större arealer av vår värld. Kombinerat med mark som behövs för stadsbyggnad och annat så minskar den orörda naturen i oroande takt. Köttproduktion in vitro kan ge ett värdefullt bidrag till att bevara den orörda naturen, men naturligtvis behövs även många andra insatser.

När kan in vitro-kött bli verklighet? Det är förstås omöjligt att svara på. Det beror bland annat på hur mycket forskningsresurser som satsas, men också på hur allmänhet och politiker uppfattar det odlade köttet samt hur efterfrågan på kött utvecklas. Vi skulle inte bli förvånade om det finns att köpa om tjugo år.

Stellan Welin är professsor i Bioteknik, kultur, samhälle vid Linköpings universitet. Hans forskning har framförallt rört etiska problem kring nya biomedicinska tekniska metoder.

Johanna Berlin är teknisk doktor inom miljösystemanalys och arbetar på SIK med forskning inom miljöinriktade förbättringsåtgärder av livsmedelskedjan i ett livscykelperspektiv, med specialisering inom industriledet.

Julie Gold är universitetslektor på Institutionen för teknisk fysik vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Hennes forskningsinriktning är biomaterial och ”tissue engineering”, med fokus på cellernas interaktion med materialytor.

Lästips

- Mer information om in vitro-kött finns på: http://www.new-harvest.org/resources.htm (engelska)

Jordbruk med naturen som modell

Dagens västerländska jordbruk är beroende av olja för att få insatsvaror som diesel, handelsgödsel och bekämpningsmedel. Men för att gårdarnas produktion ska påverka klimatet mindre måste den bygga på lokala ekosystem och de råvaror och tjänster som dessa ger. Fältens storlek behöver anpassas till skadeinsekternas naturliga fiender, kretsloppen av växtnäring måste vara korta, och antal och sorter av husdjur behöver anpassas till den lokala fodertillgången. Djur behöver vi, men djurhållningen måste förändras radikalt, skriver Johanna Björklund.

Johanna Björklund, Institutionen för stad och land och Centrum för uthålligt lantbruk vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Mänskligheten står inför några mycket stora utmaningar framöver. Det här kapitlet ska handla om hur vi kan utveckla ett livsmedelssystem som varken ökar den globala uppvärmningen eller är beroende av sinande oljetillgångar. Ett jordbruk där oljan har ersatts med lokala ekosystemtjänster och där livsmedelssystemet är lokalt så att transporter kan ske med förnybara energikällor.

Fler och fler av de globala ekosystemtjänsterna som vi är beroende av för vår överlevnad är hotade, enligt en stor FN-studie. Omkring 60 procent av alla ekosystemtjänster utnyttjas över sin förmåga eller hotas av andra mänskliga aktiviteter. Det handlar bland annat om så fundamentala funktioner som havens produktionsförmåga, färskvattenförsörjning, ekosystemens förmåga att mildra naturkatastrofer, biologisk reglering av sjukdomar och skadedjur, samt pollinering. Nu när vi behöver friska ekosystem mer än någonsin för att klara klimatförändringarna och ersätta oljan kan vi inte längre ta dem för givna.

Lågkoncentrerade energikällor ställer nya krav

Den kanske allra största utmaningen är att samtidigt som vi löser klimatproblemen måste vi skapa en rättvisare värld. Det har vi inte lyckats med under de år när det funnits ökande skördar och mer och mer resurser att fördela. Klyftan mellan fattig och rik

har aldrig varit så stor som den är nu. Vi i den rika delen av världen har ett stort ansvar för att på allvar förändra världen, att dela med oss av vår rikedom och ta ansvaret för de minskningar av växthusgasutsläpp som måste göras. Om vi inte klarar det är det svårt att förstå hur vi ska kunna undvika en humanitär katastrof, fler och mer omfattande väpnade konflikter och stora strömmar av flyktingar som inte har mat och vatten och inte någonstans att ta vägen. En sådan framtid kommer för första gången rent påtagligt även att drabba oss.

Den utveckling av ett socialt och ekologiskt hållbart livsmedelssystem som finns i min vision ska bidra till att klara utmaningarna. Det är naivt att tro att enbart teknik och effektiviseringar är tillräckligt. Naturligtvis måste vi utveckla teknik, en ekologiskt inpassad teknik baserad på förnybara energikällor, men vi måste också inse att vi kommer att ha begränsad tillgång till koncentrerade energikällor. Ett samhälle och ett jordbruk byggt på så lågkoncentrerade energikällor som sol, vind och vatten kommer att se helt annorlunda ut än ett som är byggt på olja som bildats av årmiljoners ekosystemtjänster och geologiska processer. Med andra ord, vi kommer att behöva minska vår totala energianvändning inom alla delar av samhället.

Räcker maten? – felställd fråga

Det är lätt att tänka sig att mat produceras lokalt av koldioxid och vatten som med hjälp av solenergi omvandlas till biomassa. Men i en analys där man tar hänsyn till olika energiformers olika kvalitet visar det sig att bara elva procent av de resurser som används för att producera mat i Sverige är lokala och förnybara. Resten är arbetskraft och inköpta varor som tillverkats med användning av fossilenergi. Situationen kommer i framtiden att behöva vara den omvända. Av flera olika anledningar måste vi fasa ut de fossilbaserade insatsmedlen som diesel, handelsgödsel, kemiska bekämpningsmedel och tekniskt avancerade maskiner. Klimatförändringen har visat sig vara den mest akuta.

Många säger att det inte går att ersätta oljan därför att då kommer skördarna att minska och djuren inte att avkasta lika mycket. De har alldeles rätt, i ett jordbruk som helt drivs av förnybara resurser blir det förmodligen svårt att få lika hög avkastning per hektar eller per djur som vi har i den industrialiserade delen av världen idag. Däremot visar forskning till exempel från Etiopien att skördarna kan öka radikalt genom förbättrade odlingsmetoder som bygger på lokala resurser. Jag anser att frågan om maten räcker är fel ställd. Vi har inget val, vi måste hjälpas åt att utveckla ett hållbart jordbruk utan fossilbränslen, eftersom

dessa bidrar med mellan 70 och 80 procent av växthusgaserna. Oljan kommer mycket snart att bli orimligt dyr i takt med att utvinningen minskar. Utmaningen blir därför att få produktionen att räcka, att se till att maten inte förstörs innan den kommer till dem som ska äta den, och att se till att den fördelas rättvist. Här finns mycket att göra, och det är bråttom.

Ta det bästa från olika odlingsformer

För att klara den utmaningen behöver vi använda erfarenheter, metoder och kunskap från all typ av odling, både konventionell och ekologisk. Vi måste uppmuntra nytänkande och ta vara på goda idéer från alla håll. Kunskap och skicklig förvaltning av ekosystemtjänster som stödjer och ger förutsättningar för livsmedelsproduktion kommer att vara ett av de viktigaste redskapen för att bibehålla skördarnas storlek och samtidigt utesluta fossilberoende insatsmedel.

För att gynna och dra nytta av lokala ekosystemtjänster måste gården och dess produktion passa in i landskapet. Med det menas till exempel att antal och sorter av husdjur anpassas till den lokala produktionen av foder, både till mängden som kan produceras och till vad som kan odlas. Det handlar också om att anpassa fältens storlek till de naturliga fiendernas räckvidd, till exempel insekternas, och se till att ha

tillräckligt med obrukade ytor i en genomtänkt mosaik så att det finns utrymme, mat, boplats och skydd för vilda växter och djur. Men det är också viktigt med en skala och struktur på produktion och konsumtion som möjliggör kretslopp med minimalt läckage och så små transportkostnader som möjligt.

Naturliga ekosystem som modell

Naturliga ekosystem är de mest hållbara vi känner och de bygger på enbart förnybara och lokala resurser: sol, vatten, koldioxid och mineralämnen från marken. Människan har alltid hämtat kunskap från naturen. Här följer tre viktiga komponenter i ekosystemen som kan vara grundstenar i ett hållbart lantbruk.

Mångfald på alla tänkbara sätt och nivåer. De arter av växter och djur som bygger den biologiska mångfalden är basen för de flesta ekosystemtjänster som är viktiga för livsmedelsproduktion. En bördig jord är beroende av hög biologisk aktivitet, effektiv biologisk reglering av skadegörare kräver en mångfald av naturliga fiender, vilda och odlade baljväxter fixerar luftens kväve, ridåer av buskar, diken och variation i höjd och täthet hos växtligheten kan användas medvetet för att skapa ett gynnsamt mikroklimat. Sist men inte minst ger en hög biologisk mångfald också resiliens, det vill säga större möjligheter att klara förändrade förhållanden som vi vet kommer men inte kan förutsäga.

Att använda mångfald som redskap i produktionen för att ersätta olja kräver att man både gynnar vilda växter och djur och har en användbar mångfald i det man odlar och de djur som gården hyser. Då måste regionala och lokala sorter och raser som är väl avpassade till lokala förhållanden ersätta nationella och internationella. Den svenska växtförädlingen och djuraveln behöver blomstra igen. Idag är växtförädlingen internationell och sorter som förädlas fram ska fungera över hela Europa. Att ta fram och få en ny sort godkänd är dyrt. Färre och större sorter är mer lönsamma än många små. Samma sak med djuraveln. Ett fåtal europeiska elittjurar är pappor till de flesta mjölkkor idag. När mat ska produceras med lokala förnybara resurser så behöver det vara precis tvärtom. Ju större variation av sorter och raser, desto högre och säkrare skördar kommer vi att kunna få i alla delar av landet.

Forskning visar att variationen av biotoper är avgörande för hög biologisk mångfald. Som lantbrukare behöver man därför bygga upp och underhålla en mosaik av platser som ger olika typer av skydd, föda och boplatser. Det behövs en mångfald av produktionsmetoder på samma gård, en mångfald av gårdar med lantbrukare med olika visioner och idéer i ett landskap, och ett jordbrukslandskap som bevarar skillnader i naturliga förutsättningar i en region.

Handelsgödsel kan ersättas med stallgödsel, genomtänkta växtföljder samt genom att man drar nytta av naturliga översvämningar. Det vill säga man kan använda sig av en mångfald av olika lösningar. I växtföljder är det just variationen av grödor med olika egenskaper som är viktig för bördigheten. Bekämpningsmedel kan ersättas med naturliga fiender som man gynnar genom en anpassad fältstorlek och genom att bygga in variation av olika biotoper som ger boplatser, föda och övervintringsmöjligheter.

Mångfunktionalitet i alla delar. Detta innebär att skifta fokus från maximal produktion av en produkt som spannmål, kött eller ägg, till en optimal kombination av funktioner som ger en helhet som på bästa sätt bidrar socialt och ekologiskt till gården, omgivningen och resten av samhället. Mångfunktionalitet handlar om att ta vara på att de odlade växterna producerar en skörd samtidigt som de i en genomtänkt växtföljd ger goda förutsättningar för nästa gröda, underhåller mikroorganismer i marken, ger restprodukter som blir värme eller foder, bidrar till mikroklimatet, ger ett vackert landskap och sammanhang, och mycket annat. Det handlar om att på bästa sätt dra nytta av att djuren ger mjölk, kött, skinn och ägg, att de ger värme, markbearbetar, samlar in lågkoncentrerad solenergi när de betar, bidrar till kretsloppet, utför dragarbete, äter skadegörare, ger biogas, med mera.

Att ersätta drivkraftsbehovet med häst istället för traktor i moment där det passar bra och att använda grisar som markberedare för att minska behovet att plöja är konkreta exempel på medveten mångfunktionalitet. Det kan också vara att med vallar och grödor med djupa rötter bygga en bra markstruktur, att odla sitt eget drivmedel och låta kor och får samla sin egen föda och sprida sin egen gödsel.

Om vi ska klara att försörja jordens befolkning i en framtid när vi måste producera mat enbart med förnybara resurser kan vi inte ha ett jordbruk som använder så liten del av marken som vi gör i Sverige idag. Det finns mycket jordbruksmark som inte brukas, speciellt i skogsbygder. Det finns också parker och andra områden i städer där man till exempel skulle kunna odla grönsaker, frukt och bär. Dessutom behöver vi utveckla system för att odla flera grödor tillsammans på samma fält, som vi idag gör med vall, eftersom det ofta är mer produktivt än monokulturer. Vi måste medvetet använda lokala resurser och tjänster, och bygga in samverkan mellan dessa för få en optimal kombination av funktioner. Det vill säga jordbruket måste bli mycket mer mångfunktionellt.

Lokala kretslopp samt snabba och kännbara återkopplingar. Ju kortare kretslopp av växtnäring och

andra resurser, desto mindre energi krävs för att underhålla dem och desto mindre läckage på vägen. Det behöver vara nära mellan producent och konsument i alla led, både mellan djurhållning och växtodling och mellan människor och matproduktion. Men det handlar också om ökad kunskap om den effektivaste skalan för olika resursers kretslopp. Det finns ju även i naturen kretslopp som är globala, till exempel av syre, kväve, kol och vatten.

Återkopplingar måste byggas in i livsmedelssystemet som är kännbara för den som utför och kan påverka en aktivitet, så att vi snabbt får information om effekterna på ett sätt som vi inte kan undgå att reagera på. Ett bra exempel är system som är beroende av lokal växtnäring. Om näringen inte recirkuleras effektivt så minskar markens bördighet och skördarna sjunker. Det ger en kännbar återkoppling som gör att problemet åtgärdas snabbt; det är en god effekt av ett ekologiskt lantbruk som inte tillåter lättlöslig handelsgödsel. Ett annat exempel är konsumenter som bara äter fisk som fångas lokalt. Fiskar man för mycket så minskar fiskbestånden och då blir fisken snabbt dyrare vilket minskar konsumtionen så att bestånden kan återhämta sig.

Både vegetarianer och köttätare behövs

Konsumenter i denna vision av ett hållbart klimatvänligt livsmedelssystem äter lokalt och säsongsanpassat. Basen i dieten är det som lantbruket runt omkring kan producera. Vilka livsmedel det är varierar under året, allt efter produkternas lagringsduglighet. Det som kommer längre ifrån är lyx som vi kan unna oss ibland och krydda tillvaron med.

Det är tur att det finns vegetarianer eftersom de flesta av oss andra äter för mycket kött. Men det är viktigt att förstå att vi behöver djuren för att få ett så resurshushållande och produktivt lantbruk som möjligt. De grovfoderomvandlande djuren samlar in solenergi när de betar på marker som vi inte lätt kan bruka och skörda. Omkring två tredjedelar av all jordbruksmark i världen är sådan mark. Där behövs djuren. De bidrar till att skapa biologisk mångfald som är viktig i produktionen, och de kan hjälpa oss med att markbereda, transportera och ta hand om hushållsrester.

Däremot måste djurhållningen förändras radikalt. Djuren ska göra nytta i produktionen och de ska födas upp på sådant som människor inte kan äta, sådant som gräs, rester från hushåll och livsmedelsförädling, maskar och rötter. Hur mycket av sådant foder som finns avgör hur mycket djur vi kan ha, hur mycket kött vi kan äta och av vilka djurslag.

Slutsatsen av min vision blir att antalet människor på jorden och våra matvanor måste anpassas till vad det globala ekosystemet långsiktigt kan bära. Men ännu så länge räcker maten; den är bara så orättvist fördelad. En mer rättvis fördelning tillsammans med utbildning och förbättrade möjligheter till försörjning för människor i låginkomstländer kan också visa sig vara en del av lösningen på befolkningsproblematiken.

Johanna Björklund är agronomie doktor och forskare på Institutionen för stad och land och Centrum för uthålligt lantbruk vid SLU i Uppsala. Hon arbetar med frågor som rör hållbart lantbruk och klimat. Den forskning som hennes tankar i kapitlet baseras på har bland annat utvecklats tillsammans med lantbrukare i nätverket "Klimatsmart lantbruk – hållbara lösningar för framtiden", och finansierats av Ebba och Sven Schwartz stiftelse. Hon deltar i ett Formasfinansierat projekt om möten mellan konsument och producent som drivkraft för en hållbar utveckling av livsmedelssystemet.

Är ekomat bättre eller sämre för klimatet?

Det är ingen enkel match att svara på frågan om ekologiskt producerad mat är bättre eller sämre för klimatet än konventionell. De skillnader som finns pekar åt lite olika håll och uppgifterna är ofta osäkra. Skillnader på gårdsnivå kan vara större än skillnader mellan odlingsformerna. Dessutom förändras produktionen kontinuerligt, något som gör livscykelanalyser till färskvara. I dagsläget är den lägre avkastningen till nackdel för ekologisk produktion, och mineralgödseln till nackdel för konventionell, skriver Johan Wahlander, Niels Andresen och Ann-Marie Dock Gustavsson.

Johan Wahlander, Jordbruksverket.

Niels Andresen, Jordbruksverket.

Ann-Marie Dock Gustavsson, Jordbruksverket.

Är ekologiskt producerad mat bättre eller sämre för klimatet än konventionell? Hur stora är skillnaderna i växthusgasutsläpp mellan de två produktionsformerna? Vad beror skillnaderna på? Det här avsnittet handlar om växthusgasutsläpp från svensk ekologisk jordbruksproduktion i förhållande till svensk konventionell produktion. Detta är inte detsamma som utsläpp från maten, eftersom mycket mat importeras och jordbrukets produkter ofta vidareförädlas. Exempelvis mals spannmålen till mjöl för att sedan bakas till bröd. För basvaror som kött, mjöl och mjölk är det utsläppen från själva jordbruksproduktionen som dominerar i livsmedelskedjan. För sallat, potatis och bröd kommer runt hälften av utsläppen från jordbruket. För mer vidareförädlade varor sjunker jordbrukets andel.

För svenskt jordbruk finns ett antal källor till växthusgasutsläpp (tabell 1). Finns det anledning att tro att utsläppen från dessa ser annorlunda ut i ekologisk produktion än i konventionell? Vi ska gå igenom skillnader i utsläpp för de olika källorna och jämföra ekologisk produktion med konventionell.

Växthusgaser från djur och gödsel

Djurens ämnesomsättning ger utsläpp av metan, speciellt idisslare ger stora metanutsläpp. Ekologiska djur utfodras med större andel hö och ensilage, och

Tabell 1. Källor till växthusgasutsläpp i det svenska jordbruket.

Växthusgas och källa	Ungefärlig andel av utsläppen i koldioxidekvivalenter
Lustgas från kväve i mark	1/3 (särskilt stor osäkerhet)
Koldioxid från mulljordar	1/4 (särskilt stor osäkerhet)
Metan från djurens ämnesomsättning	1/5
Mineralgödseltillverkning	knappt 1/10
Metan och lustgas från gödselhantering	drygt 1/20
Koldioxid från fossila bränslen i jordbruket	drygt 1/20
Importerat foder	knappt 1/20
Inlagring av koldioxid i övrig åkermark	inga nettoutsläpp
Inlagring av koldioxid i naturbetesmark	minus 1/20 (särskilt stor osäkerhet)

detta ger något större utsläpp av metan än om djuren utfodras med mer koncentrerat foder som i konventionell produktion. Men skillnaderna är små. Ekologiska djur går också på bete en större del av året än konventionella djur, och ett bra bete är fördelaktigt med tanke på metanutsläpp från gödsel.

Utsläppen av metan och lustgas från gödselhantering varierar beroende på vilken djurart det handlar om, hur länge djuren är inne och vilket system man har för gödselhanteringen. Ju längre djuren är inne, desto mer stallgödsel och mindre betesgödsel blir det. Stallgödseln påverkas av hur gödseln tas omhand sedan

den lämnat djuret. Det kan exempelvis vara att gödsel blandas med strömedel eller att man skiljer ifrån urinen. Detta påverkar hur mycket växthusgaser som bildas. Flytgödsel ges mindre tillgång till luftens syre än fastgödsel, och det gör att det bildas mer metan.

Gödsel från nötkreatur ger mindre utsläpp av metan än svingödsel. En orsak till det är att metan bildats redan inne i kon. Det finns därför inte lika mycket kvar att bilda metan av i kogödseln som i svingödseln. Gödsel på bete och fastgödsel är bra ur metangas-synpunkt. Flytgödsel och djupströbädd beräknas ge högre metanutsläpp. Den längre betessäsongen i ekologisk produktion håller därför nere metanutsläppen.

Mängden lustgas som kan bildas i gödseln beror på hur mycket kväve gödseln innehåller. Gödseln från gris och fjäderfä innehåller mer kväve i den ekologiska produktionen än i den konventionella. Det beror delvis på att ekologiskt foder inte får optimeras med hjälp av syntetiska aminosyror, något som försvårar ett effektivt kväveutnyttjande. Men den ekologiska gris- och fjäderfäproduktionen är av liten omfattning.

Fördelningen mellan djurslag i den ekologiska produktionen är inte densamma som för produktionen i övrigt. Andelen idisslare och nötkreatur är högre i

ekologisk produktion. Svin och fjäderfä är mindre vanliga. Eftersom gödselhanteringen varierar mellan olika djurslag påverkar detta fördelningen mellan fastgödsel, flytgödsel eller djupströgödsel. Lustgas bildas inte i helt syrefria miljöer; därför ger flytgödsel inte så stora lustgasutsläpp (men däremot mycket metan). Ska man jämföra skillnader mellan produktionsformerna bör man därför göra det djurslag för djurslag. Här finns kunskapsluckor om hur fördelningen mellan gödseltyper skiljer sig mellan produktionsformerna för djurslagen.

Lustgas från kväve i mark

Kvävefixerande vallar ger upphov till utsläpp av lustgas, och andelen vall är större i ekologisk produktion än i konventionell. En stor post i redovisningen av lustgas från kväve i mark är lustgasutsläpp från mulljordar, men det är i dagsläget oklart om det är vanligare eller ovanligare med ekologisk än med konventionell produktion på mulljordar.

Användning av stallgödsel med dess organiska material ger större lustgasutsläpp än användning av mineralgödsel. Men tillverkningen av mineralgödsel leder till stora utsläpp av både lustgas och koldioxid, och dessa utsläpp betyder nästan lika mycket som det större lustgasutsläppet från stallgödsel vid användningen.

Det kväve som har utlakats eller avgått som ammoniak fortsätter att orsaka lustgasutsläpp även efter att det lämnat fältet. Skillnaderna i kväveutlakning mellan ekologisk och konventionell produktion, per hektar eller per skördad enhet, har varit föremål för flera studier. En lägre kvävegiva och därmed lägre skörd i ekologiska system anses ofta leda till något lägre kväveutlakning per hektar, men den beräknade utlakningen uttryckt per kilo skördad enhet blir högre i de ekologiska odlingssystemen än i de konventionella då avkastningen per hektar är mindre i ekoodlingen.

Eftersom det är svårare att styra kvävet från organiskt material så ökar risken för utlakning från ekoodlingen som använder organiskt kväve i form av stallgödsel och kvävefixerande grödor. Långtidsstudier i Danmark visar dock att kväveöverskottet i växtnäringsbalansen är lägre per hektar från ekologiska mjölkgårdar jämfört med konventionella mjölkgårdar. Tendensen är att skillnaden minskar beroende på att de konventionella mjölkgårdarna blir bättre på att utnyttja stallgödseln. Ett problem vid specialisering i djurproduktionen kan vara att det finns alltför mycket stallgödsel på en plats. Integrering av foderproduktion och djurhållning kan minska dessa problem i båda systemen, men är idag vanligare i den ekologiska produktionen.

Sammantaget används i ekologisk produktion mindre kväve per hektar. Eftersom större delen av lustgasutsläppen från mark beräknas vara proportionella mot mängden använt kväve så blir lustgasutsläppen per hektar därför lägre. Sett per kilo produkt är jämförelsen inte lika enkel eftersom skördenivåerna spelar in, både de årliga och de som är en följd av ett helt växtföljdsomlopp. Arbetet med att minska utlakningen av kväve i både konventionell och ekologisk produktion har betydelse även för att minska utsläppen av lustgas.

Koldioxid från kol i mark

Koldioxid från mulljordar. Drygt 7 procent av den svenska åkermarken består av utdikade mossar och sjöar. Dessa är rika på organiskt material och kallas därför mulljordar. Det är som sagt oklart hur vanligt det är med ekologisk produktion på mulljordar jämfört med konventionell produktion. Odling av mulljordar ger stora koldioxidutsläpp när det organiska materialet oxiderar, och intensivare jordbearbetning leder till att mull snabbare omvandlas till koldioxid.

Andelen vallar och bete är högre i ekologisk produktion, och långliggande vallar och bete ger mindre utsläpp av växthusgaser på mulljordar. Man kan därför spekulera i om det är bättre att dessa odlas ekologiskt.

Men det finns också skäl emot detta, nämligen att den mekaniska jordbearbetningen ofta är intensivare i ekologisk produktion och att ekologisk produktion av spannmål på mulljordar ofta har större ogräsproblem än konventionell.

Inlagring av kol i övrig åkermark. Långvarig tillförsel av stallgödsel kan öka markens förråd av mull. Marken fungerar då som en kolsänka på samma sätt som tillväxt i skog. Även vallar brukar anges som ett sätt att få upp mullhalten i åkermarken. Om man kan påvisa att vallar och stallgödsel höjer mullhalten så skulle det vara positivt för ekologisk produktion eftersom den har mer av detta. Däremot skulle det inte ge underlag för att säga att ett hektar ekologisk vall skulle ge större inbindning av kol än ett hektar konventionell vall. Det tar lång tid att bygga upp mullhalt under svenska förhållanden. I skånska försök blev det ingen skillnad i mullhaltsutveckling mellan ekologisk och konventionell produktion utan djur efter arton år.

Inlagring av kol i naturbetesmark. I naturbetesmarker kan det bindas in kol. Det sker som levande biomassa under och över markytan och som dött organiskt material. Ekologiska djur har krav på längre betesperiod än konventionella. Det är oklart om ekologiska djur i högre grad än konventionella hålls på naturbetesmarker.

Fossila bränslen och insatsvaror från andra länder

Energiåtgången i mineralgödseltillverkningen gör att det går åt mer energi för att producera konventionellt än ekologiskt. Men för odlingen på gården går det åt i storleksordningen 5–10 procent mer energi per hektar till ekologisk odling, och ännu mer om man räknar per producerad enhet. Stallgödselspridning och ogräsbekämpning drar upp energianvändningen i ekoodlingen. Mineralgödseltillverkningen orsakar ungefär hälften av energiåtgången i den konventionella produktionen. Energin till både fältarbeten och mineralgödseltillverkning är till helt övervägande delen fossil.

All mineralgödsel som används i Sverige importeras. Det konventionella jordbruket orsakar därför utsläpp även i andra länder. I ekologiskt lantbruk är djurhållning och växtodling mer integrerad, vilket innebär att foderproduktion och djurhållning i större utsträckning förekommer inom gården, och det minskar utsläppen av växthusgaser utanför gården och i andra länder. Den konventionella produktionen använder mer importerat foder, vilket ökar behovet av långa transporter.

Livscykelanalyser är färskvara

Det har under de senaste tio åren genomförts ett antal olika livscykelanalyser över utsläppen av

växthusgaser i ekologisk och konventionell produktion. Men livscykelanalyser är färskvara. De blir inaktuella om förutsättningarna förändras exempelvis genom att ny teknik införs. I de studier som gjorts hittills finns i flera fall beräkningar över utsläpp av växthusgaser från mineralgödseltillverkning som är i storleksordningen 7,5 kilo koldioxidekvivalenter per kilo kväve. Men mineralgödseltillverkarna har börjat ställa om produktionen och bedömer att utsläppen inom något år sjunker till hälften av detta värde.

Om skillnaderna i avkastning mellan ekologisk och konventionell produktion minskar exempelvis genom att produktiviteten vid ekologisk spannmålsodling ökar kan även detta leda till att livscykelanalyserna blir inaktuella. En sådan händelse skulle kunna vara att ekoskördarna stiger genom att en anpassad startgiva av ekologiskt godkända gödselmedel ges på våren då kvävemineraliseringen går långsamt på grund av låga marktemperaturer.

I tabell 2 finns en sammanställning av orsaker till aktuella skillnader i växthusgasutsläpp mellan ekologisk och konventionell produktion. Produktionen av nötkött och fläsk uppvisar inga större skillnader i utsläppta växthusgaser i de livscykelanalyser som har gjorts hittills.

Tabell 2. Orsaker till skillnader i växthusgasutsläpp från ekologisk och konventionell produktion.

Produkt	Orsaker till skillnader i växthusgasutsläpp		Anmärkning
	Till mer utsläpp i ekoodling	Till mindre utsläpp i ekoodling	
Spannmål	Mer maskinanvändning. Lägre avkastning.	Ingen mineralgödsel	Eftersom skördarna är lägre, blir maskinanvändningen större per kilo produkt.
Vall	Mer maskinanvändning. Lägre avkastning.	Ingen mineralgödsel	Som för spannmål men i mindre skala.
Mjölk	Lägre avkastning. Större andel hö och ensilage ger mer metan från djuren.	Ingen mineralgödsel Lägre andel importerat foder	Utsläpp i foderproduktionen viktigt. Eko ger mer metan men mindre lustgas och koldioxid. Stora variationer inom gruppen mellan olika gårdar.
Nötkött	-	-	Utsläpp i foderproduktionen viktigt. Eko ger mer metan men mindre lustgas och koldioxid. Stora variationer inom gruppen mellan olika gårdar.
Fläsk	-	-	

Svår fråga att svara på

Det är svårt att svara på frågan om ekologiskt producerad mat är bättre eller sämre för klimatet. Skillnaderna mellan ekologisk och konventionell produktion från

de olika källorna verkar åt olika håll och är oftast av obekant storlek. På gårdsnivå kan skillnader som beror på lokala förhållanden vara större än skillnaderna mellan ekologisk och konventionell produktion. Redan från början är dessutom osäkerheterna i beräkningar av utsläpp från jordbruket erkänt stora. Några saker borde man relativt enkelt kunna ta reda på för att bättre kunna besvara frågan: Hur skiljer sig fördelningen mellan gödseltyper mellan produktionsformerna för djurslagen? Är det vanligare eller ovanligare med ekologisk än med konventionell produktion på mulljordar? Hålls ekologiska djur i högre grad än konventionella på naturbetesmarker?

De livscykelanalyser som gjorts de senaste åren pekar på att ekologiskt producerat ger något mindre eller lika stora utsläpp. De faktorer som spelar störst roll för skillnaden i utsläpp mellan ekologisk och konventionell produktion är utsläppen i samband med mineralgödseltillverkningen och skillnaden i avkastning. Skillnaden i avkastning verkar till nackdel för den ekologiska produktionen. Utsläppen i mineralgödseltillverkningen blir till nackdel för den konventionella produktionen.

I växtodlingen blir skillnaden i producerad mängd ännu större om man studerar ett helt växtföljdsomlopp. Det krävs mer mark för att producera samma

mängd i ekoproduktion. En omställning till de lägre produktionsnivåer som ekologisk produktion för närvarande innebär medför vid oförändrade kostvanor ett underskott som måste täckas av import. Å andra sidan medför en övergång till den mer integrerade ekologiska produktionen att behovet av importerat foder sjunker. En analys av klimateffekterna av en omställning måste ta hänsyn till båda dessa förhållanden.

Förändrade produktionsförhållanden kan i ett slag göra de livscykelanalyser som gjorts föråldrade. Ett exempel på det är förändringar i mineralgödselproduktionen som en följd av att produktionen är på väg in i EU:s handel med utsläppsrätter och att EU ställer miljökrav på att bästa möjliga teknik ska användas. Inom den ekologiska produktionen skulle förbättrad stallgödselanvändning kunna leda till mindre utsläpp av växthusgaser och förbättrad produktivitet. Att förbättra produktiviteten är en bra åtgärd för att minska växthusgasutsläppen i både ekologisk och konventionell produktion. I de flesta fall kan produktivitetsökningen göras utan att växthusgasutsläppen ökar lika mycket.

Johan Wahlander är agronom och verksam vid Bioenergienheten på Jordbruksverket. Han har sedan 1999 arbetat med frågor om jordbrukets klimatpåverkan. För närvarande leder han ett projekt som ska resultera i ett förslag till handlingsprogram för att minska jordbrukets klimatpåverkan.

Niels Andresen är agronomie doktor verksam vid Växtodlingsenheten på Jordbruksverket, och arbetar främst med frågor kring ekologisk djurhållning.

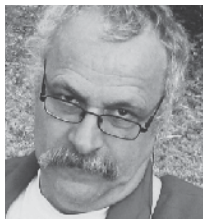
Ann-Marie Dock Gustavsson är agronomie doktor verksam vid Växtodlingsenheten på Jordbruksverket. Hon arbetar främst med ekologisk växtodling.

Lästips

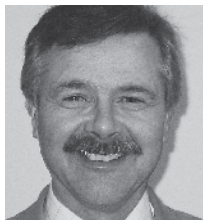
- *Minska jordbrukets klimatpåverkan.* En rapport från Jordbruksverket, Nummer 2008:11.

Ekologiskt jordbruk ger mera koldioxid i atmosfären

Ju mera kol i marken, desto mindre koldioxid i atmosfären. Modernt jordbruk ger högre skördar än ekologiskt, och leder därför till att mera kol binds i marken. Om all spannmålsodling i Sverige skulle läggas om till ekologisk produktion så skulle den minskade fastläggningen av kol i marken motsvara koldioxidutsläppen från 675 000 personbilar varje år. Det har Olof Andrén och Holger Kirchmann räknat ut. De anser att stat och kommun måste fatta sina beslut på vetenskaplig grund, och inte gynna ekologisk produktion trots att odlingsformen är sämre för klimatet.



Olof Andrén, Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.



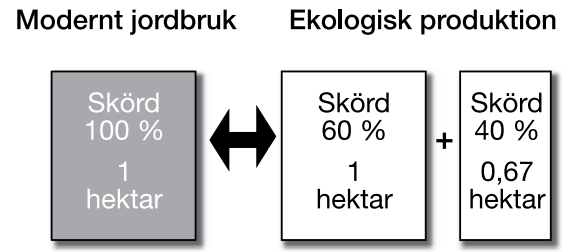
Holger Kirchmann, Institutionen för mark och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.

Ekologisk odling innebär att man inte använder ”syntetiska bekämpningsmedel eller lättlöslig handelsgödsel”. Odlingsformen uppfattas ofta som en garant för miljövänlighet, inklusive hög grad av kolfastläggning i marken och liten negativ klimatpåverkan. Hur det egentligen förhåller sig med den saken ska vi reda ut i det här avsnittet. Modernt jordbruk bedrivs utan de begränsningar som gäller för ekologisk odling. I jämförelser med ekologiskt jordbruk kallas det ofta för ”konventionellt”, trots att det omfattar alla möjliga lösningar – från högproduktivt och högteknologiskt till extensivt med ett minimum av insatsmedel.

Modernt jordbruk definieras inte av vissa förbud vars motivering varierar mellan åren, utan karakteriseras av praktiska lösningar på frågor som: Hur försörjer vi oss själva och jordens befolkning med mat samtidigt som vi bevarar och förbättrar miljön? Inställningen är odogmatisk; nya åtgärder prövas och utfallet avgör om de rekommenderas. Man kan ändra sig, och i ljuset av nya rön eller en ny situation (exempelvis höjda livsmedelspriser eller nya miljölarm) kan tidigare icke rekommenderade åtgärder lyftas fram eller hittills rekommenderade åtgärder (som kvicksilverbetning) till och med förbjudas.

Världen har inte råd med ekologisk odling

Enligt svensk officiell jordbruksstatistik är produktiviteten (skörden per hektar) för stråsäd i ekologisk odling ungefär hälften av den i modernt jordbruk. Alltså måste mer areal tas i bruk för jordbruk om man ska bibehålla produktionen. Figur 1 visar att om den genomsnittliga skörden inom ekologisk produktion är 60 procent av den i modernt jordbruk så krävs det 67 procent mer mark (1,67 gånger 60 procent är 100 procent) för att producera lika mycket mat via ekologiska metoder. Denna areal finns inte att tillgå ens i Sverige, och än mindre i ett globalt perspektiv. Eftersom det på förhand är bestämt att två viktiga odlingsåtgärder är förbjudna inom ekologisk odling så kan inte stråsäden producera ens i närheten av sin potential.



Figur 1. Det krävs betydligt större odlingsareal för att producera samma mängd mat med ekologisk odling jämfört med modernt jordbruk.

Växtnäringsförlusterna per kilo skörd är högre i ekologisk än i modern odling redan under de första åren efter en omläggning, och om den ekologiska odlingen bedrivs under lång tid kommer marken att utarmas och det kommer att uppstå kraftiga obalanser i växtnäringsstatus. Ogräsförekomsten kommer med all sannolikhet att öka kraftigt från år till år. Systemet är helt enkelt inte hållbart, även om man under en viss tid efter omställning till ekologisk odling kan leva på det närings- och humuskapital som tidigare byggts upp med modern odlingsteknik. Kvävebrist har identifierats som en av de viktigaste orsakerna till låga skördar av många grödor inom ekologisk odling.

Vi som har skrivit det här avsnittet är mycket skeptiska till ekologisk odling. Vi anser att världen inte har råd att bedriva ett ineffektivt och därmed mindre miljövänligt jordbruk. Modernt jordbruk har haft och har vissa problem med utlakning av näringsämnen, bekämpningsmedelsrester i gröda, mark och vatten, med mera. Men att därför inte använda handelsgödsel och syntetiska bekämpningsmedel är ungefär lika intelligent som att förbjuda livsmedelsförsäljning på grund av att vissa människor är feta.

Fotosyntes och kolfastläggning i marken

Fotosyntesen som sker i alla växter är basen för all produktion av biomassa, inklusive jordbruksproduktion. Växten tar upp koldioxid och vatten och bildar syre och kolhydrater (socker, cellulosa och stärkelse) med hjälp av solenergi. Genom fotosyntesen minskar alltså koldioxidhalten i atmosfären. Globalt är det årliga nettoflödet av koldioxid från luften till vegetationen till marken och åter till luften enormt stort – trots allt motsvarar tillskottet av koldioxid från människans förbränning av fossila bränslen bara 10 procent av det naturliga utflödet från marken. En frisk gröda av rätt sort med god tillgång till växtnäring och vatten ger det högsta upptaget av koldioxid per hektar och därigenom lägre halter i luften.

Den del av växten som inte tas bort från fältet bryts så småningom ner av markens organismer och blir åter koldioxid. Inflödet av kol till marken sker via skörderester och rötter. Ju högre produktion av biomassa, desto större koltillförsel till marken. Det betyder helt enkelt att ekologiskt jordbruk som ger lägre skördar också tillför mindre kol till marken.

Kolfastläggning går ut på att man försöker öka mängden kol i marken för att på så vis minska koldioxidhalten i atmosfären. Ju mera kol i marken, desto mindre koldioxid i atmosfären. Både förna och humus i marken innehåller ungefär hälften kol, men förnan som består av nyligen dött växtmaterial bryts snabbare ner till koldioxid av markens organismer

än äldre humus. Tyvärr omvandlas bara ungefär 10 procent av förnan till humus – resten avgår som koldioxid under de första åren. Alltså är ökad tillförsel av färska växtrester inte särskilt effektiv i det korta perspektivet, utan vid kolfastläggning vill man helst öka det mer resistenta materialet, såsom humus eller till och med svart kol.

Svart kol kan vara sot eller träkolsfragment från ofullständig förbränning i skogsbränder eller gräsbränder, och detta kol är givetvis mycket resistent mot nedbrytning. Tillförsel av svart kol är alltså ett effektivt sätt att långsiktigt öka mängden kol i marken. Men på minuskontot finns svårigheten att ångra sig när man väl har tillfört svart kol. Dessutom kan ju det energitäta träkolet brännas i stället för fossila bränslen. Om koltillförseln ökar markens bördighet (struktur, vattenhållande förmåga) eller minskar dess benägenhet för näringsförluster, eller om subventioner gör det lönsamt, så kan det bli aktuellt med tillsats av svart kol till marken.

För att med enklare medel öka kolfastläggningen kan man istället byta till en gröda eller sort som ger högre andel humus från växtresterna. Man kan också bevara befintlig humus genom att minska graden av jordbearbetning, exempelvis genom att använda kemiska ogräsmedel i stället för att jordbearbeta

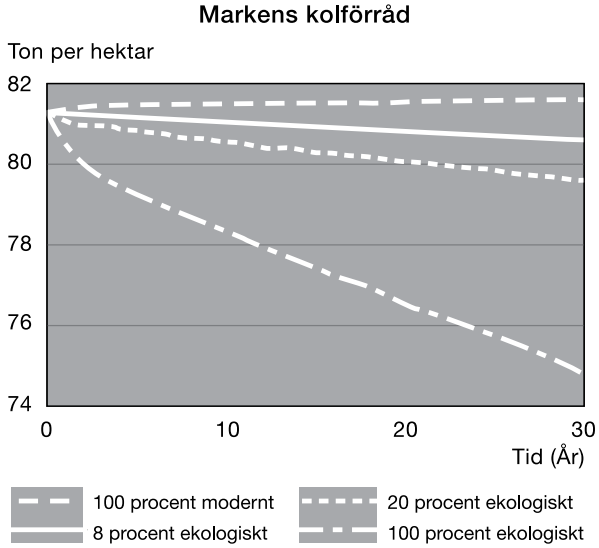
mot ogräs. Detta är ännu ett exempel på hur på förhand fastslagna förbud (mot kemiska bekämpningsmedel i ekologisk odling) kan ha mindre goda konsekvenser. Den totala mängden kol (förna, humus, svart kol) i svensk åkermark (matjord 0–25 centimeters djup) är ungefär 100 ton per hektar, eller cirka 300 miljoner ton i hela den svenska åkermarken.

Förlust av markkol vid omställning till ekoodling

Eftersom det trots allt finns beslut i Sveriges riksdag om att främja ekologisk odling bör man beräkna konsekvenserna för markens kolförråd av en omställning till ekoodling. Odling av vall (för djurfoder och bete) är till stor del (ungefär 30 procent av arealen) redan ”ekologisk” eftersom det är relativt lätt att klara kväveförsörjningen med kvävefixerande grödor (ärtväxter). Men när det gäller kalium och fosfor krävs tillförsel från externa källor.

För stråsäd är situationen en annan. Mindre än 10 procent av arealen odlas ”ekologiskt” och skördarna är enligt officiell statistik ungefär hälften av dem man uppnår i modernt jordbruk. Eftersom inflödet av kol till marken genom skörderester och rötter ökar med skörden så kommer på sikt en halverad skörd att leda till halva mängden kol i marken. För att vara på den säkra sidan räknar vi i följande exempel med att skörden av stråsäd vid ekologisk odling är

60 procent av skörden i modernt jordbruk. Sveriges åkermark omfattar cirka 3 miljoner hektar, varav 1,2 miljoner hektar med stråsäd eller liknande grödor. Vi har beräknat att en omställning från dagens cirka 8 procent till 100 procent av stråsädesodling enligt ”ekologiska” principer skulle leda till en förlust av ungefär 7 miljoner ton kol från marken till atmosfären under en trettioårsperiod (figur 2) och en total förlust av 30 miljoner ton när en ny jämvikt inställt



Figur 2. Förändringar i kolförråden i Sveriges åkermark vid omställning till ekologisk spannmålsproduktion. Notera att y-axeln börjar vid 74 ton per hektar och inte vid noll. Totalt skulle förlusten av kol från den svenska åkermarken bli 7 miljoner ton under en trettioårsperiod.

sig, efter hundratals år. Om vi också ska kompensera för de lägre skördarna genom att ta nya ytor i anspråk för jordbruk (se figur 1) så blir förlusten betydligt högre.

Total omställning motsvarar 675 000 personbilar

För att kunna relatera minskningen i markens kolförråd vid omställning till ekologisk produktion till andra aktiviteter i samhället har vi räknat på utsläpp från personbilar. Vår beräkning visar att 0,42 miljoner ton kol (motsvarande 1,6 miljoner ton koldioxid) förloras varje år från åkermarken vid omställning till 100 procent ekologisk spannmålsproduktion. I detta fall räknar vi med att man har ökat åkerarealen för att kompensera för den lägre skörden per hektar.

Om vi för enkelhets skull antar att en svensk personbil förbrukar tusen liter bensin per år kan vi räkna ut att detta motsvarar 622 kilo kol som förbränns till koldioxid. Alltså skulle den årliga förlusten från omställningen av svensk spannmålsodling motsvara de årliga koldioxidutsläppen från 675 000 personbilar. Som jämförelse kan nämnas att det finns cirka 275 000 personbilar i Stockholm, så en avmotorisering av huvudstaden vore inte en tillräcklig kompensation för den ”ekologiska” odlingsomställningen.

Nyodling lösgör kol från marken

En minskning av skörden innebär att om man vill ha samma mängd produkt måste man öka arealen. I Sverige skulle vi ju kunna ta en del jordbruksmark som nu är avställd, men den håller på att bli attraktiv igen för modernt jordbruk på grund av den senaste tidens ökande livsmedelspriser. För att kompensera för den låga produktiviteten inom ekologisk odling skulle vi vara tvungna att hugga ner skog, dika ut och nyodla. Sådana åtgärder skulle obönhörligen leda till avgång av koldioxid. Naturligtvis vore det bättre att använda avställda ytor för livsmedelsproduktion och bioenergigrödor och låta skogen förbli skogsmark.

Man bör inte glömma att när ekologisk odling lanserades i Sverige under benämningen ”alternativodling” så var ett argument att man skulle bli av med det svenska överproduktionsproblemet. I en värld med ökande befolkning med allt högre krav är det nödvändigt att öka produktionen, inte minska den. De låga skördarna bland annat i Afrika förklaras till stor del av brist på växtnäringsämnen, och här är ekologisk odling snarare problemet än lösningen. De afrikanska staterna formulerade år 2006 en strategi för ökad produktivitet i jordbruket genom ökad användning av konstgödsel och i mån av tillgång av stallgödsel (*Abudja declaration on fertilizer for the African green revolution*). Att lansera ekologisk odling

som lösningen på Afrikas problem inom jordbruket är därför moraliskt förkastligt. Ekologisk odling ger inte mer mat.

Kvävegödsel blir allt bättre ur klimatsynpunkt

Det hade varit bra om vi yrkesmän inom ekologi, miljövård, markvetenskap och agronomi kunde ge entydiga råd till konsumenterna när det gäller vilken odlingsform som är bäst för klimatet. Det kan vi inte eftersom det beror på vad vi räknar på, hur olika faktorer viktas och hur mycket tilltro vi har till olika forskningsrön. Ett exempel är att om vi räknar på växthusgaseffekten av tillverkning av kvävegödsel kan vi hamna lite hursomhelst. Om fossilt bränsle används så avgår det koldioxid vid tillverkningen. Men om vi använder biomassa, vattenkraft, kärn- eller solenergi blir nettotillskottet av koldioxid till atmosfären mycket litet. En negativ koldioxidbalans vid tillverkningen vägs dock flerfaldigt upp av den ökade produktionen i och med att grödan gödslas.

Vid gödseltillverkning av nitrat från ammoniak bildas också den mycket potenta växthusgasen dikväveoxid (lustgas) som tidigare släpptes ut i luften. Nu åtgärdar tillverkarna detta problem. Frågan är vilka förutsättningar som ingår i beräkningarna när olika uppgifter om klimatpåverkan av mat presenteras i massmedierna. Skandinaviska kvävegödseltillverkare

är nu nere på utsläppsnivåer motsvarande 2,5 kilo koldioxid per kilo producerat gödselkväve. I dessa 2,5 kilo ingår utsläpp av lustgas (numera minimala) omräknat till koldioxidekvivalenter. Om man antar att gödselgivan är 100 kilo kväve per hektar så blir hela koldioxidutsläppet 250 kilo från tillverkningen av kvävegödsel för ett hektar; det motsvarar 67,5 kilo kol. I jämförelse med kolupptaget genom fotosyntes i en jordbruksgröda, åtminstone fem ton kol per hektar, är detta tillskott närmast försumbart.

Beslut på vetenskaplig grund?

Man kan fråga sig hur mycket den enskilde konsumenten ska fundera på alla aspekter på matinköpet. Är maten nitratfri, rättvisemärkt, Kravmärkt, klimatsmart, komposterbar eller lokalproducerad? Ett problem är att vissa märkningar, exempelvis Krav, snarare baseras på en viss natursyn än på vetenskapliga resultat. Människan vill gärna tro att det naturliga är bra och vill göra något positivt för miljön. När vetenskapliga resultat visar motsatsen uppstår förvirring hos den medvetne konsumenten, till exempel när det visar sig att den ekologiska odlingen medför att det blir mindre kol i marken och mera koldioxid i atmosfären.

Det må stå konsumenten fritt att tro på en viss odlingsmetods överlägsenhet, men om stat eller kommun

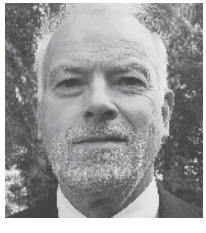
ska subventionera eller propagera för exempelvis ekologisk odling måste beslutet vila på vetenskaplig grund. Det är bekymmersamt om något så fundamentalt för livet och människans överlevnad som jordbruket har blivit så kraftigt påverkat av en idealiserad natursyn att åtgärder som är direkt olämpliga ur miljösynpunkt premieras.

Olof Andrén är professor i markbiologi/jordbruk vid SLU och har Formasmedel för undersökning av svart kol som komponent i marken samt medel för modellering av markkolsdynamik i Afrika. Han har tidigare haft Formasanslag för försök med daglig bevattning/gödsling av jordbruksgrödor.

Holger Kirchmann är professor i växtnäringslära och markvård vid SLU och har Formasmedel för undersökning av svart kol som komponent i marken.

Klimatvänligt jordbruk – hur kan det se ut?

Jordbruket kan göra en hel del för att bidra till minskade utsläpp av växthusgaser. Åtgärder som knappast kostar något kan göra lika mycket som dagens hela svenska vindkraftsproduktion och mer än inrikesflygets totala utsläpp. Men den ekonomiska drivkraften är svag, och det gäller att skapa medvetenhet och intresse samt föra ut och vidareutveckla den kunskap och teknik som finns. Förhoppningsvis ska det vara mindre trögt än att få trafiken att köra mer ekonomiskt, skriver Göte Bertilsson.



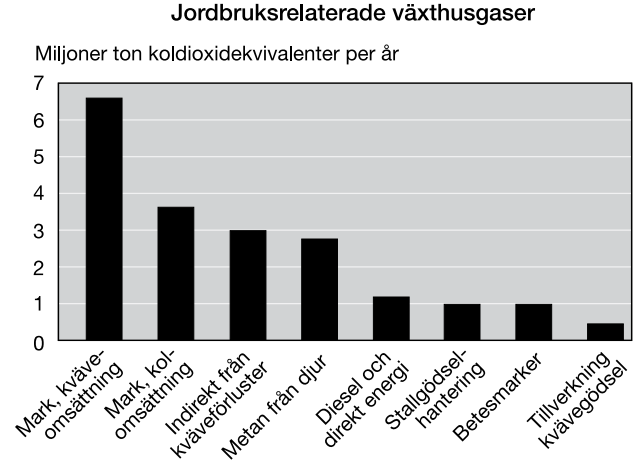
Göte Bertilsson, Greengard AB.

De viktigaste växthusgaserna totalt sett är koldioxid, metan och lustgas (dikväveoxid). De står för cirka 70, 20 respektive 10 procent av den totala klimateffekten globalt. Koldioxid är den överlägset mest betydande. Sveriges totala växthusgasutsläpp var år 2006 drygt 65 miljoner ton koldioxidekvivalenter enligt Naturvårdsverkets klimatrapportering till FN. Av dessa står inrikes transporter för cirka 20 och jordbruket för 8,5 miljoner ton. För jordbrukets del är lustgasen störst, följd av metan. Lustgas kommer från mark och gödsel. Metan kommer från djuren, särskilt idisslare, och från gödsel.

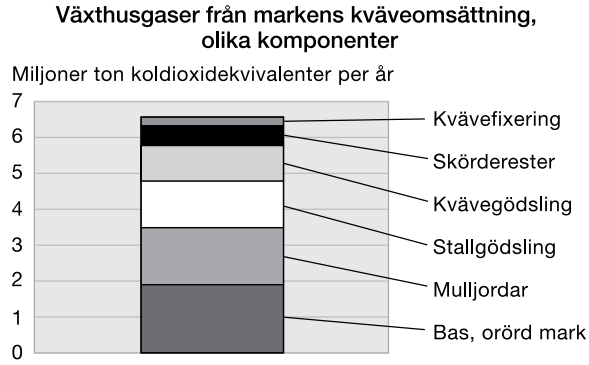
Därmed har vi ett övergripande perspektiv. Jordbruket står enligt klimatrapporteringen för cirka 13 procent av Sveriges utsläpp, är alltså ingen huvudaktör men är inte obetydlig. Men vad är ”jordbruk”? Jordbruk innefattar en stor del av naturresursen ”mark”. Det får innefatta också processer i marken som egentligen är naturliga men som samspelar med hur marken används.

Utsläpp och åtgärder

Figur 1 visar olika utsläpp av växthusgaser som har samband med svenskt jordbruk och svensk åkermark. Normalt räknas inte markens kolomsättning in i statistiken för jordbruket, och inte heller markens basomsättning av kväve. Men de har båda tagits med



Figur 1. Växthusgasutsläpp som har samband med svenskt jordbruk och svensk åkermark.



Figur 2. Visar samma stapel som finns längst till vänster i figur 1, fast här uppdelad i olika komponenter.

här liksom dieseln. (I figur 2 har markens kväveomsättning delats upp i olika komponenter.)

När det gäller summering av växthusgasutsläpp från jordbruk och mark finns det ingen fastlagd mall för vad som ska räknas in. Det kan därför bli lite olika siffror beroende på sammanhanget. Målet här är att ge perspektiv på de olika komponenter det är fråga om. Siffrorna inkluderar jordbrukets torv- och mulljordar, men inte det som kallas ”ändrad markanvändning” och inte heller kolbindning i marken. De flesta uppgifterna kommer från Naturvårdsverkets rapportering till FN 2006.

Jag har även lagt till kvävegödseltillverkningen som i dag sker utomlands. Det som anges här är de utsläpp som orsakas av tillverkning i en modern norsk fabrik av den kvävegödsel som används i svenskt jordbruk. Kvävetillverkningen kräver energi och ger utsläpp; det betonas ofta. Men det sker en ständig utveckling och de allra senaste åren har ny teknik införts som minskar växthusgasutsläppen till cirka en tredjedel jämfört med läget 1999. Det ger en helt ny situation, och miljöberäkningar som gjorts före 2008 bör revideras om de ska användas för policydiskussioner.

Tabell 1 sammanfattar vad som kan göras tekniskt i dagens jordbruk. Tekniska förbättringar och besparingsåtgärder är viktiga.

Tabell 1. Olika utsläpp av växthusgaser kopplade till svenskt jordbruk, och vad som kan göras för att minska dem.

Källa	Typ av utsläpp	Mekanism	Sätt att minska utsläppen
Husdjur	Metan	Ämnesomsättning	Färre idisslare. Hög produktion per djur. Utfodring – forskning pågår.
Stallgödsel	Metan Lustgas	Omsättning vid gödsellagring	Biogasproduktion från gödsel.
Mark	Lustgas	Omsättning i mark	Undvika kväveöverskott. Arbeta med effektiva gödslingsmetoder. Hålla marken i bra struktur.
	Koldioxid	Omsättning i mark	En normal process när organiskt material multnar. Om man odlar och brukar så att mullhalten ökar binds kol och man kan säga att koldioxid absorberas.
Diesel och annan energianvändning	Koldioxid	Förbränning av bränsle	Spara energi genom bland annat: • allmän besparing på transporter • spara på uppvärmning, med mera • minimerad jordbearbetning Använda förnybara energikällor.
Tillverkning av kvävegödsel	Koldioxid och lustgas	Utsläpp vid tillverkningen	Ny teknik har reducerat dessa utsläpp till en tredjedel jämfört med år 1999. Utvecklingen fortsätter.

Kol i mark och växter

Markerna innehåller stora mängder kol i form av mullsubstanser. En siffra för våra viktigare jordbruksjordar kan vara 60 ton per hektar, men i yngre

jordbruksjordar och skogsjordar åtskilligt mera. Markens kol står i långsiktig dynamisk jämvikt med växtlighet och odling. Det omvandlas av mikroorganismer till koldioxid och fylls på av växtrester som byggts upp av koldioxid från atmosfären. Kolet går i kretslopp.

Vi sparar kol i marken genom att bearbeta mindre, hålla marken beväxt så stor del av året som möjligt, tillföra växtmaterial som halm och andra skörderester, tillföra stallgödsel och använda fånggrödor, helst övervintrande. En bra växtföljd, alltså omväxling av olika grödor, är viktig för både skörd och miljö. Min bedömning är att med en kombination av dessa åtgärder är det möjligt att spara minst 100 kilo kol per hektar och år under några decennier jämfört med dagsläget.

Ändrade brukningsförhållanden ändrar kolhalten i marken. Uppodling av gammal gräsmark och skog ger särskilt stora utsläpp av koldioxid. Omvänt gör etablering av ostörda gräsmarker och skog på tidigare åkermark att markens kol ökar och att koldioxid binds. Jordar med höga halter av organiskt kol, det vill säga mull- och torvjordar, ger stor avgång av koldioxid när de odlas. Helst skulle de ligga i permanent gräs eller liknande. Ur klimatsynpunkt skulle vi inte odla upp mer mark på jorden eftersom det

medför att en hel del markkol omvandlas till koldioxid. Det är processer av betydande storlek. Men vad ska vi göra om det behövs mer matproduktion? Eller om jordbruket behöver öka för att få ett utvecklingsland på fötter? Ett mål borde vara att i så fall undvika mullrika eller vegetationsrika marker.

Lokalt eller globalt?

Klimatfrågan är global. Det är jordklotets atmosfär det gäller, inte bara Sveriges. Vi i Sverige skulle kunna minska våra utsläpp genom att lägga ner jordbruksmark till gräsmark eller skog eller öka bioenergiproduktionen. Men behöver i så fall livsmedelsproduktionen ökas någon annanstans? Om det skulle bli på nyodlingar i Sydamerika eller Asien så får vi ökade klimatpåverkande utsläpp totalt. Denna diskussion är mycket aktuell när det gäller bioenergigrödor på åkermark, men är egentligen av intresse för all produktion. Var och hur ska man odla för att påverka klimatet minst?

Ett kanske utmanande påstående är att en miljöanpassad svensk växtodling tillhör de bästa i världen. Jordar, klimat, jordbrukspolitik och jordbrukssektorns intresse och kunnande samverkar till detta. Det är en resurs att ta tillvara. Men därmed inte sagt att det inte behövs ytterligare förbättringar.

Kolsänkor och bioenergi

Om långvarig gräsmark etableras på åkermark så binds kol och vi får en kolsänka. Mängden beror på markens utgångsläge. Det kan röra sig om 0,5–1 ton kol (1,8–3,6 ton koldioxidekvivalenter) per hektar och år under några decennier tills ett nytt jämviktsvärde nås. Skog har något större effekt.

Bioenergi minskar växthusgaserna genom att fossila bränslen ersätts. Energiskog kan ersätta olja och per hektar spara 7 ton koldioxidekvivalenter per år om allt fungerar någorlunda effektivt. Vete till etanol kan vid effektiv produktionskedja spara cirka 3 ton koldioxidekvivalenter per år. Men här kommer frågetecknet: man kunde ju ha producerat mat på marken. Om nu den maten behövs i världen måste produktionen öka någon annanstans. Om det betyder ny odling av skogsmark uppstår utsläpp på 10–20 ton koldioxidekvivalenter per år under några decennier. I så fall blir den globala effekten av bioenergisatsningen negativ.

Globalt sett och på längre sikt är marken en knapp resurs. Det är inte säkert att betydande energiproduktion på åkermark på sikt kan försvaras. Spannmålskonsumtionen i världen har ökat med ungefär 1,5 procent per år under flera år. Det betyder en Sverigeproduktion extra varannan månad. Det finns

bioenergi att ta ut som inte inkräktar på matproduktionen. Halm kan användas som bränsle, andra restprodukter (blast) och stallgödsel kan ge biogas. Dessa resurser bör tas tillvara. Om halm tas till energi får uttaget anpassas efter vad mullhushållningen tål. Om vi antar att halva halmproduktionen kan tas bort vartannat år blir det cirka 1 ton per hektar i genomsnitt. Det kan spara ungefär 0,7 ton koldioxidekvivalenter per år om energin ersätter olja.

Fördelaktigt med stora skördar

En bra gröda ger också stor produktion av skörderester och rötter som fyller på markens mullförråd. All forskning och erfarenhet för åtminstone nordeuropeiska förhållanden ger mycket tydligt svar på den punkten. Åtgärder som ökar skörden, till exempel gödsling, är bra för mullhalten och därmed för klimatet. Bra skördar gör också att de fasta insatser man gjort, till exempel jordbearbetning och utsäde, kan fördelas på mera produktion och de blir därmed effektivare. När man har lagt ner energi på att plöja, harva och så är det bättre att få 6 ton vete än 3.

Vad åstadkommer vi genom att odla ekologiskt? Vi slipper de utsläpp som kvävegödseltillverkningen medför. Per hektar odling blir det lägre utsläpp. Men produktionen blir nästan halverad vid ren växtodling och 20–25 procent lägre vid kreatursproduktion. Per

enhet mat blir det ingen fördel om man jämför med miljöanpassad konventionell odling. Och så är det arealfrågan. Det går inte att kompensera lägre produktion med mera mark om marken är en knapp resurs.

Kornas metanutsläpp är mycket omdiskuterade, och som framgår av figur 1 är de förhållandevis stora. Utsläppen kommer från själva djurets funktion. Det är ingen lösning att gå ner i intensitet, tvärtom. Då blir det mindre kött och mjölk från varje djur och mer utsläpp per produktion. Men vi ska komma ihåg att nötkreatur utnyttjar gräsmarker och att dessa kan vara positiva ur klimatsynpunkt. Helhetsbilden här återstår att ta fram.

Kvävets dubbelspel

Lustgas bildas naturligt även utan gödsling och det är en process vi aldrig kommer ifrån. Men vi kan minimera lustgasbildningen genom att styra gödslingen så rätt som möjligt och använda effektiva gödslingsmetoder, till exempel radmyllning av kvävegödsel.

Kvävegödsling ökar skörden om den görs rätt, och det är klimatmässigt fördelaktigt om skörden blir större. Men man ska inte gå till överdrift. När skördeökningarna börjar bli små vid ytterligare ökning av

gödslingen så ska man inte gå längre; då blir de positiva verkningarna mindre och de negativa större, med risk för kväveöverskott och ökning av lustgas och utlakning. Med de höga priser på spannmål som gäller nu 2008 finns det risk att den ekonomiskt bästa kvävegödslingen blir för hög miljömässigt sett. Motåtgärd inom ramen för marknadsekonomin är fältvis anpassning det enskilda året med all tillgänglig teknik, från jordanalyser till sensorstyrd precisionsodling. Men det är faktiskt så att marknadsekonomin har en svaghet här. Den styr inte tillräckligt bra miljömässigt. I Sverige är den modifierad på flera punkter (kväveskatt, stöd för åtgärder som minskar utlakning, med mera) men det är ändå inte tillräckligt i dagens läge. Detta är en stor utmaning för det internationella samhället.

Några räkneexempel

Jag ska utifrån några schablonexempel ge storleksordningar på vad olika åtgärder i jordbruket kan ge av minskade växthusgasutsläpp. Exemplen bygger på de siffror som har nämnts tidigare i artikeln, men är inga noggranna kalkyler. Alla är inte heller genomförbara i nationell skala, och flera utesluter varandra. Enheten är miljoner ton koldioxidekvivalenter per år för Sverige, och siffrorna anges skillnad jämfört med nuläget. För Sverige har jag räknat med 3 miljoner hektar åkermark. Animalieproduktionen antas vara

Grupp 1. Förusättningen är att jordbruksproduktionen ska bibehållas globalt.

	Miljoner ton CO_2-ekvivalenter per år (jämfört med nuläget)
Mullhushållande åtgärder (100 kg kol/hektar), minskar efterhand, kan pågå cirka 50 år	-1,1
Kvävegödsling anpassad efter års- och fältvariationer (50 kg koldioxid-ekvivalenter/hektar)	-0,2
Halm som bioenergi (700 kg koldioxidekvivalenter/hektar)	-2,1
Inbesparing på diesel i jordbruket, 20 procent minskning	-0,2
200 000 hektar etanolvete; samma areal nyodlas från gräsmark i Sydamerika	+0,1

Grupp 2. Här räknas inte med någon kompensation för den mark som odlas med energigröda istället för mat.

	Miljoner ton CO_2-ekvivalenter per år (jämfört med nuläget)
200 000 hektar etanolvete (räcker till inblandning 5 procent i svensk bensin)	-0,6

densamma i alla exemplen. Exemplen är räknade för svenskt jordbruk men de har självklart ett vidare syfte. Det finns olika förutsättningar för exemplen. I första gruppen förutsätts att den normala jordbruksproduktionen ska bibehållas globalt. Minskar vi här måste ny produktion sättas in någon annanstans i

Grupp 3. Förutsättningen är att produktionen kan minskas med en tredjedel utan kompensation.

	Miljoner ton CO_2-ekvivalenter per år (jämfört med nuläget)
100 procent ekologisk drift varav hälften med kreatur. Kvävegödsel-utsläpp utgår.	-1,1
2 miljoner hektar drivs konventionellt. 1 miljon hektar får bli långvarigt gräs. (Avtar till cirka -1,5)	-3,3
2 miljoner hektar drivs konventionellt. 1 miljon hektar får bli energiskog (8 ton torrsubstans per hektar).	-7

världen. Det aktuella läget är ju att både FN och FAO talar om vikten av ökad jordbruksproduktion. I grupp 2 med etanolvete räknas inte med kompensation. I grupp 3 är förutsättningen att vår produktion kan minska med en tredjedel utan kompensation. Bättre internationell fördelning och effektivisering antas klara situationen. Då kan ekologisk produktion komma in. Men som synes finns andra alternativ.

Jordbruket kan göra en hel del

Om vi summerar bästa möjliga kombination av åtgärder skulle jordbruket kunna åstadkomma en minskning med bortåt 4 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år utan produktionsminskning. Tyvärr kommer inte mullhaltskomponenten på vanliga

åkerjordar in i dagens administrativa räknesystem. Det bör noteras att åtgärderna i exemplen i grupp 1 (bibehållen produktion) inte är förenade med några större kostnader; en del går med vinst.

Som jämförelse kan nämnas att den svenska biltrafiken skulle kunna spara in 10 procent drivmedel och därmed 2 miljoner ton koldioxidekvivalenter per år genom lägre fart och mer miljöanpassad körning. Det svenska inrikesflyget släpper varje år ut 0,7 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Om hela den svenska vindkraftsproduktionen 2007 (1 terawattimme) hade ersatt olja så hade 0,3 miljoner ton koldioxidekvivalenter sparats per år. Det minskningsåtagande för Sverige som diskuterats är 11 miljoner ton till år 2020. Verkligt effektiv bioenergiproduktion skulle kunna betyda 7 miljoner ton, men de kan inte adderas till de ovan nämnda 4 för jordbruket.

Åtgärder för ett klimatvänligt jordbruk

- Odla inte upp skogar och gamla gräsmarker eller andra naturmarker.
- Om produktion kan minskas – vidmakthåll då hög produktion på ”den bästa” arealen och utnyttja resten till bioenergi, långsiktig gräsmark eller skog. På det sättet kan mångfalden utvecklas både på odlingsmark och annan mark.
- Arbeta för hög kväveeffektivitet med alla medel.

- Befrämja markbördighet och mullhalt genom växtföljder, fånggrödor, bearbetning med mera.
- Utnyttja främst biprodukter som halm och stallgödsel för bioenergi, men tänk på mullhalten!
- Lägg om odlingen på torvjordar till permanenta grödor.

Vi har en intensiv klimatdiskussion, och det är mycket positivt. Då kan vi få kraft till åtgärder. Jordbruket kan göra en hel del. Åtgärder som knappast kostar något kan göra lika mycket som dagens hela vindkraftsproduktion och mer än flygets totala utsläpp. Svenskt jordbruk är jämförelsevis bra idag, men mycket kan göras bättre till små eller inga kostnader. Till stor del är åtgärder i den riktningen positiva också för andra miljöfrågor, som utlakning och biologisk mångfald. Men den ekonomiska drivkraften är svag, och det gäller att skapa medvetenhet och intresse samt föra ut och vidareutveckla den kunskap och teknik som finns. Förhoppningsvis ska det vara mindre trögt än att få trafiken att köra mer ekonomiskt.

Göte Bertilsson är agronomie doktor och har varit forskningsagronom inom svensk gödselmedelsindustri. Han har arbetat med frågor som miljöriktig gödsling, metoder för styrning av gödsling, fosforhushållning

och utveckling av system för recirkulation. Han har också arbetat med jordbruksutveckling i Pakistan för FAO. Numera driver han företaget Greengard AB med konsultverksamhet inom jordbruk och miljö.

Tidigare utkomna Formas Fokuserar

Är eko reko?

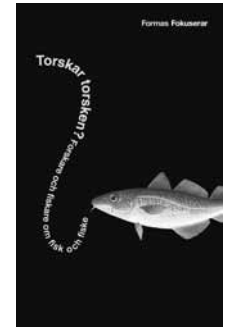
Om ekologiskt lantbruk i Sverige

Är det någon idé att köpa KRAV-märkt mat och betala lite mer? Är ekomaten verkligen bättre för hälsa och miljö? Vilka är egentligen skillnaderna mellan ekologiskt och konventionellt lantbruk? Ekologiskt lantbruk står högt på den politiska agendan. Som konsument har du rätt att få veta vad forskarna i dagsläget faktiskt vet – och varför de inte är överens.

Torskar torsken?

Forskare och fiskare om fisk och fiske

Kommer vi att kunna äta torsk i framtiden – eller är det slutfiskat? Måste det bli ett torskfiskestopp? Kan fiskodling lösa problemen? Och hur ser det ut för andra arter i vattnet, som lax och kräftor? Sedan lång tid tillbaka har beslutsfattarna fått signaler från forskarna om att torskbestånden minskar. Men de har inte följt forskarnas råd. Framtidens fiske hänger på de beslut vi fattar idag. Frågan är hur stora risker vi är villiga att ta. Här finns det stora skillnader mellan olika intressegrupper. Vad säger forskarna – och vad säger fiskarna?



Genklippet?

Maten, miljön och den nya biologin

Idag kan vi förändra växter, djur och bakterier på ett nytt sätt – genom att klippa ut gener och föra över dem från en art till en annan. Är det farligt för människa och miljö när genmodifierade organismer börjar odlas och blir mat på våra fat? Eller blir gentekniken klippet som kommer att rädda världen från svält och miljöproblem? Gentekniken påverkar det levandes urgamla spelregler. Därför har den stött på hårt motstånd från europeiska konsumenter och miljöorganisationer. Men vad säger forskarna om möjligheter och risker med den nya biologin?

Tidigare utkomna Formas Fokuserar

Forskare klargör

Myter om maten

Gräver vi vår grav med kniv och gaffel? Vad ska vi äta för att inte bli feta och sjuka? Hur hållbara är egentligen myndigheternas kostråd? Går vi vilse i pannkakan? Blir vi feta av fett, eller blir vi feta av socker? Är det bättre med stenåldersmat? Tål våra gamla gener den nya maten? Frågor som de här diskuteras intensivt i medierna. I Myter om maten är det forskare som presenterar och tolkar vetenskapliga rön. De är överens om det mesta – men långtifrån allt.

Sopor hit och dit – på vinst och förlust

Är det vettigt att vi sorterar och fraktar våra sopor hit och dit som vi gör idag? Leder det till någon verklig miljönytta - eller har vi sopsortering mera som terapi för vårt dåliga miljösamvete? Redan 1910-talets sopsorterande människa klagade på att det var bökigt att sortera. Det och mycket annat finns att läsa i en pocketbok som belyser sopsortering ur en rad olika synvinklar.

Bevara arter – till vilket pris?

Balansgång mellan ekologiska, ekonomiska och sociala aspekter

Sverige har undertecknat FN-konventionen om biologisk mångfald. Den säger att vi ska bevara den biologiska mångfalden, och använda den på ett hållbart och rättvist sätt. Riksdagen har bestämt att arter som har funnits länge i Sverige ska bevaras i livskraftiga bestånd. Risken är annars att vi utrotar arter som är viktiga för ekosystemen och för människan. Men hur ska vi göra – och vad får det kosta? Vad tycker forskarna – och vad tycker andra intressenter i samhället?

Spelet om staden

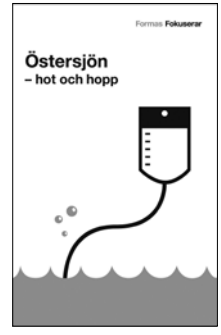
Vem bestämmer över våra städers utveckling? Staden kan ses som en spelplan med ett stort antal aktörer med olika åsikter, lojaliteter och intressen. Hur ser spelplanen ut? Vilka spelregler gäller? Och vilka är spelarna? Är städerna i första hand tillväxtmaskiner, snärjda i global konkurrens och styrda av multinationella företag? Eller kan vi uppnå hållbara städer som erbjuder alla sina invånare en hög livskvalitet utan att äventyra för framtidens människor? Forskarna har inga färdiga svar, men belyser från olika utgångspunkter de drivkrafter som formar och förändrar staden.

Djuren – i människans klor

Hur mår våra djur - i hagar, stall, lagårdar och hemma hos oss? Vad betyder de för oss? Vi både äter och älskar dem. Vad har vi rätt att använda dem till? Kan vi förstå vad de känner? Hade djuren det bättre förr? Behövs det körkort på sällskapsdjur? Hur mycket är nog när det gäller avel? Ska katter behandlas mot cancer? Är Sverige världsbäst på djurskydd? Alla de här frågorna och många till får du svar på av forskare som skriver i boken, forskare med lite olika syn på saken.

Östersjön – hot och hopp

Larmrapporterna om Östersjön har duggat tätt de senaste åren. Men är Östersjön ”sjukare” idag än för hundra år sedan? Går det att ”rädda” Östersjön? Vilka åtgärder är vettigast? Är det bra med kväverening, eller ska vi kanske kvävegödsla? Går det att få bort fosforn från sedimenten? Kan vi syresätta bottnarna? Måste vi kanske äta mindre kött för att rädda havet? Men måste vi samtidigt också äta mindre fisk? Vad är f orskarna överens om och varför kommer de till olika slutsatser?



Giftfri miljö – utopi eller verklig chans?

Kadmium i mat och kvicksilver i fisk. Nya metaller i tänder och bilar. Klorerat, bromerat, fluorerat. Nanopartiklar invaderar kroppen. Akrylamid bildas när vi tillagar maten. Läkemedelsrester dyker upp i dricksvatten. Mannens spermier skadas. Hur mycket ska vi stå ut med av gamla problem och nya hot? Varför slår vi så ofta dövörat till när larmet går? Kan vi få en giftfri miljö som riksdagens miljömål talar om? Eller är det bara en önskedröm?

Konsumera mera – dyrköpt lycka

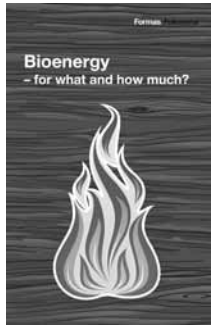
Konsumtionen har ökat kraftigt de senaste hundra åren. Men lyckligare har vi inte blivit. Varför fortsätter vi ändå att konsumera allt mera? Hur ska vi tillräckligt snabbt lära oss att leva med den enda planet vi har? Borde politikerna se till att avskaffa alla stöd till ohållbar konsumtion? Hur stor makt har vi som konsumenter? Kan man vara både rik och miljövänlig? Eller behövs det kanske nya samhällssystem för att rädda världen? Hur ser olika forskare på saken?

Bioenergi – till vad och hur mycket?

Hur långt räcker bioenergin i framtidens energisystem? Hur mycket går det att få ut från skogar och åkermark – och vad ska vi använda den till? Är det klokt att satsa på biodrivmedel, eller ska bioenergin användas till värme och el? Vilka styrmedel behövs för att öka användningen av biobränslen? Hur går det med livsmedelsförsörjningen globalt? Och hur bra är biobränslena egentligen på att förhindra klimatförändringar? Hur ser forskarna på saken?

Bioenergy – for what and how much?

How long will bioenergy last for the energy systems of the future? How much can we get out of forests and agricultural land – and what should we use it for? Is it wise to use it for conversion into automotive fuel, or should it be used for generating heat and electricity? What regulatory instruments are needed for increasing the use of bioenergy? What conflicts will there be between increased biofuel production and various environmental targets? How is the supply of food doing out in the world? And how good is bioenergy in actually preventing climate change? How do Swedish researchers view the issue?



Биоэнергетика – сколько и зачем?

Какую роль будет играть биоэнергетика в будущих энергосистемах и насколько ее хватит? Сколько биомассы можно взять из леса и с пахотных земель – и как это использовать? Разумно ли делать ставку на транспортные биотоплива, или лучше использовать биомассу для производства тепла и электроэнергии? Какие политические рычаги необходимы для увеличения использования биомассы? Не входит ли увеличение использования биомассы в противоречие с другими экологическими задачами? Как обстоит дело с производством питания в мире? И насколько биотоплива помогут сохранить климат?

Ska hela Sverige leva?

Ska hela Sverige leva – och vad innebär i så fall det? Landsbygdsutveckling är ett värdeladdat ord. Men vad betyder det – och vad menas med landsbygd? Hur viktigt är jordbruk och skogsbruk för en levande landsbygd? Vilka nya landsbygdsnäringar dyker upp? Och vad betyder landsbygden för stadsborna? Kan Sverige leva utan öppna landskap? Behövs det kvinnor för att en bygd ska leva? Och vart är byarörelsen på väg?